

DINÂMICA DE USO DO SOLO DA EXPANSÃO SUCROALCOOLEIRA NA MICRORREGIÃO MEIA PONTE, ESTADO DE GOIÁS, BRASIL

Dynamics of Land use Expansion of Sugarcane Culture in Microregion Meia Ponte, Goiás State, Brazil

Klaus de Oliveira Abdala¹
Selma Simões de Castro²

¹**Universidade Federal de Goiás – UFG**
Programa de Doutorado em Ciências Ambientais – CIAMB
ICB IV, C.P.131 CEP 74 001-970 Goiânia, GO
agroklaus@gmail.com

²**Universidade Federal de Goiás – UFG**
Programa de Doutorado em Ciências Ambientais-CIAMB
LABOGEF-IESA/UFG C.P.131 CEP 74 001-970 Goiânia, GO
selma@iesa.ufg.br

RESUMO

Estimulados pela expectativa de aumento de demanda interna, devido à popularização dos carros bicombustíveis, e externa, em função do Protocolo de Kyoto e da elevação dos preços internacionais do açúcar, agentes de decisão administrativa no setor sucroalcooleiro empreendem uma marcha de expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar com precedentes análogos às históricas marchas pioneiras de ocupação de fronteiras agrícolas no Brasil. A microrregião Meia Ponte, localizada no sul do estado de Goiás é a região aonde se concentra o maior número de usinas instaladas e em instalação no estado. Este artigo teve o objetivo de analisar o processo de expansão da área cultivada com cana através da dinâmica da evolução do uso do solo na região. Os dados revelaram que o processo se deu de forma localizada na região, ocupando inicialmente os melhores solos e preponderantemente substituindo as áreas de culturas anuais, que se deslocam para norte da região, em substituição às áreas antes ocupadas por pastagens.

Palavras-chave: Expansão Sucroalcooleira, Uso do Solo, Microrregião Meia Ponte, Estado de Goiás.

ABSTRACT

Encouraged by the prospect of increased of domestic demand due to the popularity of dual fuel vehicles, and external, according to the Kyoto Protocol and the rise in international sugar prices, the administrative agents for the biofuel industry undertake an advance of the growing area of sugar cane with unprecedented speed similar to historical pioneers occupation of agricultural frontiers in Brazil. The Microregion Meia Ponte, located in the southern state of Goiás is the region of Brazil, where it has the largest number of plants installed and installation in the state. This article aimed to analyze the process of expanding the area cultivated with sugar cane through the evolution dynamics of the land use in the region. The data revealed that the process occurred locally in the region, initially occupying the best lands and largely replacing the areas of annual crops, moving north of the region to replace the pasture.

Keywords: Expanding sugarcane, Land Use, Microregion Meia Ponte, State of Goiás, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, seguido pela Índia e pela Austrália. Em média, nas últimas safras, 52% dessa produção

destinaram-se às fábricas de etanol (anidro e hidratado) e 48% às de açúcar. A cultura espalha-se pelo Centro-Sul e pelo Norte-Nordeste do país, ocupando cerca de

2% da área agricultável do solo brasileiro, equivalendo a cerca de 7 milhões de hectares (UNICA, 2009).

Os estados mais representativos das regiões brasileiras são: Paraná, na região Sul do País; São Paulo, na região Sudeste, Alagoas, no Nordeste e, segundo MAPA (2007), dos estados do Centro-Oeste, Goiás destacou-se pelo crescimento em mais de 130% da produção de cana-de-açúcar, entre as safras 1999/00 e 2006/07, ultrapassando a produção do Mato Grosso do Sul, na safra 2000/01 e tornando-se o principal produtor da região a partir da safra 2005/06.

Estimulados pela expectativa de aumento de demanda interna, devido à popularização dos carros bicombustíveis, e externa, em função do Protocolo de Kioto e da elevação dos preços internacionais do açúcar (UNICA, 2009), agentes de decisão administrativa no setor empreendem uma marcha de expansão de área de cultivo da cana-de-açúcar com precedentes análogos às históricas marchas pioneiras de ocupação de fronteiras no Brasil, em especial da última, associada à Modernização da Agricultura induzida pela Revolução Verde, que converteu cerca da metade do Cerrado.

Como suporte institucional do governo federal, O Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (PNA, 2006), apresenta um conjunto de diretrizes baseadas em pesquisa, tecnologia e infraestrutura (sobretudo logística), com a finalidade de promover essa expansão através da desconcentração industrial do mercado de biocombustíveis, sobretudo o da produção de etanol.

A expansão descentralizada também é sugerida por estudo da UNICAMP (2005), através de cenários para a produção de etanol visando 5% e 10% de adição no consumo mundial de gasolina. Segundo esse estudo, a produção brasileira para o primeiro cenário (5%) teria uma expansão de 8 para 21 milhões de hectares e seria suficiente para atender a demanda internacional. Tal expansão seria descentralizada, distribuída em 346 municípios entre as regiões Centro-sul (60%) e Norte-Nordeste (40%), ocupando principalmente áreas de pastagens, cujas condições de clima e solo permitirem.

O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2004) realizou um levantamento de áreas para avaliar o potencial agrícola do Oeste do Estado de São Paulo. Para os autores, os solos ou associações de solos encontrados nesta região são em termos de classificação (umidade, fertilidade e textura), em sua grande maioria, os mesmos encontrados na grande fronteira agrícola dos cerrados no Centro-Oeste brasileiro. Nesse sentido, as regiões do cerrado constituem forte atrativo para novos

empreendimentos, sobretudo devido suas características edafoclimáticas. Estas regiões apresentam climas de médio a alto potencial para a produção de cana-de-açúcar, com elevada demanda potencial para irrigação da cultura (UNICAMP, 2005).

Apesar dos estudos apresentados (PNA, 2006; UNICAMP, 2005) indicarem a necessidade de desconcentração espacial da produção sucroalcooleira e de sua expansão em áreas de pastagens, observações preliminares permitiram levantar a hipótese de que esta expansão esteja ocupando inicialmente as áreas de maior potencial produtivo, induzida por outras variáveis de mercado, e sugerir, uma nova concentração espacial, correlacionada preferencialmente aos solos de melhor aptidão e uso agrícola.

No estado de Goiás, segundo Castro *et al.* (2007) eram esperadas cerca de 100 usinas até 2012, das quais 48 já estavam em operação ou em implantação e 52 em análise, em cadastro ou cujos dados ainda não permitiam definir seu estágio. Com relação às regiões de instalação (Figura 1), dessas 100 usinas, 74 concentram-se ou iriam se concentrar na mesorregião do Sul Goiano, onde 33 (cerca da metade) já estão em operação ou em implantação, com destaque para as microrregiões do Meia Ponte (com 24), do Sudoeste Goiano (21) e do Vale do Rio dos Bois (18).

Tal distribuição é definida por uma espécie de “zoneamento induzido” pelo setor produtivo, de padrão concentrado no tempo e no espaço, relacionado também aos principais eixos rodoviários que servem o Centro-Sul Goiano e a logística restante, em construção, como os alcoodutos (CASTRO *et al.*, 2007; MIZIARA, 2009).

Há evidências de que esse avanço sucroalcooleiro já tem prejudicado ainda mais algumas áreas de remanescentes do cerrado da mesorregião Sul Goiana, que já se encontram muito fragmentados, com pequena dimensão e isolados, de forma acentuada as áreas de reservas legais e de preservação permanente como as matas ciliares (FERREIRA Jr. *et al.*, 2009). Além disso, esta concentração produtiva tem impactado o solo e a água da região, sendo que alguns municípios já têm necessidade do abastecimento por caminhões do poder público para ter garantido o fornecimento de água (LIMA e MORAES, 2008).

