

Utilização do Módulo Idrisi LCM para modelar o Potencial de Transição entre Classes de Uso e Ocupação do Solo

Carlos Henrique Crespo da Silva
Leandro José do Carmo Poletto
Tatiane Assis Vilela
Carlos Antônio Oliveira Vieira

UFV - Depto. de Engenharia Civil
36570-000 Viçosa MG
carcrespo_ufv@yahoo.com.br
leoam@gmail.com
tatianeavilela@yahoo.com.br
Carlos.vieira@ufv.br

Resumo: Este trabalho tem por objetivo modelar o potencial de mudança das classes informacionais de uso do solo, enfatizando principalmente às perturbações causadas pelo homem (antrópicas). Na realização dessa modelagem empregou-se análise multitemporal e o módulo *Land Change Modeler* (LCM) do sistema Idrisi, além de duas imagens temáticas da cidade de Chiquitania (Bolívia) relativas ao período de 1986 e 1994, uma imagem contendo as estradas base da região e um modelo digital de elevação. Os resultados obtidos mostraram que o modelo de potencial de transição facilitou a identificação e distribuição espacial das áreas que possuíam maior probabilidade de serem modificadas com o tempo.

Palavras chaves: Análise multi-temporal, *Land Change Modeler*, Modelagem

Abstract: The aim of this work is to model the potential of land use informational class changes, emphasizing disruptions caused by human activities. In order to carry out these experiments, it was performed multi-temporal analysis using the Land Change Modeler (LCM) Idrisi module. It was also used two thematic images of the city of Chiquitania (Bolivia) from the period of 1986 to 1994, and an image database containing the road networks and a digital elevation model. The results showed that the transition potential model allowed the identification and spatial distribution of the areas that had high probability to be modified over time.

Keywords: Multi-temporal analysis, Land Change Modeler, Modeling

1 INTRODUÇÃO

O mapeamento da cobertura do solo de uma dada região é de extrema importância para a organização do ambiente e para um acompanhamento freqüente das mudanças ocorridas, uma vez que o ambiente encontra-se em constante alteração, devido às atividades antrópicas (BRITO, 2005).

Ao longo das últimas décadas os dados de sensoriamento remoto têm sido utilizados no mapeamento do uso e cobertura do solo. Além disso, com a viabilidade de obtenção de dados de imagens orbitais, tem sido possível fazer uma análise temporal da mudança do ambiente físico (ROSA, 2003).

Segundo Graciani (2000), com uma análise multi-temporal das imagens de sensoriamento remoto é possível monitorar processos dinâmicos. Devido às imagens serem adquiridas de um sensor situado em órbita com periodicidade de recobrimento da mesma área, é possível estudar as mudanças ocorridas na superfície terrestre, num certo intervalo de tempo, sejam elas ocasionadas por fatores naturais ou antrópicos.

Atualmente, a comparação entre duas imagens temáticas de épocas diferentes tem sido efetuada com o uso conjugado de uma série de ferramentas, presentes nos softwares existentes, com diferentes finalidades como por exemplo: encontrar áreas em comum e áreas de mudanças nas duas imagens temáticas. A utilização destas ferramentas torna o processo demorado e muitas vezes ineficiente, pois necessita de um total acompanhamento dos processos pelo analista.

Segundo Carvalho et al. (2005), os trabalhos que abordam a análise multitemporal, cada vez mais se intensificam, considerando as características espectrais e temporais das imagens de satélite. Esses procedimentos permitem monitorar e auxiliar os trabalhos de extensão agrícola, como também avaliar a evolução dos desmatamentos e ainda o crescimento urbano.

Graciani (2000) buscou diferenciar lagoas quanto a qualidade da água, em função de suas tonalidades de níveis de cinza e de dados coletados em campo, utilizando as bandas 1, 2 e 3 do sensor Landsat-TM, baseado na refletância produzida pelas lagoas de menor e maior qualidade da água, utilizando para isso uma análise multitemporal de 1986 a 1996, para determinar se aconteceram mudanças na qualidade da água das lagoas durante o intervalo de tempo considerado.

