



DIAGNÓSTICO DE MUDANÇAS E PERSISTÊNCIA DE OCUPAÇÃO DO SOLO ENTRE 1978 E 2011 NO IFTM-CAMPUS UBERABA, UTILIZANDO O “LAND CHANGE MODELER(LCM)”

Renato Farias do Valle Junior¹, Hygor Evangelista Siqueira², Janaína Ferreira Guidolini³, Vera Lucia Abdala¹, Mauro Ferreira Machado⁴

1. Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba, Minas Gerais – Brasil
(renato@iftm.edu.br)
2. Pós-Graduando em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba - Minas Gerais - Brasil
3. Pós-Graduada em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba - Minas Gerais - Brasil
4. Engenheiro Agrônomo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba - Minas Gerais - Brasil

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

Este trabalho visou diagnosticar uma série histórica do uso e ocupação do solo na área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba (IFTM-*Campus* Uberaba), localizada na cidade de Uberaba, Estado de Minas Gerais. Estas análises foram feitas através do Sistema de Informação Geográfico (SIG), comparando imagens de satélite LANDSAT 3 e 5 para os anos de 1978 e 2011, quanto às seguintes classes de uso do solo: agricultura, pastagem, solo exposto e mata nativa. A fim de avaliar os ganhos, perdas, persistências e intercâmbio entre as classes de uso do solo durante o período do estudo, utilizou-se a ferramenta Land Change Modeler (LCM) do SIG Idrisi Selva. Observou-se diminuição da área total de mata nativa em 0,711 Km² equivalendo a 19,19%, demonstrando um possível passivo ambiental e a substituição de áreas de mata por pastagem 0,313 Km² e agricultura 0,398 Km². Áreas ocupadas por mata foram transformadas em áreas de agricultura e pecuária totalizando (1,082 Km²) enquanto áreas de pastagem e solo exposto para mata (0,371 Km²), devido à regeneração natural, florestamento e ao reflorestamento.

PALAVRAS-CHAVE: LCM, predição, SIG, Ecologia da paisagem

DIAGNOSIS OF CHANGES AND PERSISTENCE OF OCCUPATION OF LAND BETWEEN 1978 AND 2011 ON IFTM - *CAMPUS* UBERABA, USING "LAND CHANGE MODELER (LCM)"

ABSTRACT

This study aimed to diagnose a number of historic use and occupation of land in the area of the al Instituto Federal of Educação, Ciência and Tecnologia of Triangulo

Mineiro-*Campus* Uberaba (IFTM - *Campus* Uberaba), located in the city of Uberaba, State of Minas Gerais. These analyzes were performed using the Geographic Information System (GIS), comparing satellite images LANDSAT 3 and 5 for the years 1978 and 2011, for the following classes of land use: agricultural, pasture, bare soil and native vegetation. In order to evaluate the gains, losses, persistence and exchange between classes of land use during the study period, we used the tool Land Change Modeler (LCM) of GIS Idrisi Selva. There was a decrease of the total area of native forest in 0.711 Km² equating to 19.19%, demonstrating a possible environmental liabilities and replacement of forest areas for grazing 0.398 KM² and agriculture 0.313 Km². Areas occupied by forest were turned into fields of agriculture and livestock totaling (1,082 km²), while pasture and bare soil for kills (0.371 km²) due to natural regeneration, afforestation and reforestation.

KEYWORDS: LCM, prediction, GIS, Landscape Ecology

INTRODUÇÃO

As alterações na cobertura dos solos devido a mudanças climáticas ou antropogênicas contribuem para a evolução da paisagem, potencializando alterações no equilíbrio dos ecossistemas naturais.

Para VALLE JUNIOR *et al.*, (2011) a rápida expansão agrícola e consequente desmatamento têm influenciado diretamente os recursos naturais, sendo necessária a reorganização do espaço e gerenciamento dos recursos naturais. A preservação e conservação da mata nativa em específico as situadas ao longo de cursos d'água e nascentes têm ocupado destaque pela importância na proteção de recursos hídricos.

Segundo VIEIRA (2000), apud VILELA (2009) a observação terrestre através de dados obtidos por satélites é o meio mais efetivo encontrado nos tempos modernos, além de ser econômico é de fácil acesso e permite o monitoramento de tais fenômenos. Atualmente, segundo ARANHA (2010), Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são muito usados para identificar o uso de meios computacionais no tratamento de informação relacionadas ao meio ambiente e suas relativas atividades.

