

**Rosana Sumiya Gurgel**

Mestre em Geografia pela Universidade de Brasília (UnB)  
rsumiya@gmail.com

**Osmar Abílio de Carvalho Júnior**

Professor titular da Universidade de Brasília (UnB), pesquisador CNPq  
osmarjr@unb.br

**Roberto Arnaldo Trancoso Gomes**

Professor titular da Universidade de Brasília (UnB), pesquisador CNPq  
robertogomes@unb.br

**Renato Fontes Guimarães**

Professor adjunto da Universidade de Brasília (UnB), pesquisador CNPq  
renatofg@unb.br

**Éder de Souza Martins**

Pesquisador II da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pesquisador CNPq  
eder@cpac.embrapa.br

---

# **Relação entre a evolução do uso da terra com as unidades geomorfológicas no município de Riachão das Neves (BA)**

## **Resumo**

A apropriação do meio natural pelo homem estabelece estratégias próprias de produção e organização espacial. O presente trabalho possui como objetivo realizar uma análise multitemporal do uso e da cobertura da terra nas últimas duas décadas no município de Riachão das Neves, considerando as unidades geomorfológicas e as adequações às leis ambientais. Com este propósito, a metodologia adota técnicas de geoprocessamento validadas por trabalho de campo. O processamento dos dados pode ser subdividido nas seguintes etapas: (a) análise multitemporal do avanço agrícola, (b) delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), e (c) identificação do uso inadequado das áreas protegidas por lei. A análise multitemporal utiliza-se de imagens de alta resolução espacial do sensor ALOS-PRISM referente ao ano de 2008 e uma série temporal de imagens do sensor LANDSAT referente aos anos 1988, 1992, 1996, 2000, 2004 e 2008. Riachão das Neves ainda possui aproximadamente 67% de área de vegetação natural. Existe um nítido controle geomorfológico no sistema de produção. Nas áreas de Depressão e Vale o uso está

concentrado próximo aos rios pelos pequenos proprietários de terra, em sua maioria pecuaristas, enquanto que em áreas de Chapada o uso da terra está dominado pela agricultura mecanizada de grande escala.

**Palavras-chave:** análise temporal, uso da terra, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica.

### **Abstract**

LAND USE EVOLUTION AND GEOMORPHOLOGICAL UNIT RELATIONSHIP IN RIACHÃO DAS NEVES COUNTY (BA): EFFECTS IN PROTECTED AREAS

The appropriation of the natural environment by man establishes strategies of spatial production and organization. This work aims to perform a multitemporal analysis of land use and land cover in the last two decades in Riachão das Neves County, considering the terrain attributes and the adequacy of environmental laws. The methodology adopts remote sensing and GIS techniques and field work. The data processing can be subdivided into the following steps: (a) multitemporal analysis of agricultural expansion, (b) protected areas mapping, and (c) identification of inappropriate use of protected areas. Multitemporal analysis using ALOS-PRISM sensor with high spatial resolution for 2008 and the Landsat imagery from 1988, 1992, 1996, 2000, 2004 and 2008. The classification process was done by visual interpretation and checking of field work. Riachão das Neves has approximately 67% of the natural vegetation. There is an apparent geomorphological control on the production system. In the Depression and Valley areas, the land use is concentrated around the rivers by small farmers, mostly livestock farming, while in the Plateau areas the land use is dominated by large scale mechanized agriculture.

**Key-words:** temporal analysis, land use, remote sensing, geographic information system.

## **1. Introdução**

A paisagem rural é um mosaico de áreas naturais e antrópicas que variam de tamanho, forma e arranjo (BURGESS; SHARPER, 1981; FORMAN; GORDON, 1986). Nestes ambientes, as múltiplas funções no campo social, econômico e ecológico geram conflitos que devem ser intermediados por um planejamento e manejo dos recursos naturais. As mudanças e as sucessões no uso e na cobertura da terra são resultantes das complexas interações dos fatores naturais com os humanos (ZONNEVELD, 1995).

Um dos enfoques dentro dos estudos de paisagem é analisar a relação dos atributos físico-bióticos (solos, topografia, micro-clima, vegetação, entre

outros) na determinação da variação do uso e da cobertura da terra ao longo do tempo e do espaço (IVERSON, 1988; POUDEVIGNE et al., 1997; SCHNEIDER; PONTIUS, 2001). Nesta perspectiva, alguns estudos demonstram que os fatores ambientais constituem um arcabouço que direciona o tipo e as mudanças de uso e cobertura da terra (PAN et al., 1999; CHEN et al., 2001; SIMPSON et al., 1994). A descrição dessa dinâmica é útil tanto como reconstrução e reavaliação das ações do passado, mas também para projeções futuras, de forma a antecipar os problemas e estabelecer parâmetros na preservação das funções essenciais da paisagem. A obtenção de um desenvolvimento sustentável do avanço da fronteira agrícola deve ser mediada por estudos regionais que considerem a formulação e a vigilância das áreas de preservação.

Neste propósito torna-se prioritário o mapeamento e o monitoramento da superfície terrestre a partir de sensores remotos por permitirem uma visão sinóptica, maior rapidez e menor custo. O sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado para avaliar a dinâmica espacial e no emprego do planejamento territorial. O processamento digital para a detecção de mudanças pode fornecer importantes informações para o planejamento ambiental, como: (a) a área e a taxa em que a paisagem se altera, (b) a distribuição e a relação espacial dos tipos de mudanças, avaliando os fatores ambientais e sociais que as condicionam, (c) a definição da trajetória de mudança estabelecendo uma sucessão de uso da terra na paisagem, (d) o monitoramento e definição de estratégias de conservação, e (e) a elaboração de uma representação cartográfica que auxilia e evidencia os problemas existentes, favorecendo a atuação da fiscalização.

No Bioma Cerrado a agricultura se expande rapidamente devido ao incentivo tecnológico, político governamental e econômico com a expansão do mercado externo (SANO et al., 2001). Esta permanência da expansão agrícola sobre as parcelas de vegetação nativa torna-se uma grande preocupação. Dentro do bioma Cerrado, o Oeste da Bahia é uma das regiões com a maior expansão agrícola nas últimas duas décadas, estimulada pelo aumento da demanda de alimentos pelos mercados nacional e internacional (IBGE, 2002). A agricultura torna-se o principal agente econômico regional que impulsiona a geração de emprego e renda.

O presente trabalho possui como objetivo realizar uma análise multitemporal, das últimas duas décadas, do uso da terra no município de Riachão das Neves, a partir de técnicas de geoprocessamento, com o propósito de prever seu avanço e de fornecer diretrizes para o uso sustentável. Com este propósito, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são delimitadas e mapeadas de forma a identificar as localidades com uso indevido. As informações geo-ambientais do município são esquematizadas em um SIG de forma a auxiliar na formulação de diretrizes que promovam o desenvolvimento sustentável do município.