Diante do exposto é esperado que a concentração agroindustrial seja promotora de impactos sócio-ambientais e que o estudo da dinâmica de uso e ocupação dos solos possa evidenciar e prospectar tais impactos e auxiliar na tomada de decisões, pública e privada, para mitigação dos mesmos.

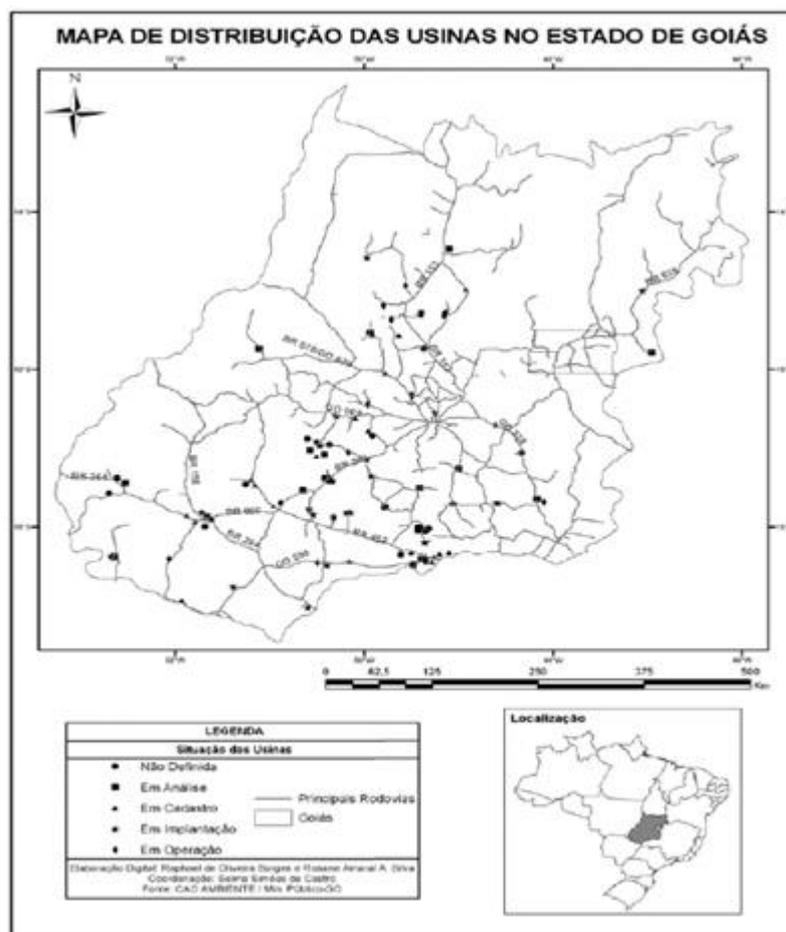


Fig. 1 - Mapa de distribuição de usinas no estado de Goiás. Fonte (CASTRO *et al.*, 2007).

Estudos sobre a dinâmica da ocupação da terra são relatados na literatura internacional como *Land Use Cover Change – LUCC*. Esse tipo de estudo prevê o levantamento da cobertura vegetal e do uso da terra, sendo indispensável para o planejamento regional, por exemplo, no contexto da gestão de bacias hidrográficas, por fornecer subsídios ao (re)ordenamento de uso para desenvolvimento urbano e rural. Porém, as técnicas convencionais desse levantamento caracterizam-se pelo alto custo e pela dificuldade de obter dados em prazo curto. Assim, o processo de análise e interpretação de imagens é uma técnica bem menos onerosa e eficaz para uma avaliação dessa dinâmica. (AMBRÓSIO *et al.*, 2008).

Essa técnica consiste na aquisição de informações sobre um dado alvo da superfície, através da análise de sua resposta em diferentes canais individuais ou combinados sob a forma de composições coloridas, devendo ser considerado o aspecto espectral e temporal destas imagens (DONZELI *et al.*, 1992 e ANDRADE *et al.*, 1998 *apud* AMBRÓSIO *et al.*, 2008).

Este artigo tem por objetivo apresentar uma análise da dinâmica de uso e ocupação do solo (LUCC) na Microrregião Meia Ponte, realizado através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG) na

análise, com o fim de mapear a mudança de uso do solo promovida pela expansão canavieira e contribuir para o controle dos impactos decorrentes. Especificamente, pretende-se avaliar se a expansão canavieira nessa região está ocupando ou não áreas agrícolas em detrimento das ocupadas com pastagens.

A escolha da região de estudo deve-se ao fato desta concentrar a maior quantidade de usinas em operação, ou aprovadas, ou em implantação (CASTRO *et al.*, 2007).

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

A Microrregião Meia Ponte está localizada ao sul do Estado de Goiás entre 17°05'S e 18°40'S e os meridianos 48°25'W e 50°20'W e é constituída por vinte e um municípios: Água Limpa, Aloândia, Bom Jesus de Goiás, Buriti Alegre, Cachoeira Dourada, Caldas Novas, Cromínia, Goiatuba, Inaciolândia, Itumbiara, Joviânia, Mairipotaba, Marzagão, Morrinhos, Panamá, Piracanjuba, Pontalina, Porteirão, Professor Jamil, Rio Quente e Vicentinópolis, perfazendo um total de 2.116.555,70 ha.

Segundo a classificação de Köppen o clima da Microrregião Meia Ponte é Aw, regime pluvial tropical quente semi-úmido, com temperatura média

anual de 20°C, o mês de julho apresenta a menor média de temperaturas mínimas (13°C), enquanto o mês de setembro apresenta a maior média de temperaturas máximas (31°C). O regime pluvial é bem definido com período chuvoso de outubro a abril e período seco de maio a setembro, embora seja comum a ocorrência de estiagens prolongadas no período de chuvas, chamadas popularmente de veranicos, constituindo um fator indutor para a prática da agricultura irrigada (LEAL *et al.*, 2006).

A precipitação pluvial (chuva) média anual é de 1.500 mm. A umidade relativa do ar média anual é de 66%, apresentando o mês de agosto o menor índice (57%) e, janeiro o maior (85%). Os totais anuais relativos à evapotranspiração potencial, deficiência hídrica e excedente hídricos são 1.013 mm, 150 mm e 660 mm. A deficiência hídrica ocorre nos meses de maio a outubro, e o excedente nos meses de novembro a abril.

Excluídas as zonas escarpadas das bordas planálticas, a maior parte dos relevos da microrregião apresenta formas aplainadas, suaves e com declividades inferiores a 12%. Essas áreas concentram-se na porção sul da microrregião Meia Ponte, ocupando aproximadamente 60% de toda região, e são constituídas por latossolos e nitossolos (AMARAL *et al.*, 1999)

Tais características conferem à microrregião uma elevada aptidão para a cultura da cana, sobretudo com potencial para irrigação (UNICAMP, 2005).

3. HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO

A expansão de fronteiras para Goiás teve início a partir dos anos 1820, com a mineração pelo ouro, frente essa que ocupa principalmente o centro-sul do Estado, região que ficou conhecida por “Minas dos Goyazes”. Após o esgotamento das minas, a ocupação efetiva do sul do Estado ocorre a partir do século XIX, com a estrada de ferro Goiás, quando mineiros e paulistas se dedicam principalmente à criação extensiva de gado. Assim, as regiões sul e sudoeste de Goiás foram se integrando, pela produção de carne e arroz, a expansão da economia paulista, sob orientação do capital mercantil do Triângulo Mineiro. (MIZIARA e FERREIRA, 2008; PIRES, 2008).

Essa preponderância da produção de grãos e da pecuária bovina de corte se justifica porque são justamente estas atividades que usam intensivamente o fator terra, o fator mais barato que a região possui. O predomínio dessas atividades se deveria, também, ao rigor climático do cerrado, que elimina a competição pelo uso da terra por parte de outras atividades, como lavouras permanentes (MIZIARA, 2009).