O Land Change Modeler for Ecological Sustainability (LCM) foi criado e desenvolvido por uma equipe do Center Andes Biodiversity Conservation of Conservation International (Centro Andes de Conservação da Biodiversidade e Conservação Internacional) interno ao software Idrisi, desenvolvido pela Clark Labs University, agrupa ferramentas e ações nas áreas de processamento de imagens, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, geoestatística, apoio a tomada de decisão e análise de imagens geográficas que tem a função de analisar as mudanças no uso do solo entre duas datas, avaliar as perdas, ganhos e persistência no uso do solo, as contribuições de cada tipo de uso do solo para conversão em outra classe, além de predizer e modelar as variáveis relativas às transições do ambiente e habitat (EASTMAN, 2010).

O presente instrumento objetivou diagnosticar a ocupação do solo da área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba utilizando o módulo Land Change Modeler do Idrisi Selva avaliando a evolução de uso e ocupação do solo entre os anos de 1978 e 2011.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-*Campus* Uberaba (IFTM), possui uma área aproximada de 4,68 Km², está situado entre os paralelos 19° 38' 27,19" e 19° 40' 10,13" de latitude sul e os meridianos de 47° 56' 55,82" e 47° 58' 30,88" a oeste de Greenwich (Figura 1).

Existem dois regimes climáticos na região, o primeiro de inverno, classificado como frio e seco e o de verão, como quente e chuvoso. Quanto ao regime pluviométrico a região caracteriza-se por um regime chuvoso de outubro a abril, sendo a estação seca de maio a setembro e os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos (VALLE JUNIOR, 2008)

Geologicamente esta área corresponde à unidade do planalto do Brasil Central, em bacia sedimentar geotectônica denominada Bacia Sedimentar do Paraná. A área de estudo situa-se na porção norte/nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando estratigraficamente rochas do Grupo São Bento (basaltos da Formação Serra Geral) sobreposto pelos arenitos e conglomerados do Grupo Bauru (arenitos de Formação Uberaba e Formação Marília), com boa parte da área coberta com sedimentos cenozóicos (sedimentos aluviais recentes) (VALLE JUNIOR, 2008).

Segundo NISHIYAMA (1989), o município de Uberaba faz parte da unidade de relevo do Planalto Arenítico Basáltico da Bacia do Paraná. Os solos são muito variados, a maioria apresentando textura média, sendo classificados de uma forma geral como Latossolos de diferentes graus de fertilidade, predominando Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf), Latossolo Vermelho distrófico típico (LVdt) e Argissolo Vermelho amarelo distróficos típicos (PVA_d).