## **2. Caracterização da área de estudo**

O Município de Riachão das Neves localiza-se no Oeste da Bahia (Figura 1) e consiste em um importante polo agrícola regional. Seu povoamento iniciou-se na primeira metade do século XIX, por colonos vindos da província de Pernambuco. A fertilidade das terras atraiu novas famílias, que ali se estabeleceram, formando o arraial Riachão das Neves, elevado a vila em 1934; o município foi criado em 1962.

A geomorfologia em Riachão das Neves está dividida basicamente em três grupos de relevo: região de Chapada desenvolvida sobre arenito Urucuia na porção oeste; Vales e Escarpas na porção central e Depressão na porção leste (Figura 2). Estas unidades ficam evidentes no Modelo Digital de Terreno proveniente do SRTM (Figura 3).

Nas áreas de chapadões, porção ocidental do município, os solos mais expressivos são: os Latossolos e os Neossolos Quartzarênico. O Latossolo caracteriza-se por ter textura média e ser excessivamente drenado, estando presente em áreas planas favoráveis ao desenvolvimento da agricultura intensiva e mecanizada (CUNHA et al., 2001).

O Neossolo Quartzarênico consiste em um solo pouco evoluído e de textura arenosa presente em altitudes mais baixas com relevo suavemente ondulado, sendo raramente encontrado no alto de chapadas. Este solo caracteriza-se por não possuir horizonte B, com textura areia ou areia franca, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo (UFLA, 2010).

Na depressão cárstica, os tipos de solos encontrados são o Argissolo e o Cambissolo. O Argissolo ocorre geralmente nas encostas côncavas e plano-inclinadas das superfícies onduladas e fortemente onduladas. Apresenta um horizonte B textural (Bt) formado pela movimentação de argila dos horizontes superiores para os inferiores, tornando os horizontes superiores ao Bt com menores teores de argila e maiores de areia. O acúmulo de argila no horizonte Bt reduz a permeabilidade dos Argissolos, somado ao fato do horizonte superficial ser arenoso, o que torna o risco de erosão uma limitação agrícola (UFLA, 2010).

Os Cambissolos possuem horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, com 40 cm ou mais de espessura, constituído por fragmento de material originário ou não. Ocorrem de forma descontínua sob várias coberturas vegetais, em quase todas as unidades de relevo. São mais representativos em relevos movimentados, mas podem ocorrer em superfícies planas de sedimentos quaternários aluviais (PALMIERI; LARACH, 2004).

Nos vales e escarpas são encontrados Cambissolos, Gleissolos e Neossolo Litólico. O Gleissolo é encontrado nas planícies fluviais e fluvio-lacustres, compreendendo o solo hidromórfico com a presença do horizonte A ou H e glei (EMBRAPA, 2006). O horizonte A superficial possui cor preta, teores de matéria orgânica elevada e espessura variando de 10 a 30 cm. As suas camadas apresentam cores acinzentadas com mosqueados amarelados e avermelhados causados pelos processos de oxi-redução devido às oscilações do lençol freático.

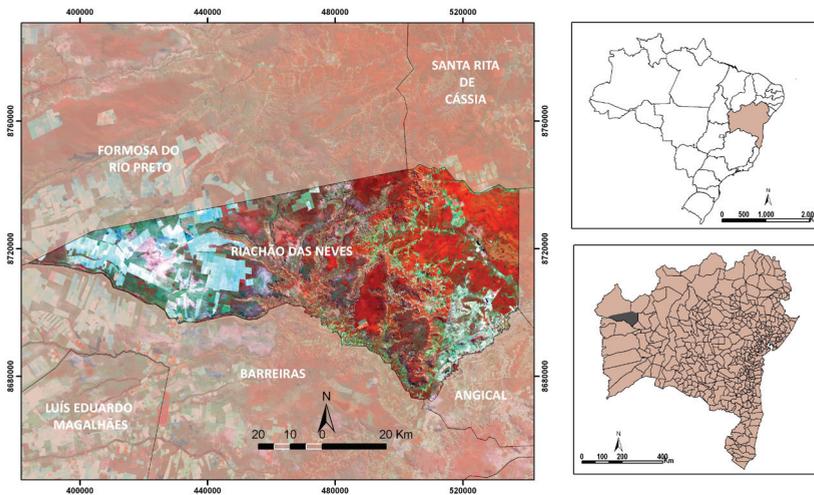
Os Neossolos Litólicos são solos pouco evoluídos, sobrepostos diretamente sobre a rocha, e possuem fragmentos de rocha com diâmetro menor que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões) (EMBRAPA, 2006). São solos de paisagens mais íngremes, cornijas e frente de cuevas (PALMIERI; LARACH, 2004).

Os padrões de drenagem superficial na região, em sua maioria se dão de oeste para leste, desaguando no rio São Francisco. Esses rios possuem padrão de drenagem paralelo a subparalelo, normalmente encaixados nas calhas das drenagens, condicionado a um controle estrutural de fraturas (BRASIL, 1982). Conforme estudos realizados pela Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia (SRH-BA) na sub-bacia do Rio Grande, da qual

faz parte o município de Riachão das Neves, foram constatados sinais de degradação ambiental, caracterizada principalmente pelo mau uso e manejo dos solos e pela destruição das matas ciliares e veredas (GASPAR, 2006).

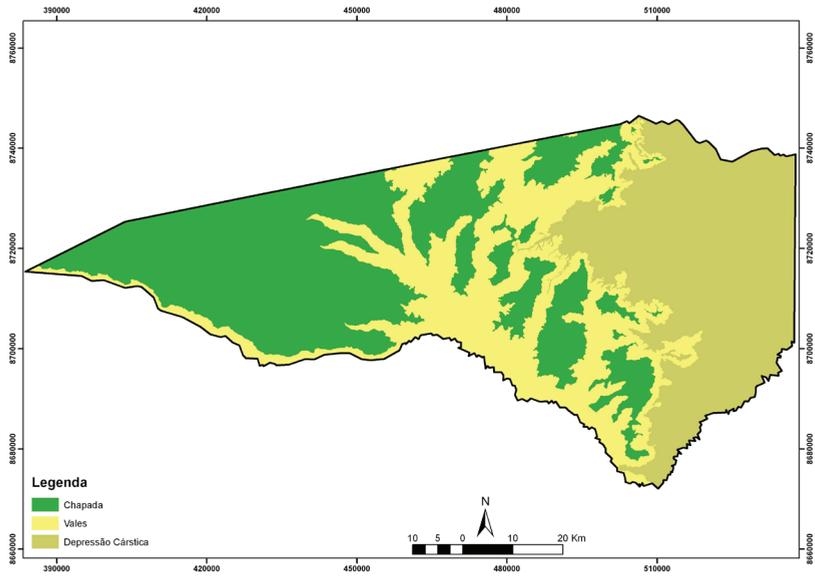
A vegetação predominante nas chapadas e nos vales é o Cerrado (SANTANA et al., 2010). Já onde o solo é permanente brejoso encontram-se as Veredas que são resultantes de processos de exsudação do lençol freático, cujas águas geralmente convergem para um talvegue, estas possuem uma vegetação típica, caracterizada por diferentes espécies de palmeiras, sendo a mais comum o buriti. O clima nas áreas de domínio dos Cerrados é classificado como subúmido e úmido, com precipitação entre 1200 e 1600 mm (SEI, 2007), com período de cinco a seis meses de seca, opondo-se a seis ou sete meses chuvosos. As temperaturas médias anuais variam de um mínimo de 20 a 22°C e até um máximo de 24 a 26°C. Entretanto a umidade do ar atinge níveis muito baixos similares aos do domínio das caatingas no inverno seco (AB'SÁBER, 2003).