Coppin et al. (2004) apresentaram uma revisão dos métodos de detecção das evoluções dinâmicas dos ecossistemas. Apontaram também que as técnicas baseadas nos dados multitemporais e multiespectrais, adquiridos pelos satélites, demonstraram alto potencial na identificação, classificação, delineamento, mapeamento e detecção das evoluções de usos do solo.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é modelar o potencial de mudanças das classes informacionais de uso do solo, enfatizando principalmente às perturbações causadas pelo homem na região em estudo, utilizando o módulo LCM. Para isso, assumiu-se que qualquer transformação de uma área natural em área urbana, área de cultivo ou área de desmatamento, como perturbação causada pelo homem.

3 LCM

O *Land Change Modeler* (LCM) é um módulo do sistema *IDRISI Andes*, que pode ser integrado a alguns outros softwares de geoprocessamento, possibilitando a utilização de recursos dinâmicos para a modelagem de cenários direcionados à variação do ambiente.

Esse módulo destina-se a projetos de sustentabilidade ambiental e é orientado às necessidades analíticas de conservação da biodiversidade, cuja finalidade principal é auxiliar na tomada de decisão nesse aspecto, gerando para isso: relatórios e parâmetros auxiliares que permitem planejar intervenções para manutenção da sustentabilidade ecológica.

Além disso, ele amplia as aplicações relativas ao sensoriamento remoto através de um conjunto de técnicas de processamento, que incluem o aperfeiçoamento dos algoritmos de classificação, tais como redes neurais e análise de árvore de decisão; caracterização do potencial das variáveis envolvidas nas mudanças; funções de previsão de crescimento e dispositivos capazes de estimar implicações relacionadas ao ambiente e à biodiversidade.

Esse módulo necessita de pelo menos duas imagens temáticas de diferentes datas da mesma área, contendo as mesmas características (linhas, colunas, classes temáticas), nas quais constam as mudanças ocorridas nesse intervalo de tempo, permitindo ao analista trabalhar tais informações.

O módulo LCM fornece uma interface intuitiva, organizada sequencialmente, que abrange funções associadas à análise de mudanças, previsão e modelagem de variáveis relativas às transições do ambiente e habitat. O LCM é organizado em um conjunto de cinco áreas de tarefas principais expressas como ambientes de análise. São elas: Análise de mudanças, Potencial de Transição, Predição de Mudanças, Implicações e Planejamento.

O ambiente de Análise de mudanças disponibiliza um conjunto de ferramentas para a avaliação rápida de mudanças, permitindo gerar avaliações de ganhos e perdas, mudança líquida, persistência e transições específicas em forma de mapa e/ou forma gráfica.

O ambiente de Potencial de Transição permite agrupar transições em um conjunto de sub-modelos e explorar o potencial de variáveis explicativas. Podem ser acrescentadas ao modelo: variáveis estáticas (expressam aspectos de conveniência básica para a consideração da transição, e são invariáveis com o passar do tempo, por exemplo, o relevo) ou componentes dinâmicos (são dependentes do tempo sendo recalculadas durante o curso de uma predição, geralmente relacionadas à infra-estrutura, por exemplo, as estradas, que geram crescimento econômico na região na qual se insere).

O ambiente de Predição de Mudança provê os controles para uma cobertura do solo mais dinâmica mudando o processo de predição. Depois de especificar a data final, a quantidade de mudança em cada transição que pode ser modelada por uma cadeia de análise Markov ou especificando a matriz de probabilidade de transição de um modelo externo.

O ambiente de Planejamento oferece um conjunto de intervenções, que podem ser: Restrições e incentivos (avaliam os impactos gerados por ferramentas como incentivos fiscais, por redirecionar o curso das mudanças. Estas intervenções são integradas com o processo de predição de mudança); Modificações de infra-estrutura (especificam um conjunto principal de infra-estrutura indicando infra-estrutura existentes e as datas em que eles foram efetivados); Desenvolvimento de corredor (desenvolve corredores biológicos baseado em modelos de conveniência de espécies e ponderação de desenvolvimento de conveniência).

