

Sensoriamento Remoto Aplicado à Análise Temporal das Feições de Cerrado na Reserva Ecológica do IBGE.

Renato Prado dos Santos ¹
Adriana Panhol Bayma ¹

¹ Ministério do Meio Ambiente - MMA
SEPN 505 Bloco B Sala 401 - 70730-542 – Brasília - DF, Brasil
panhol@gmail.com
renato1810@gmail.com

Abstract. The use of orbital remote sensing images has shown its efficiency in characterization and mapping natural and anthropical impacted areas (Hernandez Filho et al., 1995). One of the most efficient techniques to reach a perfect distinction among use, occupation and forest cover is the classification. Classification is the process of extracting information from images pursuing the recognition of patterns and homogeneous objects (INPE, 2003). The temporal analysis, which consists on extracting information from data of a determined place in different moments (Langley et al., 2001), allows the detection of changes by analyzing the variations presented in each moment considered at the research. This kind of analysis has extremely importance in monitoring deforested areas (Maselli, 2004) or as a monitoring instrument of protected areas. This work purposes to analyze the temporal increment and decrement of forest cover types and the use of land at the IBGE Ecological Reserve, based on the vegetation mapping at the IBGE Ecological Reserve Managing Plan and the results of classification done under the method of maximum likelihood. This makes possible considerable improvement in the planning and management of the related unit of conservation, that will be benefited with more current data, adjusted to the methodologies of remote sensing, possible of response in future periods, on the basis of one same methodology. The reached results, exactly that the two mappings are proceeding from different techniques, but not divergent, had evidenced that it had significant modifications in covering vegetal this protecting area.

Palavras-chave: geoprocessing, protect area, generalization, temporal increment and decrement, geoprocessamento, unidade de conservação, generalização, incremento e decremento temporal.

1. Introdução

O presente trabalho tem como objetivo analisar o incremento e decréto temporal das classes de cobertura vegetal e uso da terra na Reserva Ecológica do IBGE, baseada na generalização do mapeamento da vegetação do Plano de Manejo da Bacia do Córrego Taquara e no resultado da classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança.

A utilização de imagens de sensoriamento remoto orbital, tais como as imagens do satélite SPOT 5, tem demonstrado sua eficiência na caracterização e no mapeamento de áreas naturais e antropizadas (Tardin e Cunha, 1989; Hernandez Filho et al., 1995). Uma das técnicas mais consagradas para atingir uma perfeita distinção entre uso e ocupação e cobertura vegetal é a classificação em suas diferentes abordagens e métodos. Classificação é o processo de extração de informação em imagens com o objetivo de reconhecer padrões e objetos homogêneos (INPE, 2003).

A verificação dos padrões de uso da terra ao longo do tempo auxilia o estudo de fenômenos associados à ocupação de uma determinada região. Neste contexto, a análise temporal, que consiste na extração de informações provenientes de dados de um mesmo local obtido em momentos distintos (Langley et al., 2001), permite detectar as mudanças pelas variações presentes nas datas consideradas. Este tipo de análise é de imprescindível importância para monitorar áreas desflorestadas (Maselli, 2004), acompanhar a ocupação de terrenos relacionada a características dos solos de determinada região (Lenney et al., 1996) ou como instrumento de monitoramento em unidades de conservação.

A RECOR, conforme a figura 1 abaixo, está situada a 35 km ao sul do centro de Brasília – DF, no km 0 da BR 251, estrada de acesso à cidade de Unaí – MG, nas coordenadas nas coordenadas geográficas de 15º 56' 41" S e 47º 53' 07" W, possuindo uma área de 1,35 km² (1.350 hectares) aproximadamente. Faz limites a NE e NO com a Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, a SO com a Fazenda Água Limpa (área de pesquisa e experimentação da Universidade de Brasília) e a SE com a BR-251.