Na segunda metade do século XX ocorre, a partir de meados da década de 70, a expansão da fronteira agrícola baseada principalmente em programas governamentais como o Programa de Desenvolvimento das áreas do Cerrado (Polocentro) que visava incorporar

1,6 milhões de km² do cerrado em Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais, tornando produtiva a terra. Esses programas eram constituídos por uma política de incentivos creditícios e fiscais e foram, sobretudo, responsáveis pela consolidação do sistema de apropriação e construção dos solos (MIZIARA e FERREIRA, 2008).

Vieira (2006) esclarece que no sistema de construção de solos algodão e grãos, mais que carne, requerem prazo longo para adequação de espécies produtivas e, conseqüentemente, exigentes em recursos edáficos, justificando a sucessão: cerrado, pastagem, arroz, milho-soja ou algodão, praticada na história do Cerrado e, em particular de Goiás e da região estudada.

A figura 2 apresenta a série histórica de área colhida para culturas selecionadas no estado de Goiás.

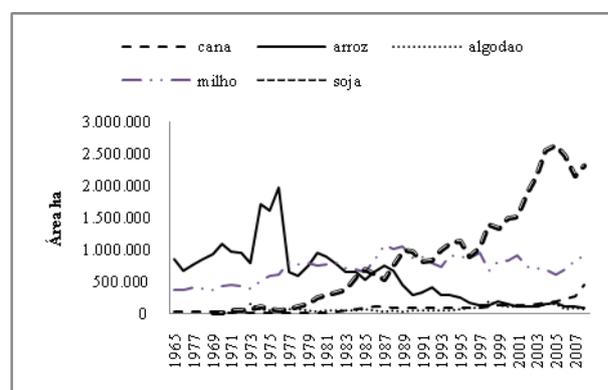


Fig. 2 - Área colhida para culturas selecionadas no estado de Goiás. (Fonte: IPEADATA, 2009).

De fato, é possível observar que o cultivo de arroz vai gradualmente sendo substituído pelo cultivo de milho e posteriormente pela soja, até tornar-se marginal ao final da década de 1990. As culturas de algodão e cana-de-açúcar, embora presentes, ocupavam porção relativamente pequena do Estado. Assim, a conversão de áreas de cerrado em pastagem foi o primeiro passo para a entrada da agricultura.

3.1 Expansão do cultivo da cana-de-açúcar em Goiás

A introdução do cultivo da cana-de-açúcar em Goiás ocorre juntamente com a expansão de fronteiras para o estado, no início do século XIX, com a montagem de pequenos engenhos de fabricação de rapadura e cachaça artesanais. Segundo MRE (2009), um dos engenhos mais antigos é o São Joaquim, em Pirinópolis, edificado em 1805, para produção de açúcar e aguardente. A produção de cana foi se disseminando juntamente com a produção pecuária, uma vez que os engenhos eram movidos à energia animal. O século XX transcorre sem grandes mudanças nesse cenário até o final da década de 70. É no final dessa década que ocorre a maior expansão da cultura no estado, como no país, no período de implantação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), em 1975. Segundo Michellon *et al.* (2008) o programa foi criado com o intuito de

produzir um combustível alternativo após o primeiro choque do petróleo em 1973.

A 1ª fase do Programa (1975-1979) foi marcada pela produção de álcool anidro, fabricado em destilarias anexas às usinas de açúcar, utilizado para misturar à gasolina, e com isso possibilitar a economia de divisas derivadas da importação de petróleo. Em Goiás, os reflexos dessa fase são observados somente nos municípios de Santa Helena e Goianésia que apresentam um aumento de aproximadamente 150% na área de cana-de-açúcar colhida, passando de 2.000 ha para 5.000 ha em cada município (IPEAdata, 2009).

A 2ª fase (1979-1986) é iniciada com o 2º choque do petróleo que aumentou ainda mais de preço no mercado internacional. É caracterizada pela produção de álcool hidratado para atender o consumo nascente e em ascensão dos veículos movidos exclusivamente a álcool. Nessa fase há uma grande ampliação das destilarias anexas e o surgimento de destilarias autônomas, ocorre um grande crescimento do volume produzido de álcool, que passa de 3.396,4 mil m³ em 1979, para 10.539,3 mil m³, em 1986. Este período consolida a produção sucroalcooleira em Goiás, ao longo do eixo Norte-Sul do Estado, conformação induzida pelas principais vias de escoamento (MIZIARA, 2009) e marca a expansão da cultura para a Microrregião Meia Ponte, através do município de Itumbiara (CARVALHO e CARRIJO, 2007).

Em 1986, o preço do petróleo começou a cair abruptamente, baixando de US\$ 27,00/barril, em 1985, para menos de US\$ 14,00/barril, impossibilitando o governo de manter o estímulo de preços ao álcool.

O consumo de álcool hidratado continuou crescendo. Entre 1989 e 1990, porém, houve uma crise de abastecimento que levou a população a perder a confiança nesse combustível e, conseqüentemente, no carro a álcool, cujas vendas despencaram para 11,55%, em 1990, contra 52,5% no ano anterior (PNA, 2006).

Segundo Michellon *et al.* (2008), em meados dos anos 1990 o governo promove a desregulamentação do mercado, liberando os preços para a livre concorrência. O setor sucroalcooleiro, através da formação de entidades como UNICA e SUCROÁLCOOL, procura se organizar e buscar formas para dar novo fôlego ao programa/setor. Essa década é também marcada por uma maior conscientização ambiental e em 1997 é assinado o protocolo de Kyoto, um compromisso para diminuição das emissões de carbono atmosférico no mundo inteiro. Além disso, o aprimoramento tecnológico da indústria automobilística faz surgir e disseminar os motores *flex fuel*, iniciando a 4ª fase (2004 - atual). O preço do petróleo passa a apresentar nova tendência de alta a partir de 2000 instaurando sucessivas crises até os dias atuais.

3.2 Expansão do cultivo de cana-de-açúcar na Microrregião Meia Ponte

A figura 3 apresenta a dinâmica da cultura da cana-de-açúcar na Microrregião Meia Ponte. Nela pode-

se constatar que a primeira expansão sucroalcooleira na região teve início em meados da década de 1970 (1ª fase acima descrita) e teve como destino o município de Itumbiara. Na segunda fase Goiatuba recebe, na década de 1980, sua primeira unidade industrial, seguindo-se Bom Jesus e Inaciolândia, em 1990, na 3ª fase e recentemente Porteirão, já na atual 4ª fase. É nesta última fase, sobretudo a partir de 2004, que a expansão da cana apresenta uma trajetória exponencial, fase esta analisada neste trabalho.

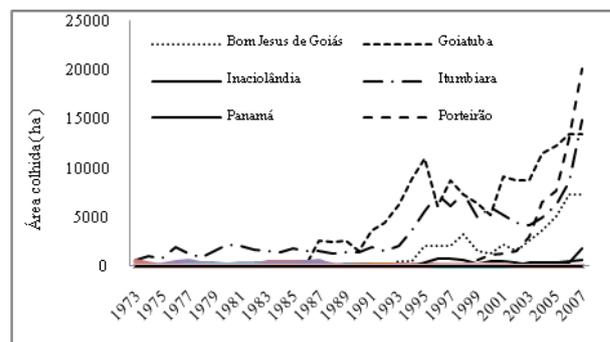


Fig. 3 - Dinâmica da cultura da cana-de-açúcar na Microrregião Meia Ponte. (Fonte: IPEAdata, 2009).

Analisando-se o comportamento da dinâmica de uso de solo nestes municípios, para as principais culturas, pode-se observar na figura 4 que a cultura do arroz é substituída por outras culturas, praticamente extinguindo-se ao final da década de 1980, confirmando o assinalado por Vieira *et al.* (2006).