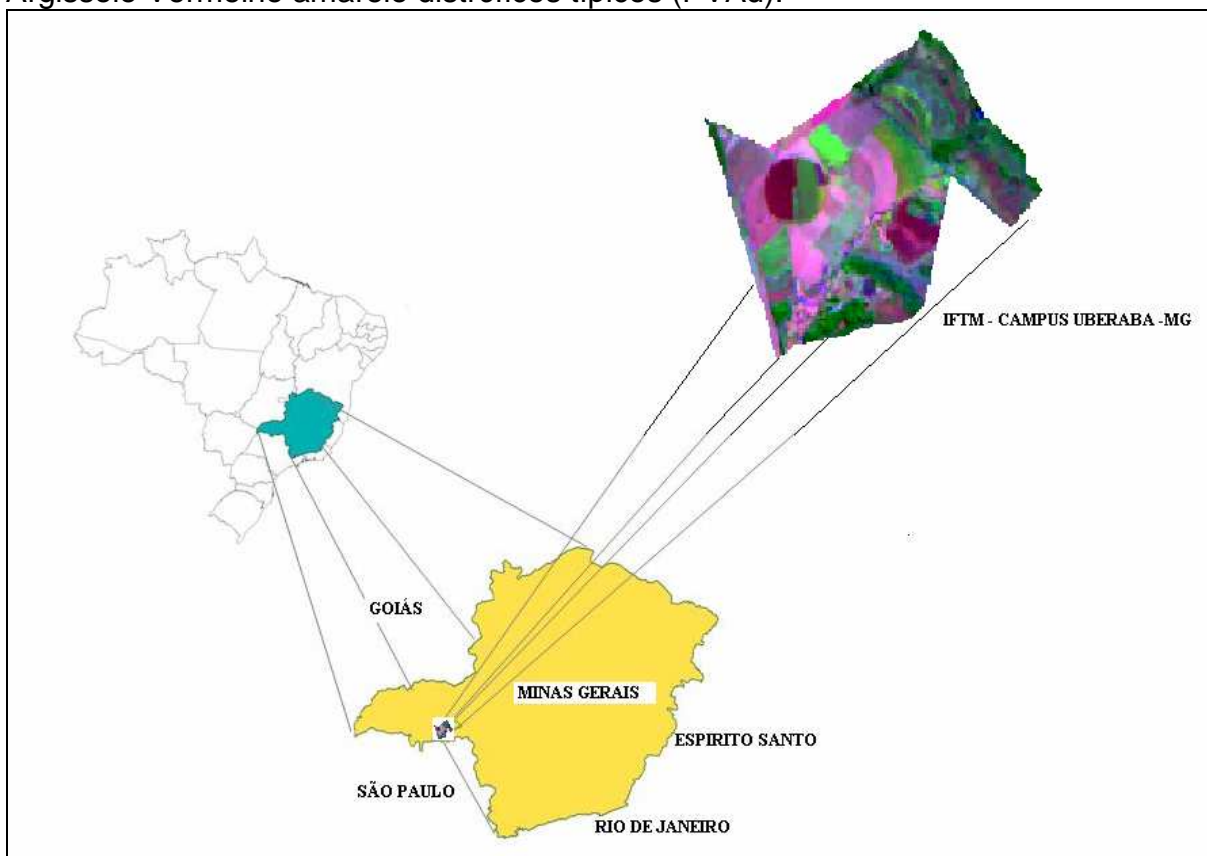


FIGURA 1. Localização da área do IFTM-*Campus* Uberaba
Fonte: do autor

Programa e metodologia utilizada

O estudo fundamentou-se no recorte de duas imagens orbitais do Sensor Landsat-3, instrumento MSS na órbita 236 no ponto 74, sendo sua projeção UTM SAD 69, que capturou imagens da região de Uberaba - MG em 28 de agosto de 1978 (INPE); e Landsat 5, instrumento TM na órbita 220 no ponto 74, sendo sua projeção UTM WGS84, com imagem de 3 de setembro de 2011, com resolução espacial de 14,5 metros da região do Triângulo Mineiro.

Para a definição da área de estudo, realizou-se um recorte nas duas imagens orbitais. Depois de recortadas, as duas imagens ficaram com as mesmas coordenadas limitantes. Elaborou-se uma composição RGB, utilizando-se os canais Red (vermelho), Green (verde) e Blue (azul), em imagens Landsat, a combinação das cores dá-se na ordem 5-4-3 para obter uma imagem RGB falsa cor. Através do Sistema de Informação (SIG) IDRISI SELVA foi realizada a composição das bandas espectrais da área e o seu recorte.

A composição RGB das bandas foi realizada a fim de se obter uma falsa cor da área estudada, ou seja, no menu "Display" clicou-se em "Composit", denominou-se então as bandas, sendo a banda 3 blue, a banda 4 green e a banda 5 red. A opção para "Contrast stretch type" foi "simple linear". A classificação e interpretação visual da composição colorida da imagem RGB foi baseada na descrição das categorias temáticas resultantes dessa, onde seguiram critérios como cores, tonalidades, texturas, formas e tamanhos.

Para classificar as imagens foi utilizado o algoritmo da máxima verossimilhança (MAXLIKE) que é o mais utilizado em sensoriamento remoto dentro da abordagem estatística. O "MAXLIKE" é um método considerado paramétrico, pois envolve parâmetros (vetor média e matriz de covariância) da distribuição gaussiana multivariada. É supervisionado, pois estima estes parâmetros através das amostras de treinamento. Esse método considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos.

A distribuição de valores de refletância em uma área de treinamento é descrita por uma função de densidade de probabilidade, desenvolvida com base na estatística Bayesiana. Esse classificador (MAXLIKE) avalia a probabilidade de um determinado pixel pertencer a uma categoria a qual ele tem maior probabilidade de associação. O resultado das classificações das duas imagens são quatro classes informacionais, sendo elas mata nativa, agricultura, pastagem e solo exposto.