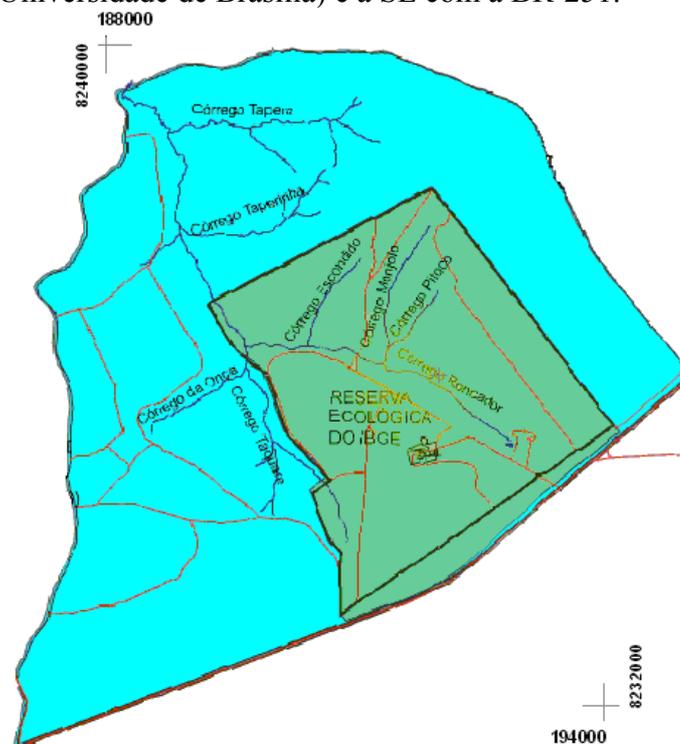


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Ao se apresentar o mapeamento da cobertura vegetal e do uso e ocupação da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) utilizando-se a técnica da classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança (MAXVER) e compara-la quantitativamente ao mapeamento da vegetação do Plano de Manejo da Bacia do Córrego Taquara, pretende-se adequar temporalmente o mapeamento de vegetação da RECOR. Isto possibilita melhoria considerável no planejamento e gestão da referida unidade de conservação, que se beneficiará com dados mais atuais, devidamente adequados às metodologias de sensoriamento remoto, passíveis de replicação em períodos futuros, com base numa mesma metodologia.

A Reserva Ecológica do IBGE está inserida na Reserva Ecológica do Jardim Botânico, que por sua vez, se insere na APA Gama Cabeça de Veado, localizada na parte sul do Distrito Federal. O trabalho justifica-se na importância da RECOR, uma vez que esta unidade de conservação é uma das Áreas Núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado, criada em 1993, pela UNESCO no Distrito Federal. Em 2002, o Governo Federal, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, criou a Área de Proteção Ambiental - APA do Planalto Central que inclui a Reserva Ecológica do IBGE (RECOR, 2002).

2. Metodologia de Trabalho

Os procedimentos metodológicos do estudo foram realizados conforme a metodologia descrita a seguir:

- a) Definição do sensor imageador e bandas espectrais a ser utilizadas;
- b) Classificação não supervisionada e posteriormente supervisionada em classes compatíveis com o mapeamento de 1991, mais etapa pós-classificatória;
- c) Generalização das classes identificadas na RECOR, datada de 1991; e
- d) Análise temporal dos resultados da classificação e generalização.

2.1 Processamento da Imagem e Sensoriamento Remoto

A imagem SPOT (figura 2) utilizada foi cedida pelo Laboratório de Geociências da Universidade de Brasília, adquirida na passagem do dia 29/04/2003, sendo todas as bandas utilizadas do sensor HRV – XS3 (banda 4), XS2 (banda 3) e a Pancromática (banda 5), nos comprimentos de onda 0,78 – 0,89 μm , 0,61 - 0,68 μm e 0,50 - 0,73 μm , respectivamente. A projeção desta imagem é plana UTM em Datum South American 1969 na zona 23, que foi mantido ao longo do estudo por haver compatibilidade com os outros adquiridos.