4 ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo envolve a cidade de Chiquitania, localizada a 200 km de Santa Cruz de La Sierra, na Bolívia. Essa região apresentou um considerável crescimento econômico na área de petroquímicos e agronegócios durante o período de 1986 a 1994. Esta é uma região de colinas entre a floresta amazônica e a floresta tropical seca.

Essa área é predominantemente coberta por Floresta Amazônica, por Floresta Decídua, além de áreas de Savana (inundada ou não), áreas urbanas e de cultivo agrícola. As imagens temáticas da região para os anos de 1986 e 1994 foram obtidas pelo recorte e classificação de uma imagem LandSat da área em estudo (FIGURA 1).

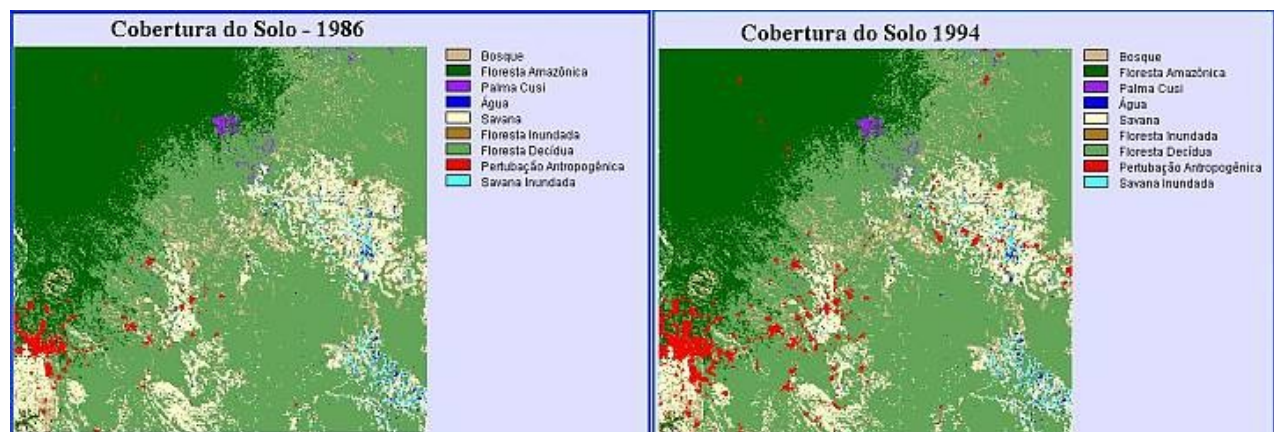


Figura 1 : Imagens temáticas da área de estudo dos anos de 1986 e 1994.

5 METODOLOGIA

A partir de duas imagens temáticas da área de estudo relativas às datas de 1986 e 1994, uma imagem contendo as estradas base da região e um modelo digital de elevação, iniciou-se os procedimentos.

O primeiro procedimento foi gerar um mapa de mudanças para a área através da ferramenta mapas de mudança (FIGURA 2), e observou-se que as alterações ocorridas nesse período se dividiram em sete tipos diferentes de transição entre as classes: Savana inundada, Floresta Amazônica, Palma Cusi, Água, Savana, Floresta Decídua e Bosque para a classe perturbação antropogênica.