Para avaliação dos resultados apresentados pela classificação foi feita uma imagem de referência para cada época (uso e ocupação do solo nos anos de 1978 e 2011), obtendo-se assim, duas imagens de referência. As imagens de referência de cada uma das datas foram obtidas por meio de digitalização em tela. Digitalizou-se polígonos, identificando as classes diferentes e bem definidas na imagem original. A digitalização foi realizada de maneira que os polígonos representassem as classes o mais fielmente possível.

Dessa forma, as imagens geradas podem ser consideradas verdadeiras. Assim, um dos principais cuidados durante a digitalização foi manter a distância de dois a três pixels dos limites entre classes diferentes, evitando-se pegar os pixels que delimitavam cada classe, pois se sabe que há influência dos espectros vizinhos sobre os pixels. Para realizar esta predição, seguiu-se a metodologia proposta por EASTMAN (2006 a e b). Utilizou-se como entrada as imagens classificadas dos anos de 1978 e 2011 para realizar a predição para o ano de 2020. Também foi inserido,

nesta predição, o Modelo Digital de Elevação (MDE) da área.

Mapas de transição entre as classes mata nativa, agricultura, pastagem e solo exposto foram criados para dar mais confiabilidade à predição. Transições menores que um hectare foram desconsideradas na análise. Para chegar a este valor foi feita uma análise visual através dos mapas de transição e o tamanho do pixel das imagens utilizadas (14 metros). Apenas os sub-modelos que representavam mudanças entre as classes agricultura, pastagem e mata nativa foram inseridas na predição. O MDE foi inserido como variável estática. Mais duas variáveis dinâmicas foram inseridas no modelo. São elas: mapa de uso e ocupação do solo a partir das classes dos anos de 1978 e 2011. Esta predição fez uso de cadeias markovianas. A propriedade de Markov é que os estados anteriores são irrelevantes para a predição dos estados seguintes, desde que o estado inicial seja conhecido (MARKOV, 1971).

Feita a predição de mudanças para o ano de 2020, prosseguiu-se para a validação do modelo utilizando-se ferramentas do software Idrisi Selva. Utilizando informações de transição do passado quanto ao uso e ocupação do solo e incorporando mapas de variáveis (agricultura, pastagem, mata nativa e solo exposto) que podem conduzir ou explicar tais transições, o LCM permitiu a criação de um banco de dados que expressou as mudanças ocorridas e a probabilidade de alterações quanto a ocupação do solo no futuro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra o mapa de Uso e Ocupação do solo da área de IFTM-Campus Uberaba no ano de 1978. Da área total (4,68 km²), a pastagem era a atividade mais utilizada com 3,226 km² de ocupação, seguido de cerca de 1,179 km² de mata nativa, que se concentrava significativamente a nordeste do mapa, nas Áreas de Preservação Permanente do Córrego Lanoso. A Atividade agrícola não existia neste período analisado e havia cerca de 0,131 km² de solo exposto, possivelmente desmatados e preparados para plantio de pasto.