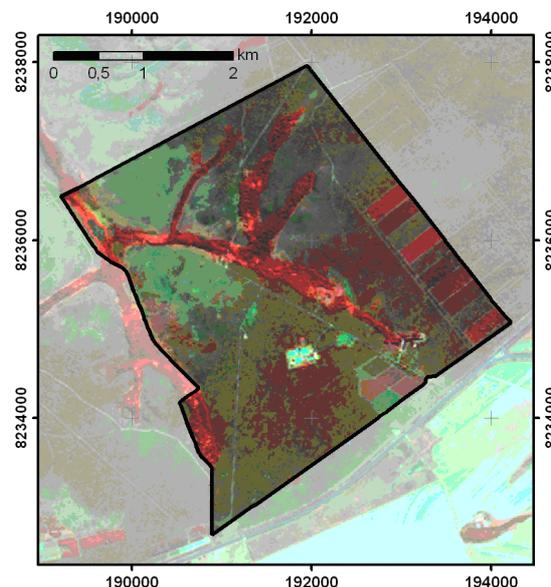


Figura 2 – Recorte da cena SPOT 5 utilizada.

A imagem SPOT já se encontrava composta nas bandas 453 em RGB, com seu histograma previamente adequado para visualização de todo o Distrito Federal. A imagem SPOT necessitou de algumas etapas de processamento anteriores à classificação. As etapas anteriores foram as de definição da composição colorida, recorte no quadrante da área estudada, análise visual da imagem, correção geométrica e adequação do histograma. As etapas de classificação propriamente dita foram a de classificação não supervisionada, homogeneização e sua interpretação, coleta e espacialização das amostras de treinamento, classificação supervisionada e pós classificação e sua quantificação.

2.1.1 Etapas de Classificação

De acordo com INPE (2003), classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse.

Na classificação não supervisionada, o computador decide quais as classes a serem separadas e quais os pixels pertencentes a cada uma (CRÓSTA, 1993). O próprio computador define as classes componentes e atribui cada um dos pixels a uma das classes. A classificação não supervisionada subsidiou a delimitação das amostras de treinamento, para que estas pudessem abranger adequadamente as classes de uso e cobertura vegetal da RECOR de modo que o processo de classificação supervisionada fosse o mais confiável possível. A título de comparação, realizou-se duas classificações não supervisionada por métodos diferentes, *Isodata* e *K-Means*, ao final, se optou pelo método *K-Means*, utilizando um limiar de mudança de classe na ordem de 5%.

Na classificação supervisionada, é necessário que o usuário conheça a área a ser classificada, antes de iniciar o processo. Idealmente, deveria haver locais específicos dentro da área a ser classificada onde observações de campo tivessem sido efetuadas durante a passagem do satélite para adquirir a imagem. Essas áreas podem ser então usadas como um padrão de comparação, com o qual todos os pixels desconhecidos da imagem serão comparados para se decidir a qual classe pertencem (Crósta, 1993). Por ser a classificação pelo método da máxima verossimilhança – MAXVER a classificação supervisionada mais aplicada no tratamento de dados de satélites, optou-se por ela. Neste método é o usuário determina a significância nos erros de atributos especificados para uma classe em comparação a outras (Richards, 1994).

2.1.1.1 Pós classificação

Aplica-se o procedimento de pós-classificação numa imagem já classificada, com o objetivo de uniformizar os temas, ou seja, eliminar pontos isolados e classificados diferentemente de sua vizinhança. Neste trabalho foram utilizadas as de homogeneização e suavização de classes.

A homogeneização de classes, embora carregue em si uma certa dose de risco (pode-se estar desprezando áreas corretamente classificadas), é útil na apresentação final do produto de classificação (Crósta, 1993). A função de separação de classes resolve o problema de eliminar classes adjacentes. Normalmente, as funções de aglutinação (*clump*) e separação (*sieve*) são aplicadas em etapas sucessivas. Por exemplo, nas margens da classe “cidade”, encontram-se pixels classificados erroneamente como “rocha” (ENVI, 2003).

2.1.3 Etapa de Generalização

O mapeamento da vegetação na Reserva Ecológica do IBGE, elaborado para o Plano de Manejo da Bacia do Córrego Taquara, consiste, considerando o recorte pelo perímetro da RECOR, em exatamente 20 (vinte) classes distintas. Para que houvesse possibilidade de

comparação temporal com o mapeamento de uso e cobertura vegetal constituído de apenas 7 classes, houve necessidade de generalizar as vinte classes em apenas sete. O processo de generalização para a comparação temporal do uso e cobertura vegetal na RECOR obedeceu a tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Generalização das classes mapeadas em 1991.