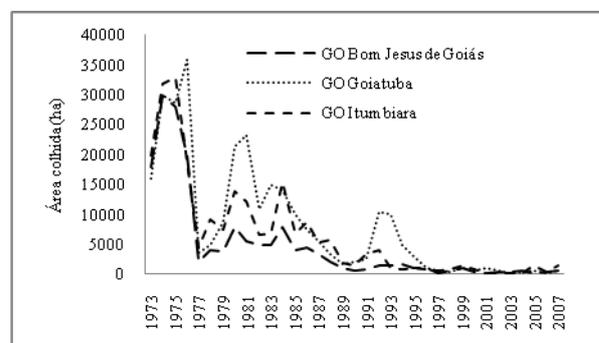


Fig. 4 - Dinâmica da cultura do arroz em municípios selecionados na Microrregião Meia Ponte. (Fonte: IPEAdata, 2009).

As culturas de milho e algodão oscilam, provavelmente acompanhando as flutuações do mercado, tornando-se marginais ao final da década de 1990 (figs 5 e 6).

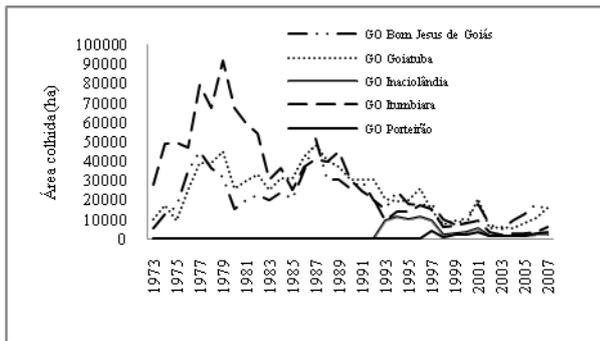


Fig. 5 - Dinâmica da cultura do milho em municípios selecionados na Microrregião Meia Ponte. (Fonte: IPEADATA, 2009).

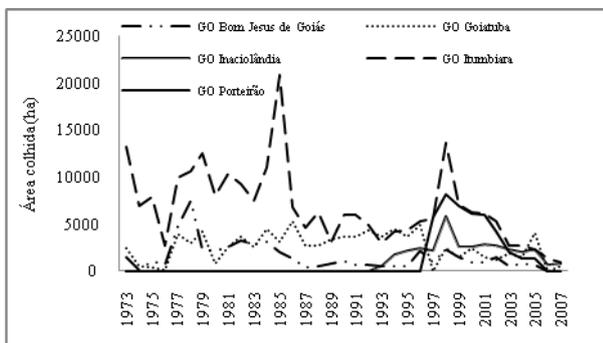


Fig. 6 - Dinâmica da cultura do algodão em municípios selecionados na Microrregião Meia Ponte. (Fonte: IPEADATA, 2009).

Já para a cultura da soja pode-se observar, na figura 7, sua expansão e consolidação no sistema de construção de solos, de certo modo preparando a região para a chegada da cana de açúcar.

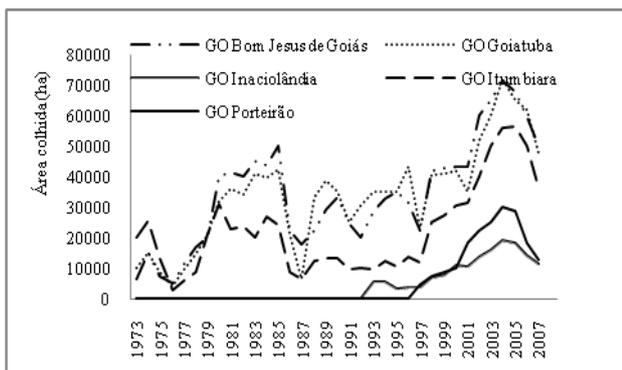


Fig. 7 - Dinâmica da cultura da soja em municípios selecionados na Microrregião Meia Ponte. (Fonte: IPEADATA, 2009)

3 Metodologia

A metodologia comumente utilizada para estudos de LUCC (DISPERATI *et al.*, 2003; BOLFE *et al.*, 2008; AMBRÓSIO *et al.*, 2008; BARBALHO, 2009; SANTOS *et al.*, 2009) consiste basicamente nas seguintes etapas:

3.1 Seleção das imagens de satélite

As imagens utilizadas foram as do Satélite Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+, estas apenas para completar as datas selecionadas com melhor condição de visibilidade. Ao todo quatro cenas foram selecionadas por conterem a área de estudo, as das órbitas 222\72 e 73 e 221\72 e 73.

Para cada ano analisado foram utilizados dois conjuntos de imagens, escolhidos em função da sazonalidade climática, optando-se por datas próximas ao meio do ano para boa visibilidade e ausência de nuvens. Os anos selecionados foram 2000, 2003, 2006 e 2009, de modo a permitir uma série histórica que iniciasse antes da expansão recente cana (4ª fase), verificada após 2004 em todo o estado, e prosseguisse a intervalos regulares de modo a poder acompanhar as séries estatísticas agrícolas de fontes oficiais e de bases de dados do setor e assim validar as observações para depois confirmá-las em campo.

O uso de imagens comparativas em séries históricas se destinou especificamente à classificação de uso de solo, tendo como referência uma das metodologias adotadas pelo projeto CANASAT/INPE, para identificação de lavouras de cana-de-açúcar. Essa metodologia se justifica pelo fato de que, como grande parte dos alvos naturais é de natureza dinâmica, ou seja, apresenta variações no tempo, o aspecto de repetitividade dos imageamentos feitos por satélite torna-se um fator de grande importância para a identificação das variações apresentadas pelos padrões de tonalidade e textura dos diferentes alvos (AMBRÓSIO *et al.*, 2008)

Assim, enquanto o primeiro conjunto priorizou imagens do início do ciclo fenológico da cana, o segundo conjunto, constituído as imagens para comparação, foi obtido em datas próximas ao final da colheita das safras de culturas anuais e início da colheita das safras de cana-de-açúcar.

3.2 Georreferenciamento

Para cada ano analisado selecionou-se as bandas 345/RGB, as quais foram compostas, seguindo-se o georreferenciamento da imagem composta e o recorte da região de estudo no programa ENVI 4.6. O georreferenciamento foi realizado de imagem para imagem, utilizando-se como base a imagem Geocover 2000.

3.3 Segmentação

As imagens foram submetidas a testes de segmentação para dividi-las em regiões correspondentes às áreas de interesse de aplicação para facilitar a classificação na fase seguinte. A segmentação é um processo usado para superar as limitações da análise pontual através de atributos espectrais realizados pela classificação (SPRING, 2002), fundamentada na divisão

da imagem em regiões (conjunto de pixels contíguos, bidirecionados e uniformes) que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação.

Foi utilizado o método de segmentação crescimento por regiões, uma técnica de agrupamento de dados na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas. Inicialmente, este processo de segmentação rotula cada pixel como uma região distinta. O critério utilizado é o de similaridade, o qual baseia-se em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. A seguir, a imagem é dividida em um conjunto de sub-imagens e então se realiza a união entre elas, segundo um limiar de agregação definido.

A imagem obtida foi realçada pela técnica de expansão linear de contraste e segmentada no programa SPRING 5.0.6. Para os limiares de similaridade e área de pixel, após sucessivos testes, foram adotados os valores de 5 e 65 respectivamente, uma vez que tais um mapa de pixels classificados, e identificados por símbolos gráficos ou cores (mapa temático de cobertura e uso do solo). O resultado da classificação serviu de parâmetro para a geração de cartas temáticas de uso e cobertura florestal da Microrregião, bem como para quantificar estas classes temáticas nas datas de estudo.