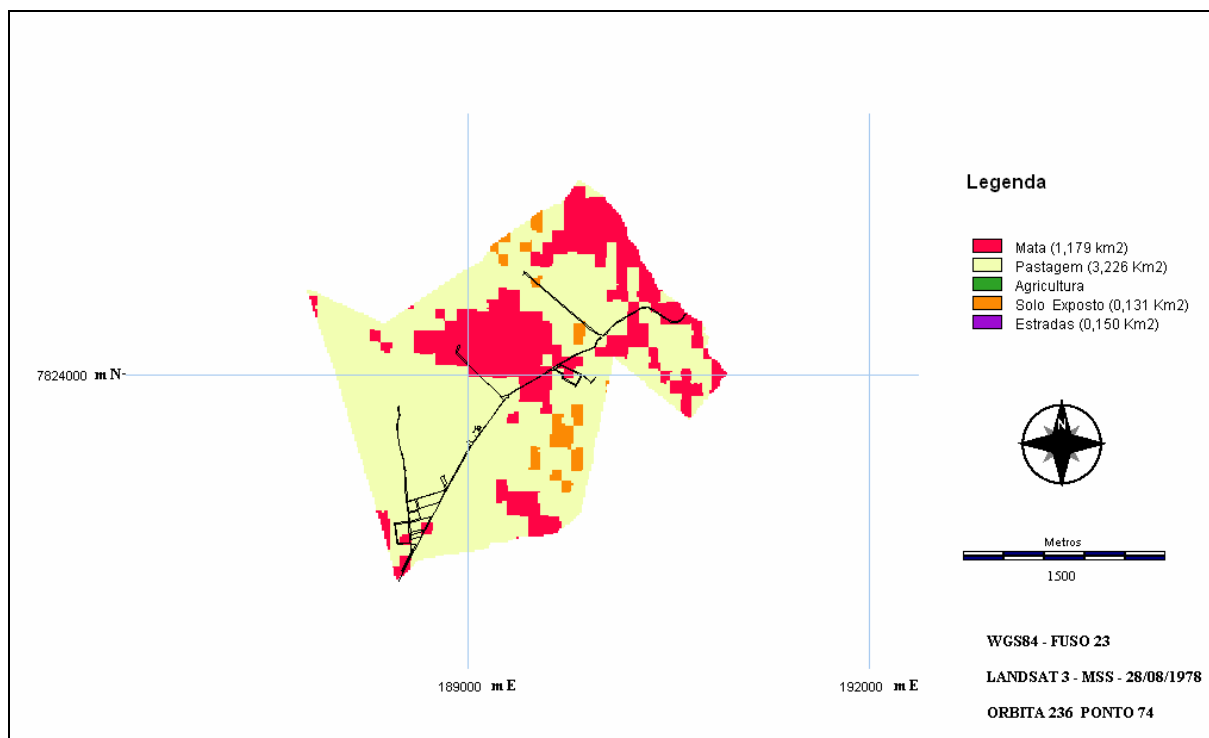


FIGURA 2. Mapa de Uso Ocupação do solo do IFTM-*Campus* Uberaba em 1978
 Fonte: do autor

A Figura 3 apresenta o uso ocupação do solo do IFTM-*Campus* Uberaba no ano de 2011. A pastagem ainda continua como a maior atividade de uso do solo (3,670 km²). A agricultura ocupa área em cerca de 0,398 km², e as áreas de mata ocupam apenas 0,468 km². No período analisado não foi identificada área com solo exposto. Comparando o uso e ocupação dos solos entre os anos de 1978 e 2011 (Figuras 2 e 3) identificou-se a diminuição da mata nativa em 71,1 ha equivalendo a 19,19% do total da área, demonstrando um possível passivo ambiental. Outras alterações significativas foram: a substituição de áreas de mata nativa por pastagem (31,3 ha) e agricultura (39,8 ha). Desta forma, analisando a recomposição da mata ciliar do córrego lanhoso ou lanoso, microbacia em que o IFTM encontra-se inserida, JESUS *et al.*, (2009) destacaram que a atividade agrícola localiza-se em local inadequado, próximo às margens dos rios, onde o gado forma trilheiros quando fazem a dessedentação no leito do córrego, conseqüentemente ocorre a compactação da área que favorecem a diminuição da mata nativa e a formação de processos erosivos.

