

## **Classificação de fitofisionomias de cerrado por foto aérea: mapas detalhados ou acurados**

*Ernesto Camelo de Castro – ernesto@ucg.br*

*Universidade Católica de Goiás*

### **Introdução**

O Bioma Cerrado no Brasil tem uma diversidade notável de tipos da vegetação e de ambientes físicos, tão ameaçada pelas novas tendências no desenvolvimento econômico do país, que foi incluído na lista dos 25 "hotspots" em diversidade do planeta elaborada pela Conservation International (Mittermeier et al. 1999). A diversidade da paisagem desse bioma faz dele um bioma ainda mais interessante para estudos de ecologia de paisagem que procuram identificar correlações entre padrões na paisagem e processos ecológicos (Forman and Godron 1986). Afinal os processos que determinam os padrões de paisagem natural do cerrado são ainda extremamente controvertidos (Dias 1996). O sensoriamento remoto é sem dúvida a melhor fonte de dados para levantamentos de cobertura do solo e conseqüentemente determinação de padrões de paisagem.

O presente estudo pretende discutir questões relativas a mapas de cobertura de solo baseados em interpretação de fotos de alta resolução. Os questionamentos são discutidos com base em um experimento desenvolvido no vale do Ribeirão São Vicente em sua parte contida dentro dos limites do Parque Estadual de Terra Ronca (PETR), Município de São Domingos, Estado de Goiás.

### **Objetivo**

Nosso objetivo principal é avaliar a eficácia da metodologia de fotointerpretação, utilizando tecnologias avançadas de sistemas de informações geográficas para a determinação de padrões de paisagem do cerrado. A questão fundamental é: como os padrões de paisagem do cerrado podem ser caracterizados através de fotografias aéreas pancromáticas de alta resolução ou outros dados de sensoriamento remoto em escala similar. Procuramos também avaliar as possibilidades de identificação de interferências humanas de baixo impacto no padrão de paisagem.

### **Material e Métodos**

Versões impressas de fotos aéreas monocromáticas, em escala aproximada de 1:10.000, coletadas em agosto de 1997, foram escaneadas a uma resolução de 600 dpi. A intenção era identificar nessas fotos as fitofisionomias no Bioma Cerrado bem como detectar influências humanas no padrão de paisagem. A versão digital das fotos foram georreferenciadas através de correção geométrica utilizando pelo menos nove pontos de referência, bem espalhados pela foto, coletados de uma imagem de satélite Landsat ETM de 1999. Foi utilizado o método de modelo polinomial de primeira ordem com reamostragem pelo vizinho mais próximo do programa ERDAS Imagine ver. 8.5 (ERDAS 1999) para a correção geométrica das fotos. Dois arquivos de mosaico de fotos que recobriam toda a bacia do ribeirão São Vicente foram então gerados com o mesmo programa para se passar ao processo de foto interpretação. A foto interpretação foi realizada através de digitalização de polígonos de classe de cobertura de solo, na tela do computador, sobre a versão digital georeferenciada das fotos com o programa ArcView, ver. 3.2 (ESRI, Inc. 1999). Foi utilizado também o recurso de estereoscopia nas cópias impressas para solução de dúvidas no processo de interpretação. Após uma análise prévia para identificação dos tipos de cobertura identificáveis nas fotos 26 classes de cobertura foram definidas. Dez dessas classes foram consideradas antropogênicas e outras 16 classificadas como "naturais". Foram chamadas de classes "naturais" aquelas onde não foi possível identificar influência humana através das fotos. Um trabalho de verificação de acurácia de classificação foi então realizado, seguindo o modelo de Congalton e Green (1999), o que resultou na geração 2591 pontos com distribuição aleatória pela área de estudo. Uma combinação de verificação em campo de pontos e identificação de polígonos permitiu a redução do número de pontos visitados para 1288, que foram localizados com o auxílio de um GPS (Garmin® eTrex Vista).

### **Resultados**

Ao final do processo de foto interpretação a classificação foi simplificada para atender melhor o objetivo principal de análise do padrão de paisagem do cerrado. Classes que foram identificadas durante o processo de interpretação como de alto grau de incerteza na classificação foram também combinadas, o que resultou na redução das 26 classes originais para 14 classes, sendo 10 "naturais" e 4 antropogênicas, assim distribuídas: (1) Classes Naturais – 1. mata galeria, 2. mata seca / cerradão, 3. palmerial / vereda, 4. cerrado denso, 5. cerrado típico, 6. cerrado ralo, 7. cerrado rupestre / campo rupestre, 8. campo sujo (seco e húmido), 9. campo limpo (seco e húmido), 10. rio. (2) Classes Antropogênicas – 1. antropogênica (moradias, estradas, solo exposto, represas e outros), 2. pastagens (intensivas e extensivas), 3. agricultura (lavouras, roças), 4.