**Figura 1**  
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



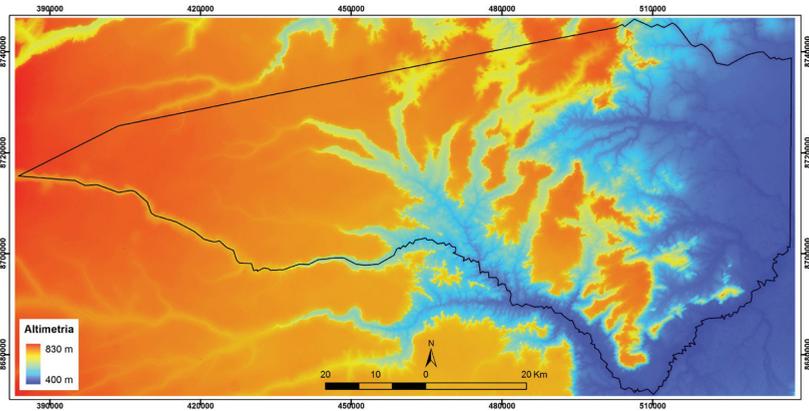
Fonte e elaboração: os autores.

**Figura 2**  
COMPARTIMENTAÇÃO DA PAISAGEM EM RIACHÃO DAS NEVES-BA



Fonte e elaboração: os autores.

**Figura 3**  
MODELO DIGITAL DE TERRENO SRTM DO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES-BA



Fonte e elaboração: os autores.

Nas áreas de Depressão são encontradas áreas de transição ecológica para a Caatinga. Nestas localidades estão presentes Mata Seca, composta por espécies decíduas, com dois extratos distintos – a mata com o seu dossel superior em torno de 15 a 18 metros de altura, regularmente denso – e a submata composta por arbustos e indivíduos jovens arbóreos, formando um emaranhado denso no qual há predominância de espécies com espinhos (HIGESA, 1993). A variação sazonal é muito similar ao do domínio dos Cerrados, no entanto a média anual de precipitação varia entre 268 a 800 mm, com temperatura média anual de 25 a 29°C (AB’SÁBER, 2003).

### **3. Materiais e métodos**

#### *3.1 Imagens dos Sensores ALOS e Landsat-5*

No presente estudo foram utilizadas imagens pancromáticas de 8 bits do sensor PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instruments for Stereo Mapping*) presente no satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) da *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA). As imagens adquiridas são referentes ao produto 1B2 das imagens PRISM, que são submetidas à calibração radiométrica e geométrica, com os pixels alinhados com a grade da projeção UTM e resolução espacial de 2,5 m. As imagens utilizadas são referentes ao ano de 2008.

Além da imagem PRISM, foram utilizados uma série temporal do sensor TM-Landsat5 referente a vinte anos em intervalos de quatro anos de 1998 até 2008. As imagens utilizadas são referentes às seis bandas da faixa do visível e infravermelho com resolução de 30 metros. Este sensor se encontra em órbita há mais de 30 anos, facilitando o levantamento histórico de cobertura e uso da terra do município. As imagens foram escolhidas sempre em uma mesma época do ano de forma a evitar mudanças fenológicas ou de estágio de cultura (Tabela 1). Estas imagens foram co-registradas com as imagens ALOS para obter uma precisa sobreposição.

**Tabela 1**  
IMAGENS LANDSAT UTILIZADAS

DATA	PONTO/ÓRBITA	DATA
1988	219/68	27 de agosto
	220/68	03 de setembro
1992	219/68	22 de agosto
	220/68	14 de setembro
1996	219/68	29 de maio
	220/68	21 de junho
2000	219/68	12 de agosto
	220/68	16 de junho
2004	219/68	23 de agosto
	220/68	27 de junho
2008	219/68	17 de julho
	220/68	24 de julho

Fonte e elaboração: os autores.

### 3.2 *Detecção de Mudança pelo Método de Pós-Classificação*

Existem diferentes técnicas e algoritmos para a detecção de mudanças. A principal subdivisão nos métodos é referente à sequência dos procedimentos metodológicos, enfocando a relação entre as etapas de processamento temporal e a classificação. Considerando esta característica, é possível definir dois tipos de métodos: (a) pré-classificação, que realiza primeiramente o processamento digital de duas imagens de diferentes datas, gerando uma imagem de detecção de mudança que será submetida a uma classificação; e (b) pós-classificação, onde as imagens são previamente classificadas, individualmente, de forma manual ou por métodos computacionais, e depois comparadas de forma a extrair e quantificar as áreas de mudança (JENSEN et al., 1993; YUAN et al., 2005).

Dentre os métodos de pré-classificação destacam-se os que realizam operações aritméticas de subtração ou divisão de imagens temporais (WEISMILLER et al., 1977; GONG et al., 1992; MANAVALAN et al., 1995) e os que empregam procedimentos de transformadas como: Análise de

Principais Componentes (FUNG; LE DREW, 1987; COLLINS; WOODCOCK, 1996), Tasseled-Cap Transformação (FUNG, 1990; COLLINS; WOODCOCK, 1994, 1996), Análise Canônica (NIELSEN et al., 1998), Análise de Correspondência (CAKIR et al., 2006), Análise de Mistura (ADAMS et al., 1995; ADAMS; GILLESPIE, 2006; CARVALHO JÚNIOR et al., 2011). Contudo, o simples emprego do algoritmo de pré-classificação raramente é suficiente para individualizar as mudanças ocorridas. Normalmente, informações adicionais são requeridas para se obter uma imagem classificada das mudanças, destacando-se como o maior problema a definição dos valores limitantes que delimitam estas classes (JENSEN, 1986; GONG, 1993). Além disso, pode haver confusão das mudanças do uso da terra com outros tipos de mudanças, como as provenientes da fenologia das plantas ou dos estágios de cultivo, não relevantes para o mapeamento do uso e da cobertura da terra. Estas características tornam muitas vezes preferíveis o emprego do método de pós-classificação por ser mais simples e atender a quantificação dos tipos de mudança sem muitas interferências (MUNYATI, 2000; DE BRUIN, 2000; NARUMALANI et al., 2004).