O processamento final das imagens foi realizado no programa ArcGis 9.3. A imagem classificada Tiff foi convertida para feições e sobreposta pelas imagens base e comparativas para identificação das classes propostas e correções necessárias. Para a identificação das classes foi adotada a proposta metodológica de chaves de identificação de FLORENZANO (2002) que consiste em identificar as classes espectrais na imagem em função de um conjunto de atributos de cor, tonalidade, textura, forma geométrica, localização e sombra (altura).

A tabela 1 apresenta a chave de interpretação visual utilizada para mapeamento dos usos e ocupação do solo na região estudada.

As classes foram determinadas tendo como foco principal a cana-de-açúcar, assim, a vegetação natural, reflorestamentos e os diferentes tipos de cerrado foram agrupados em uma mesma categoria. Os corpos hídricos de pequenas dimensões, que não foram detectados pelo processo de segmentação, foram agrupados às Matas e Cerrados. As áreas urbanas e os corpos hídricos fogem ao escopo deste trabalho e à escala de apresentação dos resultados e, portanto, não foram analisadas.

Mapas e séries históricas do projeto CANASAT/ INPE, foram utilizados como parâmetro de aferição dos resultados, assim como as séries históricas e o Senso Agropecuário 2006 do IBGE/IPEADATA.

Concluído o mapeamento preliminar para os anos de 2000; 2003 e 2006 utilizaram-se os registros visuais de campo e entrevistas com engenheiros agrônomos, favorecidos pela própria experiência pessoal, como assessor agropecuário na região, durante

valores proporcionaram adequada precisão sem excessiva segmentação.

3.4 Classificação

Após a segmentação processou-se a extração de atributos das regiões e sua classificação, pelo algoritmo classificação não supervisionada, classificador Ioseg, com limiar de aceitação de 99,9%. As imagens classificadas geraram em média 70.000+ /- 5.000 polígonos e 33 categorias e foram exportadas para formato Tiff/Geotiff.

3.5 Elaboração dos mapas temáticos e determinação da área ocupada por cada classe

O resultado da classificação digital foi representado por classes espectrais (áreas com características espectrais semelhantes) constituintes de o período de 1994 a 2005, para validar a chave de interpretação e os resultados apresentados.

Validados os resultados da classificação, executou-se o processamento da área geométrica das classes selecionadas. Os polígonos referentes à classe cana-de-açúcar foram extraídos em formato *shape* e serviram para recortar as áreas das imagens antecessoras, obtendo-se os resultados estatísticos da classificação da sucessão de uso do solo nas áreas de expansão das lavouras de cana-de-açúcar.

Analisando o Zoneamento Agrícola (Ministério da Agricultura), pode-se constatar que 95% da colheita de soja, arroz e milho em Goiás estará concluída até meados de abril. Os dados do IBGE/IPEADATA (2009) indicaram que as culturas de soja e milho juntas correspondem a 95% das culturas anuais, assim, a chave de interpretação utilizada permitiu a identificação precisa de 82% das culturas anuais diretamente pela identificação de áreas com solo exposto no período pós-colheita (áreas que se apresentavam com a cor vermelha, em diversos tons) o restante das áreas de culturas anuais corresponde a:

- **área de safrinha** - em média equivalente a 8,0% do total das áreas de culturas anuais (IBGE/IPEA, 2009); essas áreas apresentavam-se na cor verde no período pós-colheita e vermelhas no período referente à imagem base; uma vez que 90% da safrinha está concluída até meados de junho, obteve-se mais 7,2% de identificação precisa para as culturas anuais;

- **áreas de colheita tardia** - áreas colhidas a partir de final de abril; correspondem a 5% do total de culturas anuais e foram as áreas de maior dificuldade de identificação, pois apresentavam confusão espectral com pastagens nas imagens; para tais áreas utilizou-se como critério de separação a localização, se adjacentes a microbacias agrícolas, foram consideradas como agrícolas e se adjacentes a pastagens, como tal.

Tabela 1 - Chave de interpretação para as categorias analisadas

Usos do Solo	Cor e tonalidade		Textura	Forma	Localização	Altura Relativa	Confundibilidade
	Imagem Base	Imagem Comparat					
Corpos d'água	Preto	Preto	Fina	Irregular	Às vezes sazonais	-----	Baixa
Cultura Temporária/Solo exposto	Vermelho/Verde	Verde/Vermelho	Fina a média	Regular/Angular/Geométrica	Micro bacias	Mais alto que pasto	Baixa com pastagem
Área urbanizada	Marrom/Amarelo Mosqueado	Vermelho/Amarelo mosqueado	Grosseira	Irregular	Temporalmente Definida/Fixa	-----	Baixa
Cana-de-açúcar	Verde/Preto/Vermelho	Verde/Vermelho	Media	Geométrica	Próximo às Usinas	Mais alto que culturas	Baixa; talhões e /ou terraços bem definidos
Matas e Cerrados	Verde a marrom	Verde escuro a verde claro	Media a grosseira	Irregular	Dispersa	Mais alto que pasto e culturas	Média Cerrado ralo confunde-se com pastagem
Pastagens	Marrom a amarelo	Verde a amarelo	Fina a média	Regular	Em bacias e/ou proximos a matas de galeria	Mais baixo que cultura e cerrado	Média com cerrado ralo

- **demais culturas anuais** - pivôs centrais e demais culturas, correspondendo a 5% do total de culturas anuais. Os pivôs centrais são, por racionalidade de investimentos, utilizados para culturas de maior valor agregado e, portanto foram considerados como culturas anuais; entretanto, em raras situações, conforme a localização do polígono e suas adjacências sugerirem região de pastagem, estes foram considerados como pastagens; para as demais culturas anuais, de colheita tardia, o algodão representa quase a totalidade destas (IBGE, 2000; IPEADATA, 2009), colhido normalmente até final de maio, e apresenta comportamento semelhante às áreas de safrinha.

As áreas de cana-de-açúcar foram facilmente identificadas pela definição dos talhões. Uma vez que na região, a colheita da cana inicia-se em abril, o uso das imagens comparativas permitiu a identificação de áreas colhidas e de áreas plantadas no início da estação, pois já estavam com um porte mais elevado no período da imagem base. As áreas colhidas após esse período apresentavam-se na cor verde intensa e com talhões bem definidos na imagem comparativa ou, quando submetidas à queima, apresentavam-se pretas e com talhões definidos na imagem base.

Dificuldade maior foi identificar as áreas de cerrado ralo/campos, que apresentaram elevada confusão espectral com pastagens, essas áreas corresponderam em média a 10% da soma de pastagens com matas/cerrados. Assim, a identificação dessas áreas

foi feita através dos critérios de localização. Caso as áreas adjacentes fossem cerrado denso ou matas, tais áreas foram classificadas como pastagem, pois supostamente significava uma intervenção antrópica. E, em situação inversa, constituem realmente reservas. Apesar desse cuidado, a literatura relata a utilização dessas categorias como pastagens naturais (OLIVEIRA *et al.*, 2003)

As demais categorias não apresentaram dificuldades de interpretação nas imagens.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O SIG mostrou ser uma ferramenta de aferição e verificação imprescindível aos resultados da análise.

Assim, considerando apenas os resultados numéricos, pode-se observar que no período analisado, a região apresentou uma ocorrência de aproximadamente 49% de pastagens, 26% de Matas e Cerrados, 19% de Culturas Anuais e 5% de outros usos (figura 8 e tabela 2), revelando ser uma região com uma elevada concentração de pastagens e com vegetação suficiente para atender a demanda de áreas de reservas legais. O Mapa de 2000 (fig. 12), entretanto, revela que este padrão de distribuição é diferente ao longo da região, com as áreas de culturas anuais mais concentradas na porção Sudoeste e as áreas de pastagens distribuídas no restante da microrregião.

Tabela 2 - Ocorrência das classes de uso da terra e cobertura vegetal na microrregião meia ponte (2000 a 2009).