Classe Inicial	Classe Final
Área Edificada	Área Antropizada
Área Jardinada	
Caixa de Empréstimo	
Pomar	
Reflorestamento	
Campo Úmido	Campo Limpo Úmido
Campo Úmido com Murundum	
Campo Limpo	
Campo Limpo com Murundum	
Campo Sujo	Campo Sujo
Campo Sujo com Murundum	
Cerradão	Cerrado Denso
Campo Cerrado	Cerrado Ralo
Capoeira	
Cerrado	Cerrado Típico
Floresta Galeria Seca	Mata de Galeria
Floresta Galeria Paludosa	
Brejo	Vereda
Brejo com Murundum	
Vereda	

O ato de simplificar um mapa se denomina generalização. Por definição, conserva-se a forma de conjunto e sacrifica-se um determinado número de classes que variam segundo a escala e o efeito visual desejado. Quanto menos generalização, maior a proximidade do real, em compensação maior esforço e custo de construção (Brunet, 1997). Não se pode associar a generalização apenas a relação de mudança de escala de um documento. Conforme Raisz (1964), a generalização poderá, principalmente para o mapeamento temático, estar relacionada à finalidade de um documento cartográfico.

Os princípios de agrupamento estão estabelecidos na caracterização da vegetação do Plano de Manejo da Bacia do Córrego Taquara, disponível no site www.recor.org.br, na paleta de caracterização de vegetação da mesma. O entendimento para área antropizada foi toda área que sofreu ou sofre interferência humana.

2.1.4 Análise temporal dos resultados da classificação e generalização

Uma análise temporal consiste na comparação quali-quantitativa entre dois períodos de tempo de uma mesma região. Quando esta comparação se dá em mais de dois períodos é denominada de multitemporal. Consiste basicamente na extração de informações provenientes de dados de um mesmo local obtido em momentos distintos (Langley et al., 2001), permitindo detectar as mudanças pelas variações presentes nas datas consideradas.

Os períodos temporais tomados abordados foram os anos de 1991 e 2003, datas da elaboração do mapeamento da vegetação da RECOR para seu plano de manejo da bacia do Córrego Taquara e ano de aquisição da cena SPOT 5 utilizada na classificação. No mapeamento do IBGE, houve retrabalho (generalização) a fim de que pudesse ser comparado com a classificação da imagem SPOT.

3. Resultados e Discussão

Anterior a qualquer outro processo, a realização da análise visual prévia da totalidade da imagem SPOT original possibilitou o recorte da área da Reserva Ecológica do IBGE e, somente no recorte da original, a discriminação dos alvos que seriam posteriormente mapeados. Esta análise foi realizada a partir de determinados elementos da imagem, elucidados por Novo (1988), a saber: tonalidade ou cor, tamanho, forma, textura, padrão, altura e sombreamento, localização e contexto ou Associação.

Na análise visual, algumas fisionomias de cerrado não puderam ser perfeitamente distinguidas por causa de suas diferenças estarem relacionadas às variações locais relacionadas principalmente à profundidade e textura do solo, o que reflete diretamente em sua altura média. Esta limitação visual deu-se principalmente nas diferenciações do Cerrado Típico do Cerrado Ralo.

As feições antrópicas foram facilmente identificadas, dada sua descaracterização da cobertura original; nesta classe não se distingue facilmente a feição de pomar, dada sua inserção ao lado da mata de galeria e as áreas jardinadas, pela sua pequena extensão.

A classificação não supervisionada foi realizada em vinte classes, tal qual o inventário do Plano de Manejo da Bacia do Córrego Taquara, estas classes foram agrupadas num segundo momento em apenas sete, para que pudesse ser feita uma comparação dos seus resultados com o Plano de Informação do IBGE. As sete classes finais tanto na classificação não supervisionada quanto na MAXVER foram as de cerrado Denso, cerrado típico, cerrado ralo, campo sujo, campo limpo úmido e veredas.