No presente estudo adota-se o método de detecção de mudança por pós-classificação. As principais vantagens desta técnica são: (a) fácil atualização ao longo do tempo, favorecendo o monitoramento; (b) permite compensar as variações provenientes das condições atmosféricas, mudanças fenológicas e umidade de solo, devido à independência na confecção do mapa temático; e (c) permite integrar e comparar imagens de sensores com diferentes resoluções espaciais, espectrais, temporais e radiométricas (COPPIN et al., 2004; MENKE et al., 2009).

Dois requerimentos são corriqueiramente abordados como procedimentos de pré-processamento das imagens temporais: co-registro de imagens e a correção radiométrica (STOW, 1999; VERBYLA; BOLES, 2000; STOW; CHEN, 2002). A acurácia no registro espacial entre as imagens temporais é requerida de forma a evitar dados espúrios provenientes de deslocamentos que não retratam mudanças reais. Com o propósito de evitar estas feições indesejáveis o erro médio quadrático do co-registro deve ser inferior à metade da dimensão do pixel (TOWNSHEND et al., 1992; DAI; KHORRAM, 1998). Para este trabalho, as imagens TM-Landsat5 foram co-registradas de acordo com as imagens Landsat GeoCover, ortorretificadas

com uma resolução espacial de 28,5 metros, disponíveis no *Global Land Cover Facility* (MDA FEDERAL, 2004).

A classificação do uso e da cobertura da terra foi feita manualmente por interpretação visual da imagem, considerando-se as propriedades básicas da imagem de satélite, tais como: cor, textura, forma, estrutura e relações de contexto. A interpretação visual foi feita inicialmente na imagem PRISM de maior resolução e referente ao ano mais recente da pesquisa: 2008. A partir desta classificação foi feita uma retroanálise para os anos anteriores considerando-se a série temporal das imagens TM-Landsat. Este procedimento permite uma maior acurácia na sobreposição dos dados ao longo do tempo evitando pequenos deslocamentos provocados pela digitação em tela.

O mapa do uso e da cobertura da terra considerou quatro classes de uso e cobertura da terra: agricultura, pecuária, vegetação alterada e vegetação natural. Para aferir os padrões texturais e espectrais presentes na imagem foram realizados trabalhos de campo.

### 3.3 *Análise das Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Município*

As APPs possuem as suas áreas protegidas desde a instituição do Código Florestal, criado pela Lei. 4.771/1965, sendo um instrumento disciplinar de ocupação das terras protegendo as funções da floresta e orientando para a criação de áreas naturais ou silvestres em todas as unidades da Federação, visando à proteção dos mananciais.

O Art. 2º do Código Florestal considera como intocáveis as florestas e demais formas de vegetação localizadas ao longo dos cursos d'água, nascentes, áreas ao redor de lagoas, lagos e reservatórios, topo de elevações topográficas, encostas com declividade superior a 45 graus, restingas, bordos de chapada em altitude superior a 1.800m. Esta manutenção da vegetação traz benefícios para a fauna, contribui para atenuar os efeitos erosivos, promove a regularização do fluxo hídrico e reduz o assoreamento dos cursos d'água e reservatórios.

Apesar do Art. 2º do Código Florestal ter representado grande avanço no estabelecimento de uma disciplina na ocupação da terra, seus dispositivos careciam de regulamentação quanto às áreas de proteção de nascentes,

áreas ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de águas naturais ou artificiais, nas restingas e nas bordas de chapadas ou tabuleiros (GUIMARÃES et al., 2005).

Diferentemente do Código Florestal, no qual o valor da vegetação era de uso, na Resolução do CONAMA (302/2002 e 303/2002), além da regulamentação dessas áreas, agrega-se um significado de bens de interesse comum a todos os habitantes do país, pelo seu valor intrínseco (o valor da existência) e não mais pela utilidade imediata para a espécie humana.

No presente trabalho são detectadas as áreas de uso indevido nas APPs ao longo da série temporal. A metodologia adotada pode ser subdividida nas seguintes etapas: (a) mapeamento das áreas de preservação conforme a Resolução do CONAMA 303/2002 (drenagens perenes e intermitentes e suas nascentes, o solo hidromórfico, borda de chapada, lagoas e reservatórios); (b) identificação das áreas de uso indevido a partir do cruzamento dos dados de uso e cobertura da terra ao longo do tempo com as APPs. Com essa técnica foi possível delimitar as áreas de incongruência de uso em discordância com a Resolução CONAMA.

## **4. Resultados e discussão**

### *4.1 Evolução do uso e da cobertura da terra e os seus condicionantes geomorfológicos*

A partir da análise temporal dos últimos vinte anos é possível constatar o avanço da agricultura e da pecuária no município de Riachão das Neves em uma configuração espacial distinta (Figura 4).