CLASSES	2000		2003		2006		2009	
	área	%	área	%	área	%	área	%
Corpos d'água	34.063,49	1,61	30.381,59	1,44	34.773,12	1,64	38.453,77	1,82
Cultura temporária	363.380,79	17,17	409.782,57	19,36	451.208,99	21,32	446.599,91	21,10
Área urbanizada	14.370,79	0,68	16.276,18	0,77	16.949,59	0,80	18.946,72	0,90
Cana-de-açúcar	19.472,88	0,92	30.298,89	1,43	45.736,68	2,16	142.883,57	6,75
Matas e Cerrado	537.443,19	25,39	542.871,17	25,65	545.549,08	25,78	571.911,35	27,02
Pastagens	1.147.824,57	54,23	1.086.945,30	51,35	1.022.337,63	48,30	897.760,38	42,42
Totais		100		100		100		100
TOTAL	2.116.555,70	100,00	2.116.555,70	100,00	2.116.555,70	100,00	2.116.555,70	100,00

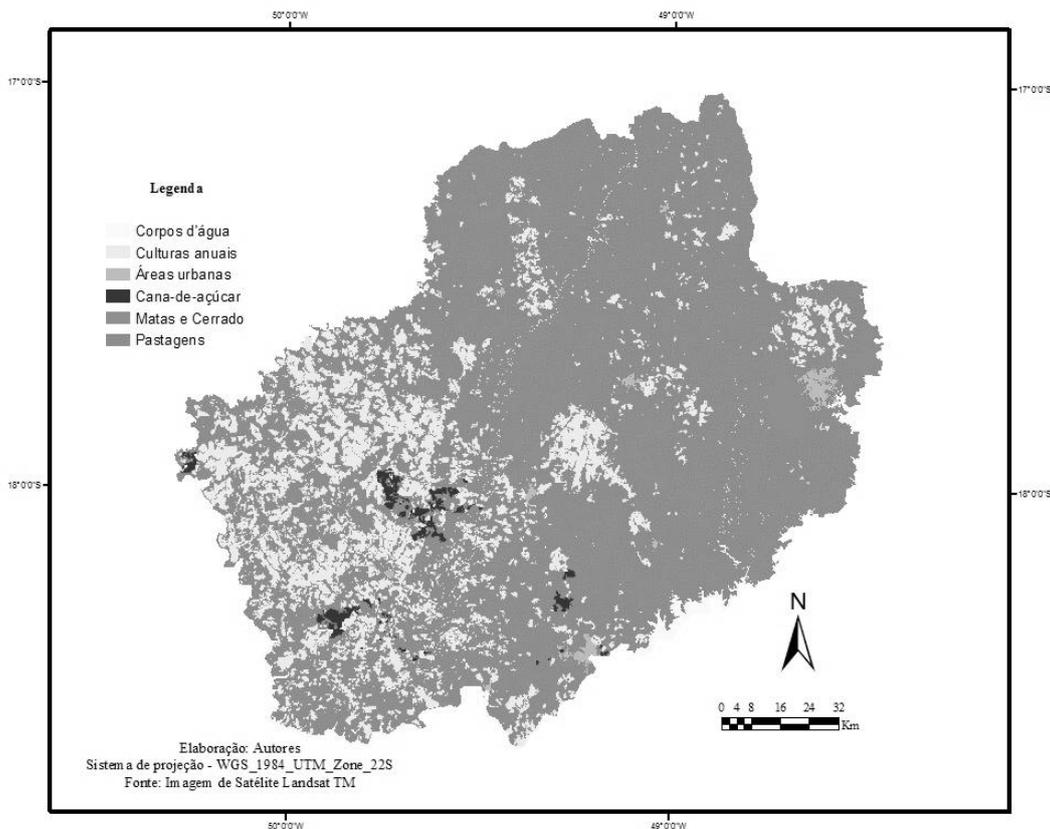


Fig. 8 – Mapa de classes de uso da terra na microrregião Meia Ponte para 2000.

Analisando as variações relativas (tabela 3), observa-se que os corpos d'água continentais apresentaram uma diminuição de 10% de 2000 para 2003 voltando a aumentar 14% no período 2003 a 2006 e sustentando esse aumento em 10% no último período. Essa variação reflete a complexidade de análise dos corpos hídricos na região, que foge ao escopo deste trabalho, provavelmente estando associada à data das imagens analisadas e ao regime pluvial nos anos em

análise, uma vez que, a maior concentração desta classe está nos reservatórios ao longo do rio Paranaíba (fig.9).

Por outro lado, o aumento de 29% de área urbanizada (tabela 3) confirma os resultados de crescimento médio de 2 a 3% das cidades no período de 1991 a 2000 (IBGE 2001). Entretanto, a escala adotada não permite a visualização desta característica nos mapas.

Tabela 3 - Variação relativa da ocorrência das classes de uso da terra e cobertura vegetal na microrregião meia ponte.

CLASSES	2000-2003		2003-2006		2006-2009		TOTAL
	área	%	área	%	área	%	área
Corpos d'água continentais	-3.681,90	-10,81	4.391,54	14,45	3.680,64	10,58	4.390,28
Cultura Temporária	46.401,78	12,77	41.426,42	10,11	-4.609,08	-1,02	83.219,13
Área urbanizada	1.905,39	13,26	673,41	4,14	1.997,13	11,78	4.575,93
Canas-de-açúcar	10.826,01	55,60	15.437,78	50,95	97.146,90	212,40	123.410,69
Matas e Cerrado	5.427,98	1,01	2.677,91	0,49	26.362,27	4,83	34.468,16
Pastagens	60.879,27	- 5,30	-64.607,67	-5,94	-124.577,25	-12,19	-250.064,18

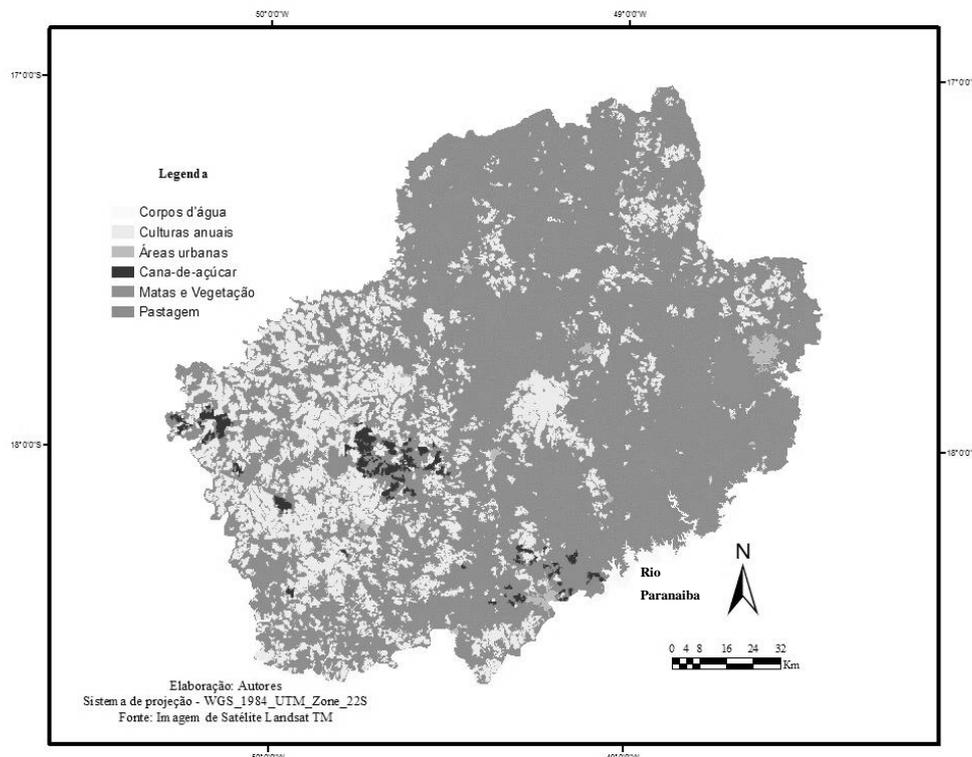


Fig. 9 - Mapa de classes de uso da terra na microrregião Meia Ponte para 2003.