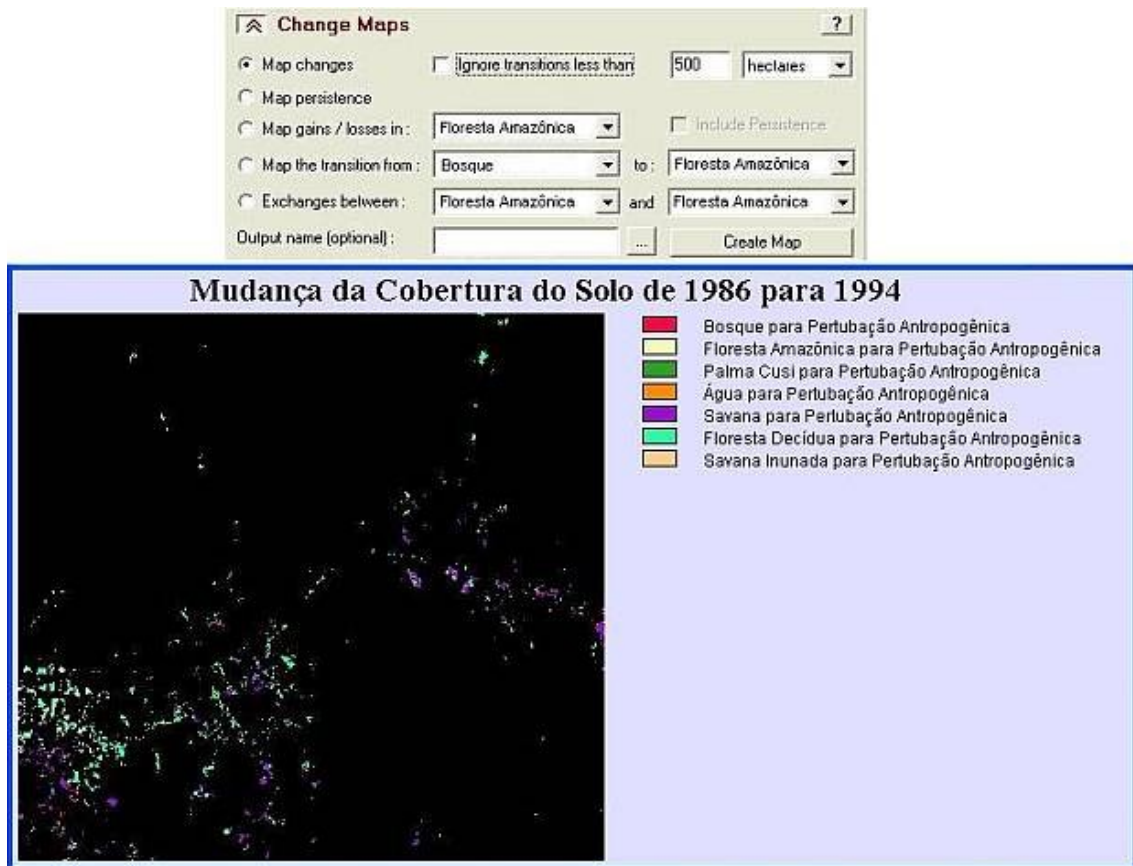


Figura 2 : Ferramenta de mapas de mudanças e mapa de mudança gerado.

Porém, algumas destas mudanças não foram significativas, ou seja, ocuparam pequenas áreas se comparadas às demais e, portanto foram descartadas do modelo. Para isso, foi considerado que áreas menores que 500 ha (critério a ser definido pelo usuário e pela problemática envolvida) deveriam ser ignoradas, resultando em uma diminuição do número de transições entre as classes de sete para quatro, sendo estas: Bosques, Floresta Amazônica, Savana e Floresta Decídua para perturbações antropogênicas.

Em seguida, foi necessário modelar empiricamente cada uma destas quatro transições, agrupadas em um único sub-modelo (FIGURA 3), para isso utilizou-se a rede neural (MLP – múltiplas camadas de neurônio), na qual todas as transições foram modeladas ao mesmo tempo, cujos fatores determinantes da rede neural (número de neurônios, taxa de aprendizado, entre outros) são determinados pelo próprio módulo.