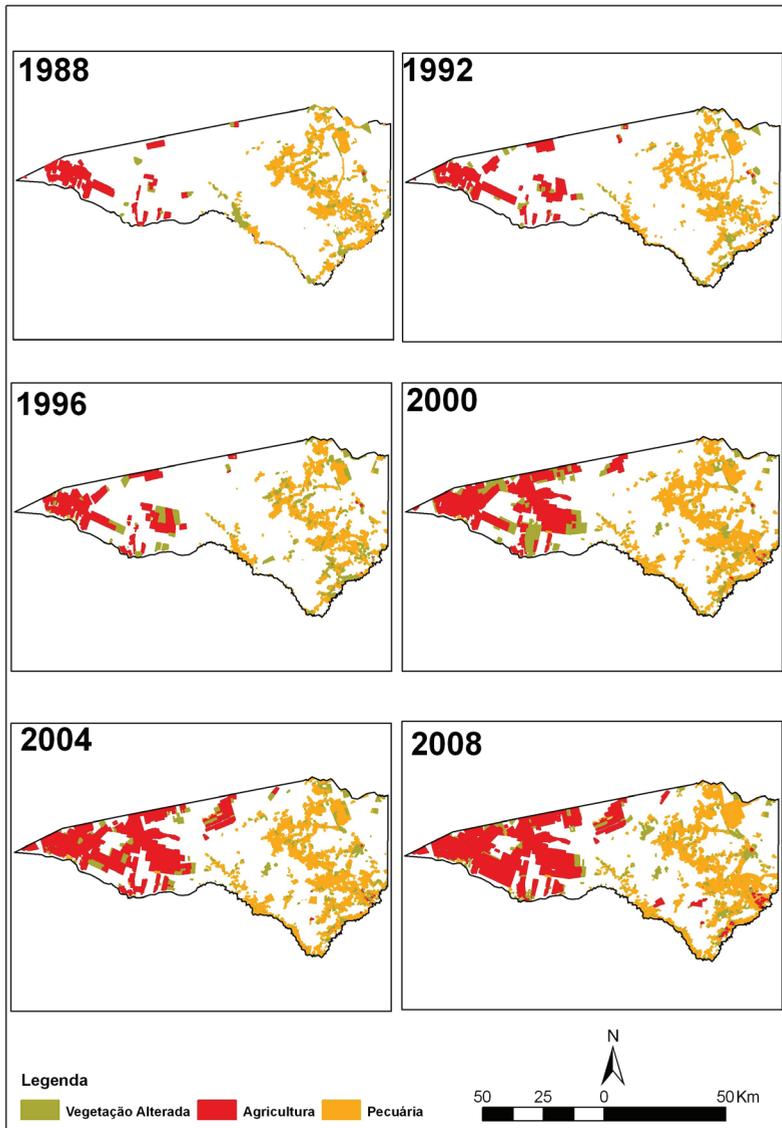
A pecuária na região é uma atividade exercida antes mesmo da emancipação do município, sendo em 1988 a maior atividade em área, com 41.364,79 ha. A criação pecuária encontra-se concentrada nas unidades geomorfológicas de Depressão e Vale ao longo dos principais cursos d'água. Estas áreas apresentam maior declividade, inviabilizando a agricultura mecanizada. Considerando apenas as regiões de Depressão, observa-se que ocorreu um crescimento no período de análise de 18% para 26% (Figura 5), enquanto que na região de Vale houve um crescimento de

3% para 7% (Figura 6). Nestas unidades geomorfológicas a agricultura é pouco expressiva.

O padrão agrícola das áreas de Vale e Depressão contrasta com a área de Chapada, que apresenta um intenso crescimento da agricultura mecanizada e irrigada vinculada ao agronegócio nestas últimas duas décadas. A expansão da agricultura é favorecida pelos condicionantes físicos da região de Chapada com relevo plano e disponibilidade hídrica. O vetor de crescimento ocorre de oeste para leste, ou seja, da parte mais elevada da chapada para as áreas de menores altitudes. A explicação para este padrão de crescimento deve-se à presença de chuvas orográficas nas regiões mais altas, provocadas pela ascensão das massas de ar ao se depararem com o anteparo da Serra Geral. Estas chuvas favorecem a agricultura de sequeiro sendo as primeiras a serem instaladas (Figura 4). Dentro da área de Chapada, verifica-se também uma diferenciação do padrão da agricultura a partir do gradiente da topografia. As áreas da Chapada mais altas e com maior concentração de chuvas apresentam agricultura de sequeiro e, na medida em que se caminha para leste, no relevo mais baixo e com menor pluviosidade, aumenta a concentração de áreas irrigadas e pivôs centrais.

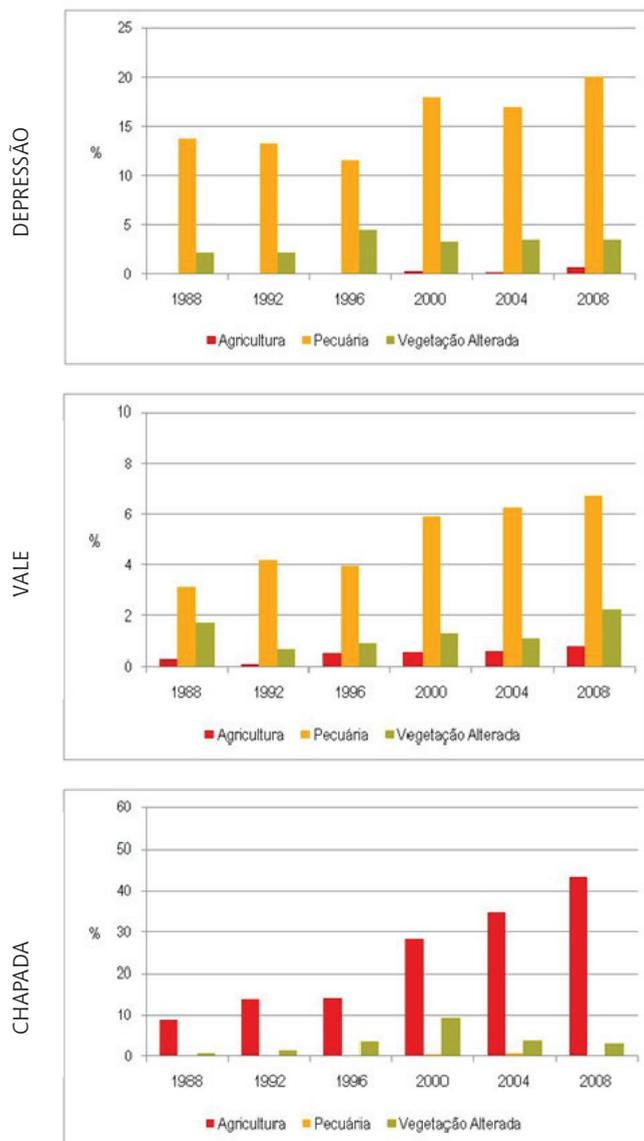
A Figura 5 apresenta a porcentagem das classes de uso e cobertura da terra para a unidade geomorfológica da Chapada ao longo do período de 20 anos. Observa-se que nesse período a agricultura é o maior vetor de mudança na região, com um aumento de 8,5% em 1988 para 43% em 2008, ou seja, quase quintuplicou de área. Esta dinâmica da ocupação agrícola está intimamente associada com a estabilização econômica a partir do Plano Real (lançado em 1993), e com os incentivos do governo da Bahia a partir do ano de 2000 (MENKE et al., 2009). Os principais projetos do Estado são: (a) Programa de Investimento para Modernização da Agricultura Baiana (AGRINVEST); (b) Programa de Desenvolvimento da Cafeicultura do Oeste do Estado da Bahia (PRODECAF); (c) Programa de Incentivo ao Algodão na Região Oeste do Estado da Bahia (PROALBA); e (d) Programa de Promoção do Desenvolvimento da Bahia (PROBAHIA). Apesar do avanço da agropecuária no município, a vegetação natural ainda compõe mais de 65% de sua área.

**Figura 4**  
ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E COBERTURA DA TERRA DO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES-BÁ



Fonte e elaboração: os autores.