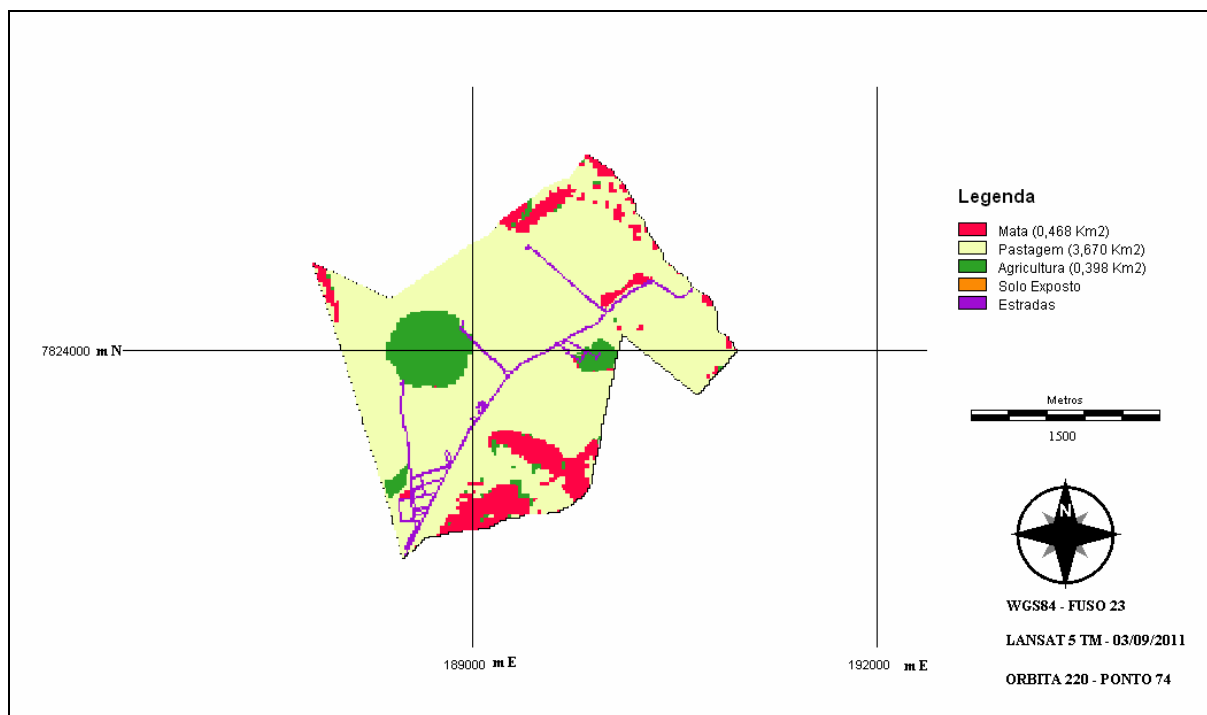


FIGURA 3. Mapa de Uso Ocupação do solo do IFTM-*Campus* Uberaba em 2011.
Fonte: do autor

SANTOS & BACCARO (2004) também observaram que ao se implantar pastagens no cerrado sem a adoção de práticas conservacionistas e ou uso adequado dos solos causaram desequilíbrios ambientais na bacia, gerando redução das matas nativas. VALLE JUNIOR *et al.*, (2010) diagnosticaram na microbacia do córrego lanoso, de um total de 183,6 ha de áreas de preservação permanentes que deveriam estar preservados ao longo dos cursos d'água, de acordo com a legislação ambiental, somente 68,6 ha apresenta-se preservado, correspondendo a 12,7% da área da microbacia. Tal verificação quanto a redução na mata nativa pode ser observada quando da adoção do LCM que analisa as mudanças ocorridas entre 1978 a 2011 na área do IFTM-*Campus* Uberaba, uma vez que este permitiu a geração de um mapa das mudanças ocorridas pixel a pixel na área de estudo (Figura 4) para as classes (Matas, Agricultura, Pastagem e Solo exposto), focando as transições ocorridas entre as atividades agropecuárias e a preservação das matas. Observou-se que houve transições quanto a ocupação dos solos de: pastagem para mata nativa (0,346 km²); pastagem para agricultura (0,305 km²); pastagem para solo exposto (0,104 km²); solo exposto para mata (0,025 km²); solo exposto para pastagem (0,057 km²); mata para pastagem (1,025 km²); mata para agricultura (0,057 km²); mata para solo exposto (0,018 km²). Desta forma, áreas onde eram ocupadas por mata foram transformadas em áreas de agricultura e pecuária totalizando (1,082 Km²), enquanto ocorreram mudanças de áreas de pastagem e solo exposto para mata (0,371 Km²) devidos a regeneração natural, florestamento e ao reflorestamento.