Na classificação supervisionada MAXVER foi utilizada as amostras de treinamento anteriormente definidas na análise visual, sempre se fazendo ajustes nestas amostras conforme a necessidade de refazer a classificação. O resultado desta classificação final pode ser verificado na figura 3, sendo a da esquerda não passou pelas etapas de pós-classificação.

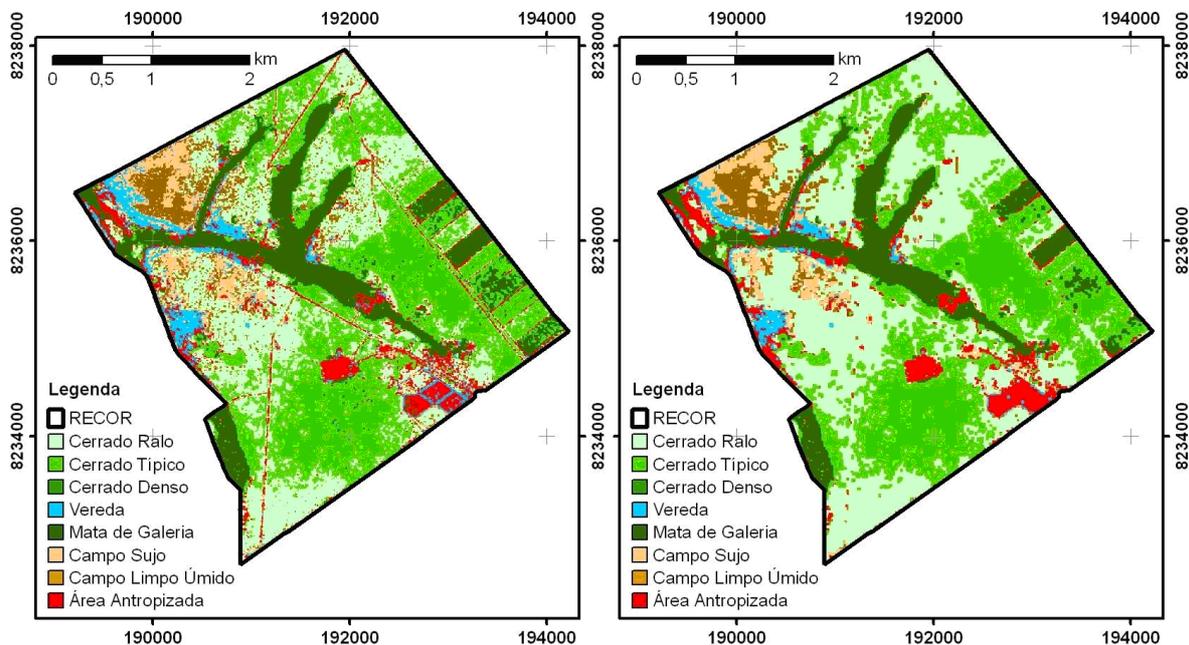


Figura 3 – Resultados alcançados na classificação supervisionada.

Na generalização (figura 4), mais de um critério foi utilizado para que houvesse a redução das classes mapeadas. As feições que continham a expressão “com murundum” (na figura 4, citado “+ murundu”) foram incorporadas suas feições originais, como exemplo: Campo Limpo com Murundum agrupada na feição Campo Limpo. Por indicação inequívoca da Descrição da área de estudo, as classes Floresta de Galeria Paludosa e Floresta de Galeria

Seca tornaram-se apenas Floresta de Galeria. Também usando a mesma ponderação, as classes Brejo, com e sem murundum, se agruparam em Veredas, e não há necessidade de dizer que a classe Vereda assim permaneceu. O Cerrado, dividido na caracterização em três feições distintas, na generalização ficou definido como Cerrado Típico, tal qual preconiza Ribeiro e Walter (1988) em sua Chave de Identificação dos Tipos Fitofisionômicos da Região dos Cerrados, onde diz que o Cerrado Típico se caracteriza pela “cobertura arbórea de 20 a 50%, estrato arbóreo destacado e altura média do estrato arbóreo de 3 a 6 metros”. Nesta Chave de Identificação não consta a fisionomia de Capoeira, que em sua caracterização se assemelha ao Cerrado Ralo, ficando, portanto, nesta classe. Também não há menção de Campo Cerrado, que nos parece em sua descrição com o Cerrado Ralo. O Cerradão, caracterizado por seu dossel contínuo, alto e fechado, migrou para os Cerrados Densos, dados suas similaridades de recobrimento.