**Figura 5**  
 GRÁFICO DO PERCENTUAL DE USO E COBERTURA DA TERRA DENTRO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS (DEPRESSÃO E VALE)



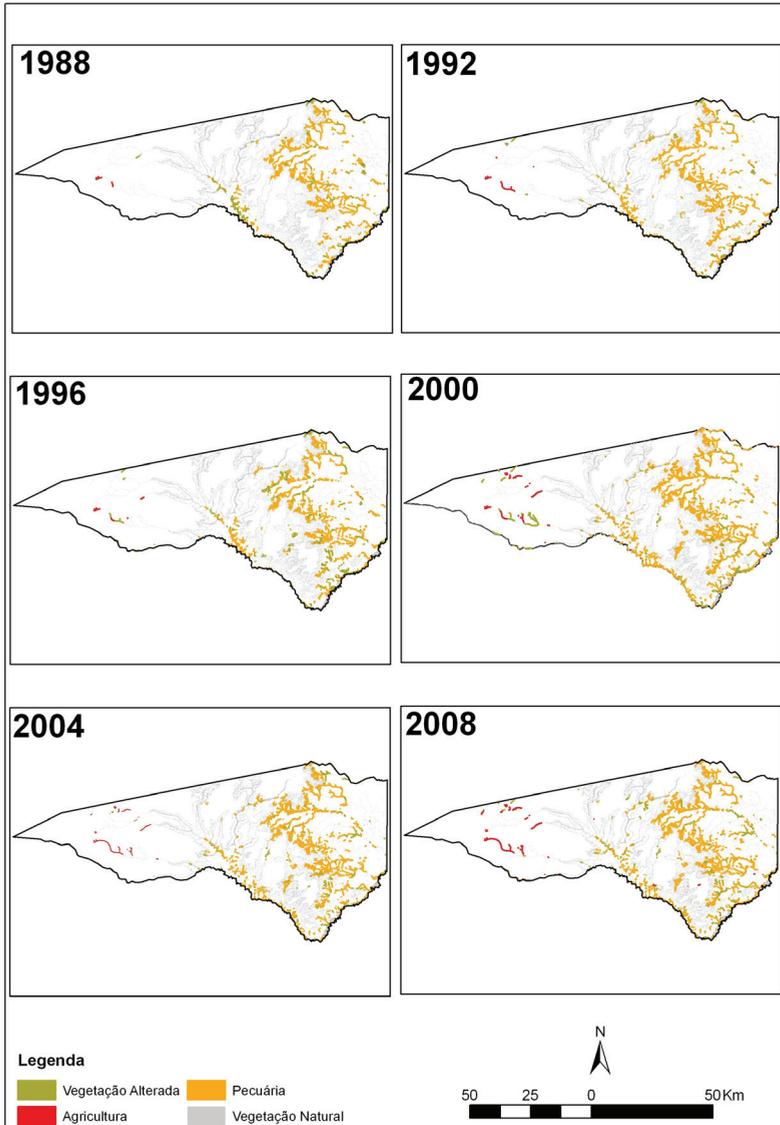
Fonte e elaboração: os autores.

#### 4.2 Avaliação das áreas de conflitos nas APPs

Um importante atributo ambiental a ser avaliado é a degradação próxima aos cursos d'água e nascentes. O desmatamento das matas de galeria afeta diretamente os sistemas hídricos aumentando o grau de erosão e a lixiviação decorrente da ação das chuvas, carreando nutrientes e sedimentos para os rios. As áreas de APPs em Riachão das Neves ocupam em torno de 5.833 hectares, 10% da área total do município. Durante o período de análise (1988-2008), verifica-se que o avanço do uso antrópico em APPs apresenta um pequeno aumento (Figura 6). A principal atividade infratora é a pecuária de subsistência responsável pela maior porcentagem de uso em APPs ao longo de todo o período (Figura 7). Apesar do grande avanço da agricultura, observa-se um baixo índice de ocupação das APPs. A diferença de um ano para o outro, nas áreas de APPs, pode ser justificada pela sazonalidade de uso e seu avanço em APPs de acordo com a necessidade do produtor. Eventualmente, as áreas de APPs são utilizadas como pastagem ou cultivo e posteriormente são abandonadas, possibilitando assim uma recuperação da vegetação.

A Tabela 2 apresenta o uso indevido das APPs em cada unidade geomorfológica. Na área de Chapada observa-se a predominância de infração pela agricultura, enquanto na Depressão Cárstica e nos Vales houve um predomínio da infração pela pecuária com pequenas oscilações ao longo dos 20 anos. A pecuária na região da Depressão apresenta uma maior taxa de uso indevido de APPs (26%), bem superior que a agricultura na região de Chapada (5%). A atividade de pecuária, por ocupar de forma indevida as APPs, por longo tempo, não pode prescindir de um trabalho de conscientização ambiental que modifique o tradicional uso do ambiente.

**Figura 6**  
ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO EM APPS NO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES-BA



Fonte e elaboração: os autores.