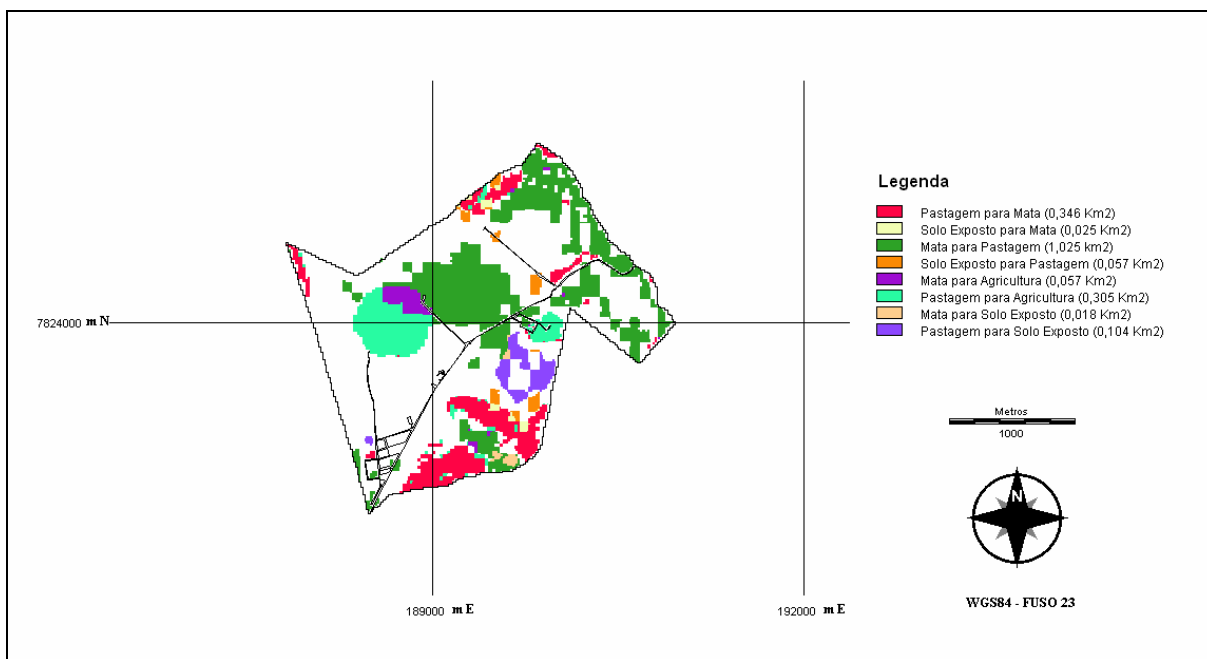


FIGURA 4. Mudanças ocorridas entre 1978 e 2011 no IFTM *Campus* Uberaba.
Fonte: do autor

Realizou-se através do Idrisi Selva avaliações de mudanças (ganhos e perdas) para cada classe e também expôs a persistência de cada área, ou seja, a área da microbacia destinada para cada classe que permaneceu inalterada quanto à ocupação do solo de 1978 a 2011.

A figura 5 expõe as áreas onde não ocorreram mudanças quanto ao uso do solo, ou seja, local em que houve a persistência da ocupação na mesma área. Logo, não ocorreram mudanças em 2,501 km² da área do IFTM-*Campus* Uberaba correspondendo a 53,44%. A área de Pastagem persistiu em 2,398 km² (51,23%) da área total. Houve persistência de 0,053 km² de área de Mata e ainda de 0,507 de solo exposto, sendo áreas que não ocorreram mudanças.