A área de cultura temporária soma um aumento de 23% nos dois primeiros períodos, e praticamente se estabiliza, apresentando uma pequena

diminuição de 1% recentemente. Já as Matas e Cerrados permanecem com área praticamente inalterada nos dois primeiros períodos em contraste a um aumento de 5%

recentemente, refletindo uma provável ação da legislação ambiental, do ministério público e dos proprietários agrários na contenção do desmatamento e na recomposição florestal das reservas legais.

A área de pastagem decresce ao longo de todo o período analisado somando uma perda total de 250.064,18 ha e aparentemente sustentando o aumento das demais categorias, como a de lavouras de cana-de-açúcar que apresenta um crescimento exponencial, com 55% de aumento no primeiro período, mais 55% de aumento em relação ao segundo período e finalmente duplica a quantidade de área no último período em relação ao anterior, aumentando em mais de 6 vezes a área plantada em 2000.

Entretanto, observando as figuras 10 e 11 pode-se constatar que as culturas temporárias, apesar de sua relativa estabilidade em total de área cultivada, se deslocam, materializando uma expansão para nordeste em compensação a uma retração no sudoeste, região de expansão da cana. Assim, verifica-se uma tendência à substituição de pastagem por culturas temporárias e de cultura temporária por cana de açúcar, confirmando Vieira *et al.* (2006).

Essa observação pode ser confirmada pela tabela 4 que mostra uma composição de 31% de área de culturas temporárias contra 26% de área de pastagem na expansão da cana-de-açúcar no primeiro período; 28%

de cultura anual contra 18% de pastagem no segundo período e finalmente 46% de cultura anual contra 27% de pastagem no último período, o de maior expansão.

Por fim, a figura 11 confirma exatamente a área de preferência para a expansão da cana na porção sul-sudoeste da região, onde a aptidão agrícola e a logística são muito mais favoráveis que no restante da microrregião, conforme relatado anteriormente.

A ocupação da categoria de matas e cerrados provavelmente está relacionada a estímulos econômicos que a cultura da cana traz aos proprietários agropecuários, levando em consideração que parte dessa categoria pode ser de pastagens naturais.

Apesar dos dados absolutos indicarem a substituição das áreas de pastagem por cana-de-açúcar na microrregião, o que se observa pelos mapas gerados em SIG e respectivos cálculos, na verdade é um deslocamento das culturas anuais para a sua porção norte-nordeste, uma vez substituídas pela cana-de-açúcar na porção sul-sudoeste da Microrregião.

Lá sim, substitui as áreas de pastagens, o que permite compreender porque estatisticamente registra-se a diminuição de pastagens em favor das culturas anuais e da própria cana. Esse processo é preocupante porque essa porção apresenta um mosaico de solos e relevo com menor aptidão para esse uso, na escala adotada, o que sugere maior risco de impactos ambientais.

Tabela 4 - Ocorrência da sucessão de ocupação das classes de uso da terra e cobertura vegetal pela expansão das lavouras de cana-de-açúcar na Microrregião Meia Ponte 2000 a 2009.

CLASSES	2000-2003		2003-2006		2006-2009	
	área	%	área	%	área	%
Corpos d'água	0	0	0	0	0	0
Cultura Temporária	9.354,22	30,87	12.750,57	27,88	66.286,1	46,39
Área urbanizada	0	0	0	0	0	0
Cana-de açúcar	10.564,52	34,87	21.526,31	47,07	30.365,3	21,25
Matas e Cerrado	2.489,5	8,22	2.977,13	6,51	8.241,9	5,77
Pastagens	7.889,40	26,04	8.482,42	18,55	37.990,3	26,59
TOTAL	30.297,71	100,00	45.736,43	100,00	142.883,6	100,00

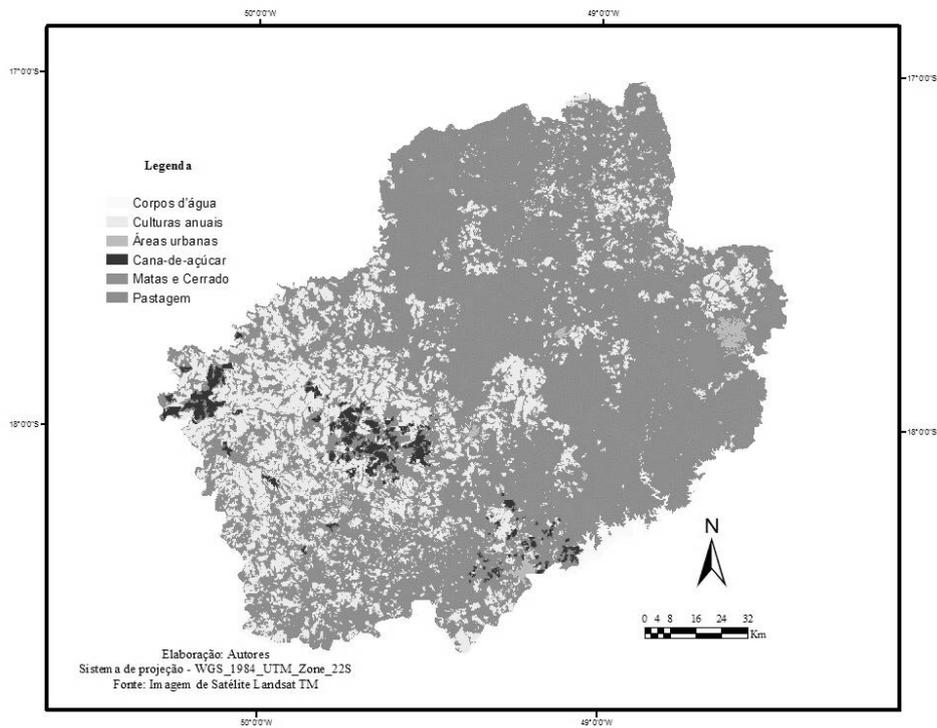


Fig. 10 - Mapa de classes de uso da terra na microrregião Meia Ponte para 2006.