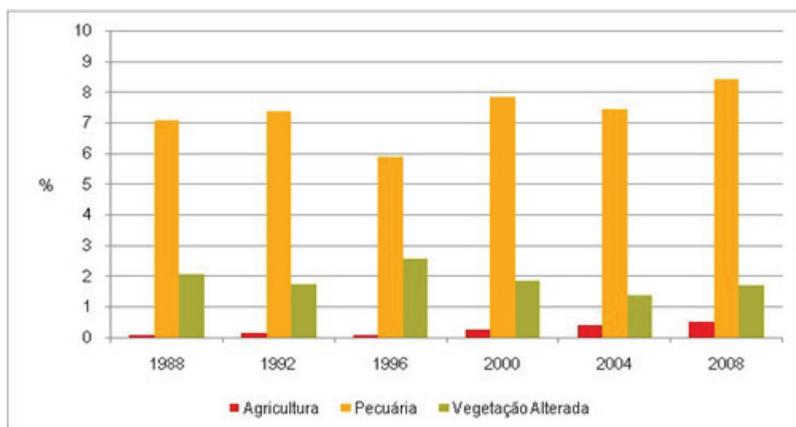
**Tabela 2**

DIMENSÃO DAS APPS E DE USO INDEVIDO POR UNIDADE GEOMORFOLÓGICA

	Ano	Uso Indevido em APP							
		Agricultura		Pecuária		Vegetação Alterada		Soma	
		(área)	(%)	(área)	(%)	(área)	(%)	(área)	(%)
Chapada (5.533,19 ha) 2,37% do total da Chapada	1988	35,36	0,64	-----	-----	8,94	0,16	44,30	0,80
	1992	82,30	1,49	-----	-----	30,63	0,55	112,93	2,04
	1996	46,52	0,84	-----	-----	63,42	1,15	109,90	1,99
	2000	163,07	2,95	2,56	0,05	201,44	3,64	367,08	6,63
	2004	246,95	4,46	8,22	0,15	7,41	0,13	262,58	4,75
	2008	269,65	4,87	5,89	0,11	32,26	0,58	307,80	5,56
Vales (39.253,26 ha) 23,76% do total dos Vales	1988	6,36	0,02	725,00	1,85	436,59	1,11	1.167,94	2,98
	1992	1,21	0,003	1.020,63	2,60	210,95	0,54	1.232,79	3,14
	1996	1,20	0,003	993,91	2,53	177,64	0,45	1.171,55	2,98
	2000	1,61	0,004	1.372,46	3,50	215,32	0,55	1.589,38	4,05
	2004	6,72	0,02	1.445,71	3,68	193,56	0,49	1.645,99	4,19
	2008	28,63	0,07	1.524,15	3,88	298,83	0,76	1.851,61	4,72
Depressão (16.300,96 ha) 8,85% do total das Depressões	1988	-----	-----	3.593,39	22,04	795,34	4,98	4.388,73	26,92
	1992	-----	-----	3.480,30	21,35	806,79	4,95	4.287,09	26,30
	1996	-----	-----	2.590,69	15,89	1.313,67	8,06	3.904,36	23,95
	2000	-----	-----	3.415,14	20,95	706,74	4,34	4.121,88	25,29
	2004	-----	-----	3.092,85	18,97	642,18	3,94	3.735,03	22,91
	2008	4,22	0,03	3.611,61	22,16	717,93	4,44	4.333,75	26,59

Fonte e elaboração: os autores.

**Figura 7**  
GRÁFICO DA ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO EM APPS NO MUNICÍPIO DE RIACHÃO DAS NEVES-BA



Fonte e elaboração: os autores.

## 5. Considerações finais

Este estudo avaliou a dinâmica dos padrões espaciais de produção no município de Riachão das Neves, conforme seus principais condicionantes geomorfológicos. A análise multitemporal a partir da classificação visual e de informações de campo se mostrou eficiente para o mapeamento de uso e cobertura da terra. A análise dos dados demonstra que os fatores ambientais, representados por formas distintas de relevo, propiciaram uma evolução e apropriação diferenciada pelo homem. As áreas planas das Chapadas tornaram-se atrativos para a agricultura mecanizada que, durante o período estudado, apresentaram um acréscimo significativo de área. Em contraposição às áreas de Depressão e de Vale, apresentam como principal atividade a pecuária, que se mantém com baixo crescimento ao longo dos anos.

Outro fator importante na análise da paisagem é o cumprimento da lei ambiental na implantação das APPs. A detecção das áreas de uso inadequado a partir de técnicas de geoprocessamento consiste em um

procedimento adequado, pois abrevia o tempo, economiza recursos e aumenta a eficiência da fiscalização ambiental. Apesar da grande expansão agrícola no município, os principais problemas de uso indevido em APPs estão nas regiões com atividade de pecuária, que se mostram presentes desde 1988. Portanto, os condicionantes ambientais definem estratégias distintas para a ocupação humana que se caracterizam por evoluções temporais e adequações ambientais próprias. A compreensão destes processos de ocupação considerando a arquitetura da paisagem é fundamental para subsidiar as políticas de desenvolvimento rural e conservação ambiental.

### **Agradecimento**

O presente artigo foi desenvolvido no âmbito das atividades previstas dos seguintes projetos: (a) “Desenvolvimento de metodologias de processamento digital de imagens de satélite multisensores para o monitoramento do uso e cobertura da terra e análise ambiental dos fragmentos florestais da bacia do Rio São Francisco” referente ao edital 35/2006 do CT-Hidro, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e (b) “Evolução e análise ambiental na região do Cerrado da Bacia do Rio São Francisco” financiado pela FAP-DF relativo ao processo 193.000.49/2008. Além disso, os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de mestrado da pesquisadora Rosana Sumiya Gurgel e pelas bolsas de produtividade fornecidas aos pesquisadores: Osmar Abílio de Carvalho Júnior, Renato Fontes Guimarães e Roberto Arnaldo Trancoso Gomes.

### **Referências**

AB’SÁBER, A. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003. 160p.

ADAMS, J. B.; GILLESPIE A. R. **Remote sensing of landscapes with spectral images**. A physical modeling approach. New York: Cambridge University Press, 2006. 362 p.

ADAMS, J. B.; SABOL, D.; KAPOV, V.; FILHO, R. A.; ROBERTS, D. A.; SMITH, M. O.; GILLESPIE, A. R. Classification of multispectral images based on fractions of endmembers: application to land-cover change in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 52, p.137-154, 1995.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI. **Panorama da migração dos municípios baianos em 1995-2000**. Salvador: SEI, 2007.

BRASIL. **CÓDIGO FLORESTAL LEI Nº 477 de 15 de setembro de 1965**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em 20 de junho, 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretária-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD-23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra, vol. 29, Rio de Janeiro, 1982. 660p.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 303**, de 20 de Março de 2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em 7 de Fevereiro, 2009.

BURGESS, R. L.; SHARPER, D. M. **Forest Island Dynamics in Man-dominated Landscape**. New York: Springer Verlag, 1981. 310 p.

CAKIR, H. I.; KHORRAM, S.; NELSON, S. A.C. Correspondence analysis for detecting land cover change. **Remote Sensing of Environment**, v. 102, n. 3-4, p. 306-317, 2006.

CARVALHO JÚNIOR, A. O.; GUIMARÃES, R. F., GILLESPIE, A. R., SILVA, N. C. & GOMES, R. A. T. A New Approach to Change Vector Analysis Using Distance and Similarity Measures. **Remote Sensing**, v. 3, p. 2473-2493, 2011.

CHEN, L.; WANG, J.; BOJIE, F.; QIU, Y. Land-use change in a small catchment of northern Loess Plateau, China. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 86, p. 163-172, 2001.

COLLINS, J. B.; WOODCOCK, C. E. An assessment of several linear change detection techniques for mapping forest mortality using multitemporal Landsat TM data. **Remote Sensing of Environment**, v. 56, p. 660-77, 1996.

COLLINS, J. B.; WOODCOCK, C. E. Change detection using the Gramm-Schmidt transformation applied to mapping forest mortality. **Remote Sensing of Environment**, v. 50, p. 267-279, 1994.