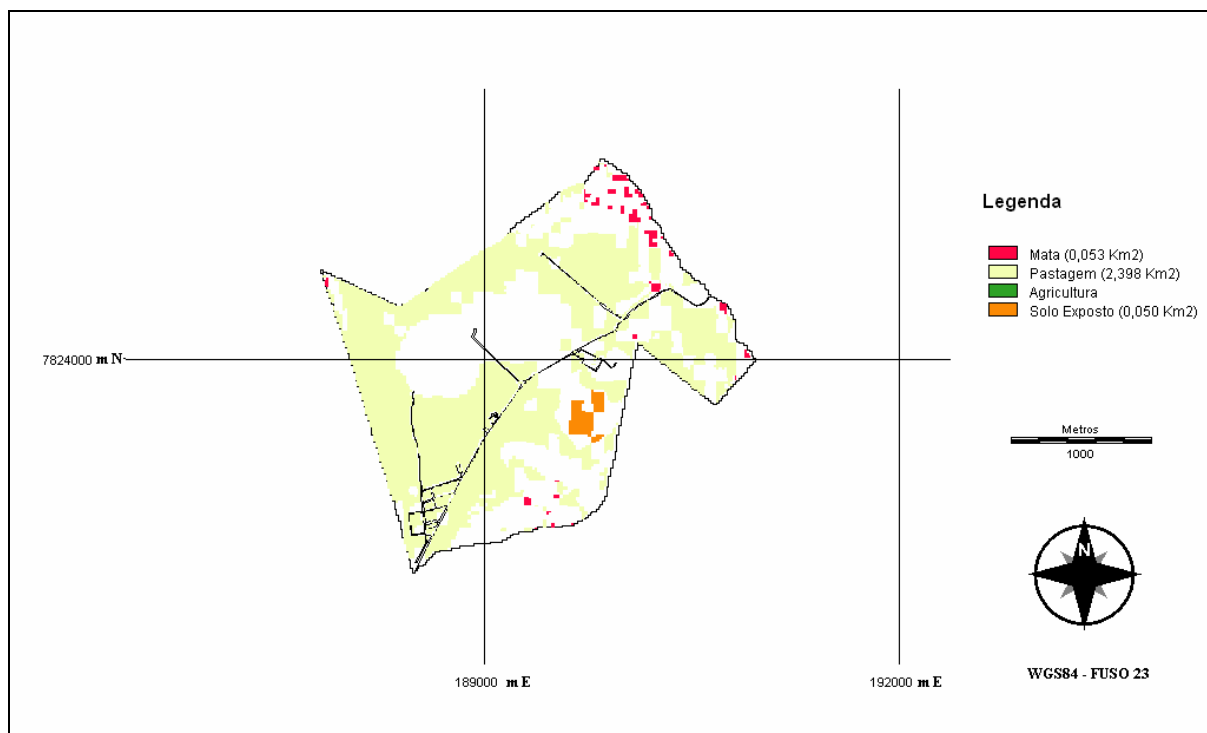


FIGURA 5. Persistência de uso na área do IFTM-Campus Uberaba entre 1978 a 2011.

Fonte: autores

CONCLUSÕES

No histórico analisado (1978 a 2011) utilizando-se do Lange Change Modeler (LCM), concluiu-se que:

- a) Ocorreu diminuição da área total de mata nativa em 0,711 Km² equivalendo a 19,19%, demonstrando um possível passivo ambiental e a substituição de áreas de mata por pastagem 0,313 Km² e agricultura 0,398 Km².
- b) Áreas ocupadas por mata foram transformadas em áreas de agricultura e pecuária totalizando (1,082 Km²) enquanto áreas de pastagem e solo exposto para mata (0,371 Km²), devidos a regeneração natural, florestamento e ao reflorestamento;

REFERÊNCIAS

ARANHA, J. T. M. **Sistema de Informações Geográficas – Conceitos e Aplicações.** Vila Real, [s.n.] 2010

EASTMAN, J. **Idridi Taiga Tutorial.** Massachusetts: Clark Labs. 2009. Disponível em <www.clarklabs.org>. Acesso em 03 fev. 2010.

EASTMAN, J. R. **IDRISI Manual.** IDRISI Andes Guide to GIS and Image Processing.

Manual Version 15.00. Clark University, Worcester, MA – USA. 2006a, 260p.

EASTMAN, J. R.. **IDRISI Andes Tutorial**. Manual Version 15.00. Clark University, Worcester, MA – USA. 2006b,258p.

JESUS, E. F. et al. Caracterização e recomposição da mata ciliar do córrego Lanhoso. **Revista Brasileira de Agroecologia** (Online), v. 4, p. 18-28, 2009.

MARKOV, A. A. 1971. Extension of the limit theorems of probability theory to a sum of variables connected in a chain. Reimpresso no Apêndice B de: R. Howard. **Dynamic Probabilistic Systems**, V. I: Markov Chains. John Wiley and Sons.

NISHIYAMA, L. Geologia **do Município de Uberlândia e áreas adjacentes**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.01, n.01. p. 9 – 15, 1989.

SANTOS, L.; BACCARO, C.A.D. Caracterização geomorfológica da bacia do Rio Tijuco. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia-MG, v.1,n.11, p.1-21, fev./2004.

VALLE JUNIOR, R. F. do, et al. Diagnóstico das áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Tijuco, Prata - MG, Utilizando Tecnologia SIG. **Global Science And Technology**, v. 04, n. 01, p.105 – 114, jan/abr. 2011.

VALLE JUNIOR, R.F. do et al. Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente na Microbacia Hidrográfica do Córrego Lanoso , Uberaba - MG, Utilizando Sistema de Informação Geográfica - SIG. **Global Science and Technology**, v. 3, n.03, p. 40-49, set/dez 2010.

VALLE JUNIOR, R. F. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2807.pdf> Acesso em: 23 fev. 2011.

VIEIRA, C. A. O. **Accuracy of remotely sensing classification of agricultural crops: a comparative study**. p 327. Thesis (Doctor of Philosophy in Physical Geography) - University of Nottingham, Nottingham. 2000.

VILELA, T. A. **Avaliação Do Desmatamento e seus possíveis impactos nas mudanças climáticas da Bacia do Rio Turvo Sujo – MG**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil. 2009.