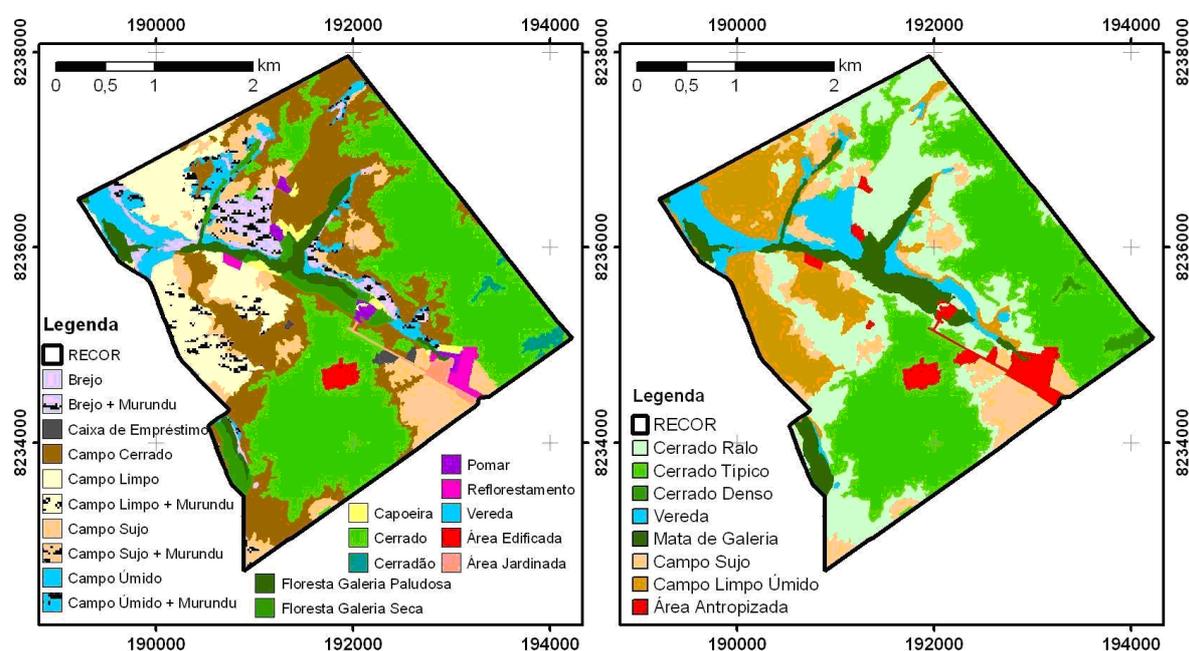


Figura 4 – Resultados alcançados na generalização de classes.

Ressalta-se apenas que as classes agrupadas em Campo Limpo Úmido e Áreas Antropizadas partiram de uma análise subjetiva. Por serem as únicas classes de campo que se denominavam limpo e úmido, ficaram agrupadas numa única feição de Campo Limpo Úmido; quanto à classe de Áreas Antropizadas, foi considerada assim qualquer classe que contivesse intervenções humanas, indiferentes do grau da descaracterização e do uso e cobertura, seja ela vegetada ou não.

4. Conclusões

As metodologias adotadas nos mapeamentos de 1991 e 2003 não tiveram abordagem metodológica semelhante, devido ao lapso de tempo de 12 anos, onde houve grande evolução tecnológica nos processos de sensoriamento remoto, não permitindo a replicação das mesmas técnicas, dada sua escala de 1:10.000. Mesmo sendo as metodologias de mapeamento diferentes, mas não divergentes, pode se afirmar que houve incremento e decremento temporal nas classes elencadas nos mapeamentos de 1991 e 2003 da Reserva Ecológica do IBGE, evidenciadas principalmente nas classes Mata de Galeria, feições campestre e Vereda.