áreas de lavoura em descanso. O primeiro resultado de verificação de acurácia indicou uma acurácia total 77% com índice kappa 0,73 ( $Z=52,5$ ). Estes valores estão bem abaixo dos 85% de nível de corte do considerado aceitável por Congalton e Green (1999). Foram então realizados experimentos de combinação de classes na procura de uma melhora do nível de acurácia da classificação. A acurácia de usuário foi considerada boa (acima de 85%), somente para as classes de mata seca, palmeiral, campo limpo, agricultura e áreas de descanso. Foi usada uma estratégia de escalonamento hierárquico simples (Wu 1999) para identificar tipos de manchas a serem combinadas para simplificar a classificação para uma posterior verificação do melhoramento na acurácia. Os passos de simplificação foram baseados na similaridade entre as classes, obtidas dos índices de participações respectivas entre classes na matriz de erro, identificando-se também justificativas qualitativas para erros nas classificações. Este trabalho resultou na redução total para dez classes para se atingir uma acurácia de 83%, com índice kappa 0,79 ( $Z=63,1$ ). Os resultados mostram que muitos abusos podem estar sendo feitos em trabalhos de mapeamento considerados confiáveis pelo simples fato de serem baseados em foto aérea, onde um trabalho apropriado de determinação de acurácia não foi realizado.

### **Discussão**

O uso do sensoriamento remoto no mapeamento de cobertura do solo tem se tornado muito comum hoje em dia, sem que muita atenção seja dada à acurácia de mapas assim produzidos. Neste experimento eu esperava ser capaz de mapear pelo menos as pastagens para poder avaliar este tipo de influência humana no padrão de paisagem desta região. Surpreendentemente, esta foi a primeira classe que teve de ser abolida na busca da melhoria da acurácia do mapa produzido. Entendo que este não é necessariamente o caso para outras regiões de cerrado onde predomina a pecuária desenvolvida com mais alta tecnologia, através do plantio de espécies exóticas de maior produtividade, da correção da acidez do solo e onde o controle de pragas é realizado mais efetivamente. Este estudo foi desenvolvido onde ainda existe uma economia pecuária primitiva, sobre espécies de gramíneas predominantemente nativas e manutenção através da prática de queimadas recorrentes, em áreas que na realidade já deveriam ter sido desapropriadas para implementação do Parque Estadual já criado. Meu interesse em ecologia de paisagem do cerrado é em busca de compreender a relevância desse complexo padrão de paisagem sobre seus processos ecológicos mais importantes. No entanto, exatamente por causa da complexidade da paisagem desse ecossistema, com sua gama variada de formas fisionômicas, que mascara muitas das interferências exógenas ao sistema, maior cuidado se deve ter com conclusões obtidas de estudos de padrão de paisagem do cerrado. Um mapa com até 26 classes poderia ser produzido com esta metodologia, que poderia ser apresentada como baseada na mais avançada tecnologia e meticulosa interpretação individual, com fontes de alta resolução, e com tantas horas de trabalho que chegariam a inviabilizá-la economicamente. Isto poderia convencer a maioria dos administradores e tomadores de decisão da acurácia deste mapa. Nossa análise mostrou no entanto, que um mapa com acurácia geral considerada razoável para esta foto interpretação poderia ter no máximo 10 classes, que são em sua maioria as reportadas para interpretações que usam imagens de satélite com resolução equivalente ao do Landsat.

### **Referência Bibliográfica:**

- Congalton, R. G. and Green, K. 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Dias, B. F. S. 1996. *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis*. Fundação Pro-Natureza, Brasília, DF.
- ERDAS, Inc. 1999. *ERDAS Imagine v.8.4*. ERDAS, Inc., Atlanta, GE.
- Forman, R. T. T. and Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Mittermeier, R.A., N. Myers, P.R. Gil and C. Mittermeier. 1999. *Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Conservation International, Mexico City.
- Ribeiro, J. F. e Walter, B. M. T. 1998. *Fitofisionomias do Bioma Cerrado*. In: Sano, S. M. e Almeida, S. P. (ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, DF.
- Wu, J. 1999. Hierarchy and scaling: extrapolating information along a scaling ladder. *Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 25, p. 367-380.

**Agradecimentos** - Este projeto foi realizado com o suporte da WWF – Brasil e Fundação Ford através do programa “Natureza e Sociedade” (BRZ NT 432/2001) e da Universidade Católica de Goiás (proj. 645). Agradeço também à Agência Ambiental Goiás pelo acesso às fotos aéreas e à infra-estrutura do Parque Estadual de Terra Ronca.