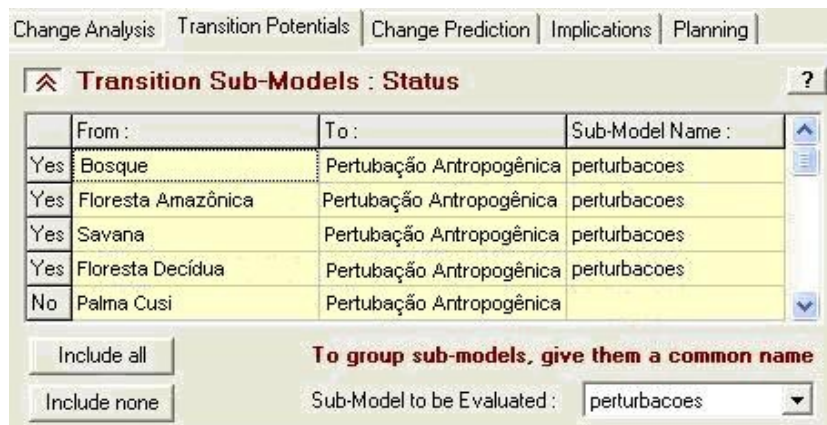


Figura 3 : Ferramenta de criação de um sub-modelo, inclusas apenas as quatro transições significativas.

Posteriormente foi gerado um mapa utilizando o módulo distance sobre as áreas de Perturbações Antropogênicas da imagem de 1986, uma vez que o LCM utiliza imagens quantitativas para análises tipo fuzzy durante seu processamento. Foi gerado também um mapa de tendência de mudança, utilizando para isso a ferramenta de Tendência de Mudança Espacial (FIGURA 4) a fim de identificar as áreas de maior propensão à mudança (FIGURA 5).



Figura 4 : Ferramenta de tendência de mudança espacial.

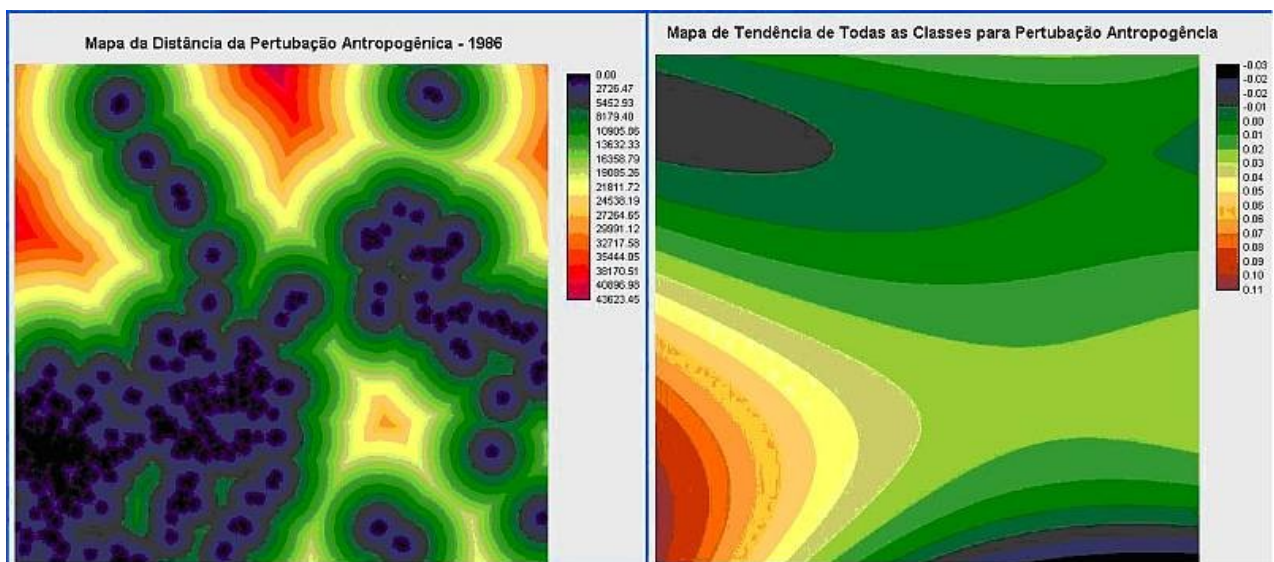


Figura 5 : Mapa de distância das perturbações e a esquerda mapa de tendência de mudanças.

Para introdução dos dados em uma modelagem utilizando MLP é necessário que todas as variáveis sejam quantitativas contínuas, uma vez que o LCM em seu processamento utiliza análises tipo fuzzy. Neste trabalho foram utilizados os seguintes mapas: mapa de distância das vias, mapa de distância da área urbana, mapa de elevação, mapa de distância das perturbações, mapa de distâncias da hidrografia e mapa de declividade.