Ao termino deste trabalho, pela possibilidade de comparação temporal em dados oriundos de metodologias distintas, foi perceptível que a feição Áreas Antropizadas foi a que mais

sofreu aumento considerável, na ordem de 121%. Este aumento foi um tanto exagerado pelo fato de que na classificação supervisionada, as trilhas internas à reserva foram consideradas classes antropizadas, o que não ocorreu na classificação do IBGE. No entanto, isoladamente, apenas as o incremento das trilhas na classificação não justificaria tal acréscimo. Grande parte do aumento foi promovida pela classificação de queimas ocorridas nas cabeceiras do Córrego Escondido e na classificação equivocada das veredas localizadas na confluência do Córrego Roncador com o Córrego Taquara. Por sua vez, as feições de campo (Campo Limpo Úmido e Campo Sujo) apresentaram diferenciações aproximadas, em sua maioria, localizadas na porção oeste da reserva, entre o Córrego Roncador e Córrego Taquara. Na parte norte houve perda reduzida para outras feições, tais como Cerrado Ralo e Típico.

As feições de cerrado puderam ser mapeadas com grande assertividade, pois sua identificação considera o nível de cobertura florestal e espaçamento entre os elementos campestres, do sub-bosque e da instância superior. Ressalva para a feição de Cerrado Denso, que não pode ser visualizada na imagem, pois esta se limitava em pequena porção na Reserva Ecológica do IBGE, em áreas hoje ocupadas por experimentos de queima controlada.

5. Bibliografia

Brunet, R. **Champs & Contrechamps. Raisons de Géographe.** Paris, Berlin. (1997).

Crósta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** UNICAMP, Instituto de Geociências, Departamento de Metalogênese e Geoquímica, Campinas – SP. 1993.

ENVI, Environment for Visualization Images. **Guia do em Português.** Disponível em <http://www.sulsoft.com.br/novidades/2004.htm>. Acessado em novembro de 2006.

Hernandez Filho, P.; Yanasse, C. C. F.; Sant’anna, S. J. S.; Kuplich, T. M.; Santos, P. P.; Dutra, L. V.; Orgambide, A. C. F. O.; Oliveira, P. M.; Reinaldo, J. D. C.; Azevedo, V. R. G. **Análise dos dados TM: Floresta Nacional do Tapajós – 1994.** São José dos Campos, INPE, abr. 1995.

Langley, S. K.; CHESHIRE, H. M.; HUMES, K. S. **A Comparison of Single Date and Multitemporal Satellite Image Classifications in a Semi-Arid Grassland.** Journal of Arid Environments, v. 49, n° 2, 2001.

Lenney, M. P.; Woodcock, C. E.; Collins, J. B.; Hamdi, H. **The Status of Agricultural Lands in Egypt: The Use of Multitemporal NDVI Features Derived from Landsat TM.** Remote Sensing of Environment, v. 56, n° 1, 1996.

Maselli, F. **Monitoring Forest Conditions in a Protected Mediterranean Coastal Area by the Analysis of Multiyear NDVI Data.** Remote Sensing of Environment, v. 89, n° 4, 2004.

Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações.** São José dos Campos: Editora Edgard Blücher Ltda, 1988.

Raisz, E. **Cartografia Geral.** Rio de Janeiro – RJ. Editora Científica, 1964.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado In SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. Coord. **Cerrado: Ambiente e Flora.** EMBRAPA. Planaltina – DF. 1988.

Richards, J. A. **Remote Sensing Digital Images Analysis: An Introduction.** 2ª Edição. Springer - Verlag, Berlin. 1994.

Tardin, A.T.; Cunha, R.P. Avaliação da Alteração da Cobertura Florestal na Amazônia Legal Utilizando Sensoriamento Remoto Orbital. São José dos Campos, INPE, dez. 1989.