- COPPIN, P. R.; JONCKHEERE, I.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; LAMBIN, E. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. **International Journal of Remote Sensing**, v. 25, n. 9, p. 1565-1596, 2004.
- CUNHA, T. J. F.; MACEDO, J. R.; RIBEIRO, L. P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P. L.; AGUIAR, A. C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob Cerrado. **Ciência Rural**, v. 1, n. 1, p. 27-36, 2001.
- DAI, X.; KHORRAM, S. The effects of image misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 5, p. 1566-1577, 1998.
- DE BRUIN, S. Querying probabilistic land cover data using fuzzy set theory. **International Journal of Geographical Information Sciences**, v. 14, p. 359-372, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- FORMAN, R. T. T.; GORDON, M. **Landscape Ecology**. New York: Wiley, 1986. 619 p.
- FUNG, T. An assessment of TM imagery for land-cover change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 28, n. 4, p. 681-684, 1990.
- FUNG, T.; LE DREW, E. Application of principal components analysis to change detection. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 53, p. 1649-1658, 1987.
- GASPAR, M. T. P. **Sistema Aqüífero Urucuia**: Caracterização regional e proposta de gestão. 158f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. de O. Savanas Tropicais: dimensão, histórico e perspectiva. In: **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina-DF. EMBRAPA CERRADOS, 2008. p. 49-77.
- GONG, P. Change detection using principal component analysis and fuzzy set theory. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 19, p. 22-29, 1993.
- GONG, P.; LEDREW, E. F.; MILLER, J. R. Registration-noise reduction difference images for change detection. **International Journal of Remote Sensing**, v. 13, p. 773-779, 1992.

GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; ANDRADE, A.C.; GOMES, R.A.T.; FLOSS, P.A.; ESPÍRITO-SANTO, F.R.C.; MARTINS, E.S.; CARVALHO, A.P.F.; ARAÚJO NETO, M.D. Emprego da imagem IKONOS e de um modelo digital de terreno na detecção de áreas de infração do código florestal. **Espaço e Geografia**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 99-122, 2005.

HIGESA. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E HABITAÇÃO. SRHSH. Bahia. Coordenação de Recursos Hídricos: **Plano Diretor de Recursos Hídricos: Bacia do Rio Grande**. HIGESA, 1993. 266 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro, 2002. 1 DvD-ROM.

IVERSON L. R. Land-use change in Illinois, USA: The influence of landscape attributes on current and historic land use. **Landscape Ecology**, v. 2, p. 45-62, 1988.

JENSEN, J.R. **Introductory digital image processing**: a remote sensing perspective, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1986. 379 p.

JENSEN, J. R.; COWEN, D. J.; NARUMALANI, S.; ALTHAUSEN, J. D.; WEATHERBEE, O. An evaluation of Coastwatch change detection protocol in South Carolina. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 59, n. 4, p. 519-525, 1993.

MANAVALAN, P.; KESAVASAMY, K.; ADIGA, S. Irrigated crops monitoring through seasons using digital change detection analysis of IRD-LISS 2 data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 16, p. 633-640, 1995.

MDA Federal. Landsat GeoCover ETM+ 2000 Edition Mosaics Tile N-03-05. ETM-EarthSat-MrSID, 1.0, USGS, Sioux Falls, South Dakota, 2004.

MENKE, A. B.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA S. N. Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luís Eduardo Magalhães (Bahia – Brasil). **Sociedade & Natureza**, v. 21, n. 3, p. 315-326, 2009.

MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, G. B. A agropecuária e o desenvolvimento socioeconômico recente do Cerrado. In. **Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 104-169.

MUNYATI, C. Wetland change detection on the KafueFlats, Zambia, by classification of a multitemporal remote sensing image dataset. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 9, p. 1787-1806, 2000.

NARUMALANI, S.; MISHRA, D. R.; ROTHWELL, R. G. Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. **Remote Sensing of Environment**, v. 91, p. 478-489, 2004.

NIELSEN, A. A.; CONRADSEN, K.; SIMPSON, J. J. Multivariate Alteration Detection (MAD) and MAF Postprocessing in Multispectral, Bitemporal Image Data: New Approaches to Change Detection Studies. **Remote Sensing of Environment**, v. 64, p. 1-19, 1998.

PALMIERI, F.; LARACH, J.O.I. Pedologia e Geomorfologia. In: **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 59-122.

PAN, D.; DOMON, G.; DE BLOIS, S.; BOUCHARD, A. Temporal (1958–1993) and spatial patterns of land use changes in Haut Saint-Laurent Quebec, Canada and their relation to landscape physical attributes. **Landscape Ecology**, v. 14, p. 35-52, 1999.

POUDEVIGNE, I.; VAN ROOIJ, S.; MORIN, P.; ALARD, D. Dynamics of rural landscapes and their main driving factors: A case study in the Seine Valley, Normandy, France. **Landscape and Urban Planning**, v. 38, p. 93-103, 1997.

SANO, E. E.; BARCELLO, A. O.; BEZERRA, H. S. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. **Pasturas Tropicais**, v. 22, n. 3, p. 2-15, 2001.

SANTANA, O. A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. ; CARDOSO, W. S.; MARTINS, E. S. ; PASSO, D. P.; GUIMARÃES, R. F. Distribuição de espécies vegetais nativas em distintos macroambientes na região do oeste da Bahia. **Espaço e Geografia (UnB)**, v. 13, p. 181-223, 2010.

SCHNEIDER, L. C.; PONTIUS, R. G. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 85, p. 83-94, 2001.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Panorama da migração dos municípios baianos em 1995-2000**. Salvador, 2007.

SIMPSON, J. W.; BOERNER, R. E. J.; DEMERS, M. N.; BERNIS, L. A.; ARTIGAS, F. J.; SILVA, A. Forty-eight years of landscape change on two contiguous Ohio landscapes. **Landscape Ecology**, v. 9, p. 261-270, 1994.

STOW, D. A. Reducing the effects of misregistration on pixel-level change detection. **International Journal of Remote Sensing**, v. 20, p. 2477-2483, 1999.

STOW, D. A.; CHEN, D. M. Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/land-cover change and misregistration. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, p. 297-307, 2002.

TOWNSHEND, J. R. G.; JUSTICE, C. O.; GURNEY, C.; MCMANUS, J. The impact of misregistration on change detection. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 30, p. 1054-1060, 1992.

UFLA. UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. UFLA. **Solos do Cerrado**. Disponível em: <[www.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CIntrop.htm](http://www.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CIntrop.htm)>. Acesso em: 20 de jul. 2010.

VERBYLA, D. L.; BOLES, S. H. Bias in land cover change estimates due to misregistration. **International Journal of Remote Sensing**, 21: 3553-3560, 2000.

WEISMILLER, R.A.; KRISTOF, S.J.; SCHOLZ, P.E.; ANUTA, P.E.; MOMIN, S.A. Change detection in coastal zone environments. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 43, p. 1533-1539, 1977.

YUAN, F.; SAWAYA, K. E.; LOEFFELHOLZ, B.; BAUER, M. E. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area by multitemporal. Landsat remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 98, n. 2, p. 317-328, 2005.

ZONNEVELD, I. S. **Land Ecology**. SPB Academic Publishing, Amsterdam, Netherlands, 1995. 1999 p.

Recebido em: 22/09/2012

Aceito em: 25/11/2012