Para a utilização do mapa de uso do solo no modelo foi necessário a transformação dessa variável qualitativa para quantitativa através do painel de Transformação de Variável, que utiliza a frequência relativa com que as diferentes classes de cobertura do solo aparecem nas áreas que sofreram mudanças durante período de estudo.

Em seguida, foram aplicadas todas as variáveis na ferramenta de Processamento de Sub-Modelo, que utiliza a MLP para gerar o modelo de potencial de transição (FIGURA 6). Essa MLP empregou sete neurônios na camada de entrada, sete neurônios na única camada intermediária e oito neurônios na camada de saída e, além disso, a taxa de aprendizado foi de 0,5 e foram feitas 5000 iterações.

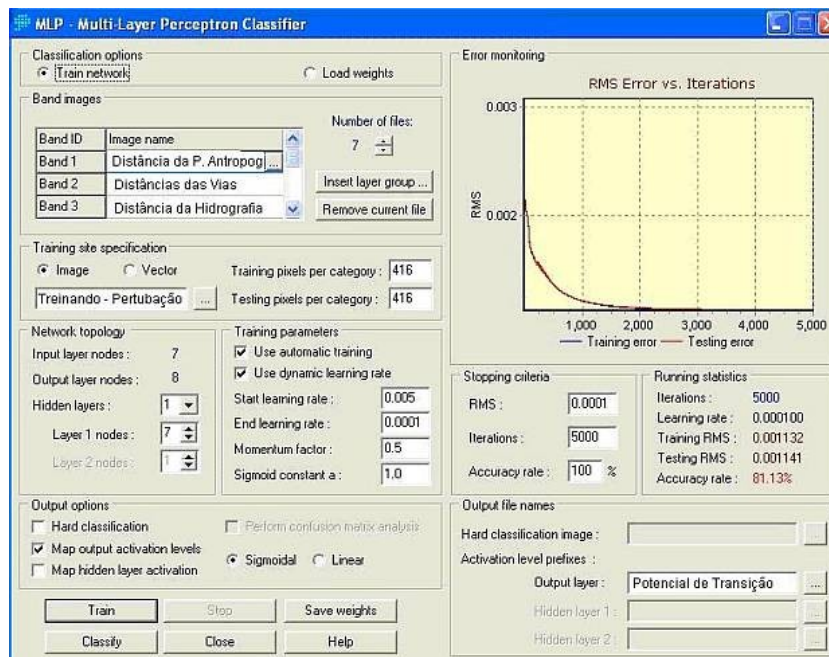


Figura 6 : MLP para gerar o modelo de potencial de transição.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado foram obtidos mapas que medem o potencial de transição das classes Savana (pequena área), Floresta Amazônica, Savana e Floresta Decídua para a classe denominada perturbações causadas pelo homem, respectivamente (FIGURA 7).

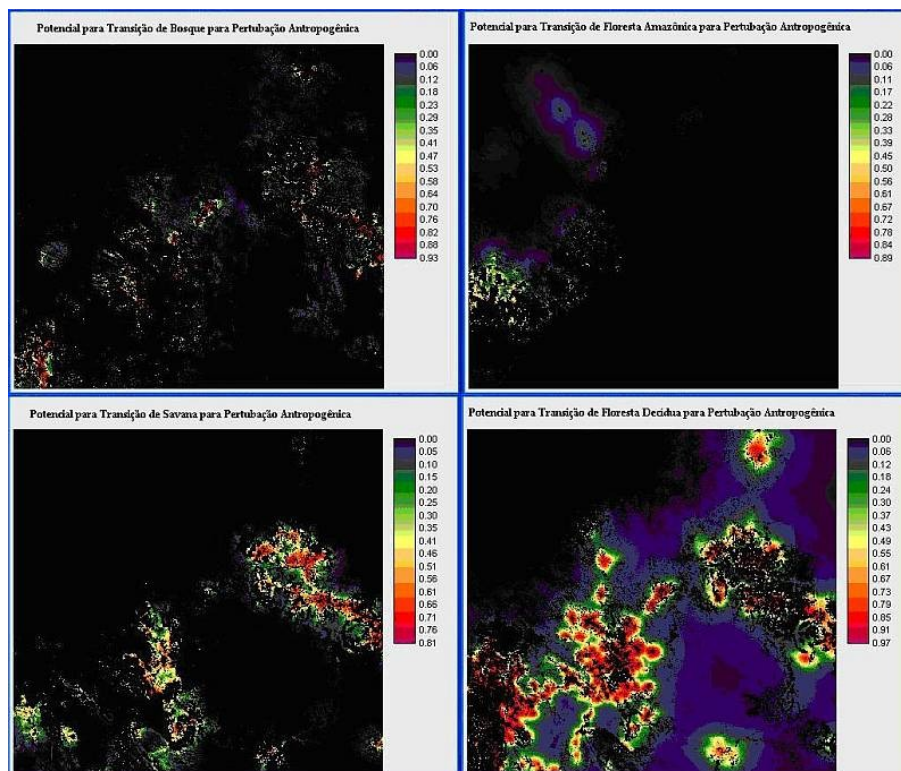


Figura 7 : Mapa de probabilidade de mudança da classe 1 (Pequena área de Savana), 2 (Floresta Amazônica), 5 (Savana) e 7 (Floresta Decídua) para classe 8 (Perturbação causada pelo homem)

Ao lado do mapa há um índice de probabilidade que varia entre zero e um, indicando o valor um o maior potencial de mudanças.

Ao se analisar o mapa de potencial de transição de cada uma dessas classes com a imagem temática inicial, foi notado que regiões mais próximas das áreas de perturbação antropogênicas têm maior probabilidade de ser modificada. Isso se deve ao fato de que a infra-estrutura existente, tal como estradas, geram desenvolvimento econômico na região de sua inserção, modificando portanto a paisagem e gerando nova infra-estrutura em sua redondeza.

7 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi alcançado uma vez que foi executada a modelagem do potencial de mudanças das classes informacionais de uso do solo, enfatizando principalmente às perturbações causadas pelo homem na região em estudo.

Esse modelo de potencial de transição facilita a identificação e distribuição espacial das áreas que possuem maior potencial de serem modificadas com o tempo. Esse é um dos primeiros passos para se fazer uma predição da mudança para o futuro da região utilizando o LCM, que é uma ferramenta que possibilita previsões futuras de uso e ocupação do solo a partir de mudanças ocorridas em um determinado período de tempo (duas imagens temáticas da mesma área de diferentes datas).

É importante ressaltar que o módulo LCM apresentou-se como uma ferramenta eficiente para a realização de tal tarefa, gerando os resultados de forma mais rápida que pelos métodos convencionalmente utilizados, uma vez que os comandos já estão arranjados sequencialmente para executar tais análises.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, J. L. S. *Análise Temporal do Uso do Solo e Cobertura Vegetal do Município de Uberlândia – MG, Utilizando Imagens ETM+ / LANDSAT 7.* Uberlândia. Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

CARVALHO, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELO, A. F.; SILVA, P. A. *Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba (MG).* In: *Bol. Pesq. Fl., Colombo, n.51, p. 171-184. Jul./dez. 2005*

COPPIN, P.; JONCKHEERE, I. ; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; LAMBIN, E. *Review article digital change detection methods in ecosystem Inovaciones y mejoramientos monitoring: a review.* *International Journal of de las técnicas de detección de cambios en la Remote Sensing, v. 25, n. 9, p. 1565-1596, 2004.*

GRACIANI, S. D. *Análise Multitemporal de Imagens de Sensoriamento Remoto para Monitoramento da Qualidade da Água em Áreas de Mineração de Carvão.* COBRAC 2000 · Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC Florianópolis · 15 a 19 de Outubro 2000

ROSA, R. *Introdução ao Sensoriamento Remoto, 5º ed., Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.*