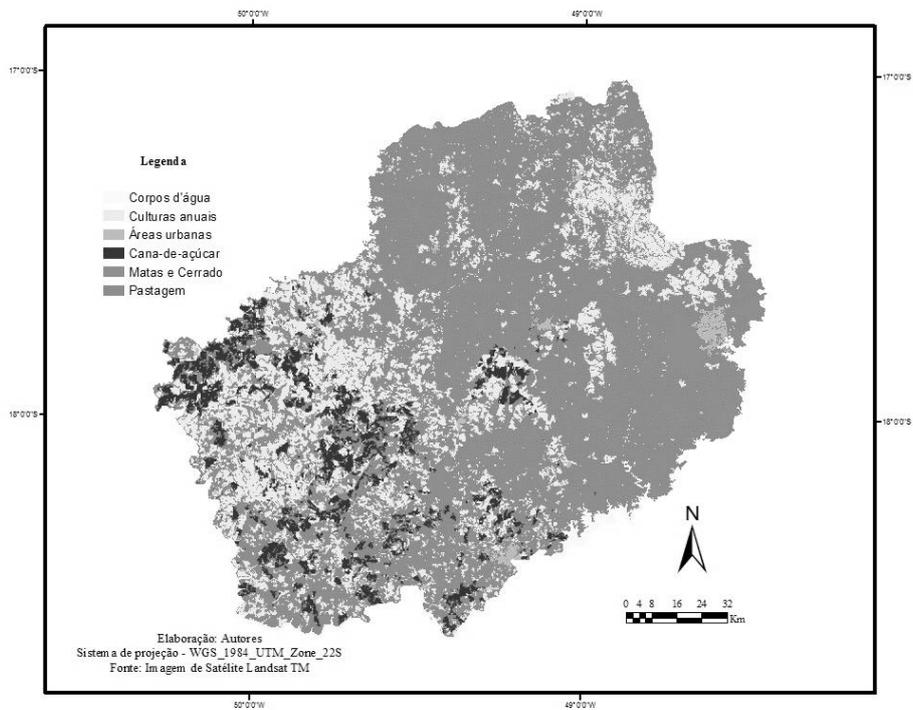


Fig. 11 - Mapa de classes de uso da terra na microrregião Meia Ponte para 2009

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que a expansão da lavoura sucroalcooleira se concentra na região sudoeste da Microrregião Meia Ponte, região onde havia a maior concentração das culturas anuais, devido à aptidão agrícola dos solos mais profundos (Latosolos) aí existentes associados a relevos suavizados e contínuos, também de elevada aptidão agrícola para o cultivo de cana-de-açúcar. E também que as culturas anuais praticadas nessa porção estão se deslocando para a porção nordeste, lá substituindo as pastagens existentes e em áreas de menor aptidão para essas culturas, o que se torna preocupante.

Ao ocupar solos de baixa erodibilidade a cultura da cana minimiza os riscos de perda de solo, entretanto, ao deslocar as culturas temporárias para regiões mais erodíveis, tende a aumentar o risco de degradação ambiental nessas regiões e aumentar o custo de produção, sugerindo problemas de sustentabilidade em prazos mais longos, na escala adotada neste trabalho.

Assim, sugere-se uma análise mais detalhada da sustentabilidade ecológico-econômica dos municípios em que situam as lavouras de cana-de-açúcar ao sul e das culturas anuais deslocadas para o norte, de modo a contribuir para aprofundar as interpretações dos resultados ora obtidos e agregar informações sobre impactos socioambientais no desenvolvimento destes municípios, inclusive em relação ao uso da água.

Por fim, vale ressaltar que o SIG aplicado a séries históricas de imagens de satélite revelou-se uma ferramenta imprescindível na análise de uso da terra e cobertura vegetal remanescente (LUCC) no período focado e nas datas selecionadas, corroborando dados econômicos das fontes utilizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL FILHO, Z.P; CARDOSO, A.S.; COSTA, H.F.; MATTOS, S.C.; PRADO, L.M.S. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Microrregião Meia Ponte**. Goiânia: SEMARH, 1999.3v.

AMBRÓSIO, L. A.; FASIABEN, M. C. R.; MORAES, J. F. L. Dinâmica dos usos e coberturas da terra em área de preservação permanente na bacia hidrográfica dos rios Mogiguaçu e Pardo, no período entre 1988 e 2002. In: XV CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Brasília:SOBER,2008.

BARBALHO, M. G. S. **Impactos ambientais nas bacias dos rios dos Bois e Claro, afluentes do rio Araguaia**. Goiânia:UFG, 2009. Qualificação de Tese de Doutorado.

BOLFE, É. L.; BOLFE, A. P. F.; SIQUEIRA E. R. **Dinâmica do uso e ocupação do solo: subsídio à recuperação de áreas degradadas em Japaratuba, SE. Geomática**, Santa Maria, v.1 e 2, p.13-29, 2008.

CARVALHO, S. P.; CARRIJO, E.L. O. A produção de álcool: do proálcool ao contexto atual. In: XIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2007, Londrina. **Anais da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Brasília:SOBER, 2007.

CASTRO, S. S. ; BORGES, R.O.; SILVA, R. A. A.; BARBALHO, M.G.S. Estudo da expansão da cana de açúcar no estado de Goiás:subsídios para uma avaliação do potencial de impactos ambientais. In: II FORUM DE C & T NO CERRADO, 2007, Goiânia. **Impactos econômicos, sociais e ambientais no cultivo da cana de açúcar no território goiano**. Goiânia: SBPC, 2007. v. único. p. 09-17.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Sustentabilidade da Produção Agrícola da Cana de açúcar**. Piracicaba: CTC. 2004.

DISPERATI, A. A.; OLIVEIRA FILHO,P. C.; BOBROWSKI, R.; DLUGOSZ F. L. Análise temporal da cobertura florestal do município de Irati-PR, utilizando imagens satelitárias Landsat. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava,v. 5, n.1,p.115-123. Jan.-Jun. 2003.

DONZELI *et al.* 1992.

FERREIRA JUNIOR, L. G.; FERREIRA, M. E.; ROCHA, G. F. ; NEMAYER, M. ; FERREIRA, N. C. **Dinâmica agrícola e desmatamentos em áreas de cerrado: uma análise a partir de dados censitários e imagens de resolução moderada**. Revista Brasileira de Cartografia (Impresso), v. 61, p. 117-127, 2009. ; *Meio de divulgação:* Vários; Homepage: http://www.rbc.ufrj.br/_2009/61_2_04.htm; Série: 02; ISSN/ISBN: 05604613.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

IBGE. **Tendências demográficas: uma análise dos resultados da sinopse preliminar do censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

IPEADATA. **Tema: agropecuária**. nível: municípios. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?Sessio nID=705564879&Tick=1252298854781&VAR_FUNC AO=RedirecionaFrameConteudo%28%22iframe_dados _r.htm%22%29&Mod=R> Acesso em 30/08/2009.

- LEAL, L. S. M.; SILVA, M. M. ; DA PAZ, R. L. F.; AMORIM, A. O. ; OLIVEIRA, T. V. Estudo de caso de veranico em três municípios na região sul do estado de Goiás. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006**. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.
- LIMA, D. A. L. L.; MORAES, C.L. O uso da terra da mesorregião sul goiano e seus impactos ambientais. In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 2008, Brasília – DF. **Anais eletrônicos da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**. Pará: UFP. Disponível em: < <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT1-498-534-20080508093032.pdf> >. Acesso em: 11 ago. 2009.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco nacional de cana -de-açúcar e agroenergia** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento . Secretaria de Produção e Agroenergia – Brasília: MAPA /SPA, 2007. 139 p.
- MATTOS, S. C. Planejamento, gestão territorial regional e desenvolvimento sustentável da microrregião meia ponte, estado de Goiás, Brasil. In: XVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 2002, Mexico. **Anais eletrônicos** Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/xii-viii-002.pdf> >. Acesso em: 11 ago. 2009.
- MICHELLON E.; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUES, J. R. A. Breve descrição do proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil. In: XLVI CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Brasília: SOBER, 2008.
- MIZIARA, F. . Expansão da Lavoura de Cana em Goiás e Impactos Ambientais. In: XIV Congresso Brasileiro de Sociologia, 2009, Rio de Janeiro. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Sociologia**, 2009. v. 1. p. 1.
- MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C. Expansão da Fronteira Agrícola e Evolução da Ocupação e Uso do Espaço no Estado de Goiás: Subsídios à Política Ambiental. In: FERREIRA, L. G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental** - biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado. Goiânia: Canone/CEGRAF-UFG, 2008, v. 1, p. 67-75.
- MRE. **O Estado de Goiás**. Disponível em: < <http://www.mre.gov.br/dc/textos/revista4-mat10.pdf> >. Acesso em: 11 ago. 2009
- OLIVEIRA, V. Á.; BORGES, L. C.; ALMEIDA, L. L. C.; SILVA, M. T. G. ; CALIL, P. M.; NOGUEIRA, S. A. J.; AZEVEDO, W. R. **Diagnostico Agroambiental do Entorno do Parque Nacional das Emas: 1ª Fase**. 2. ed. Goiânia: Agencia Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário - Agenciarrural, 2003. v. 500. 227 p.
- PIRES, M. J. S. **As implicações do processo de modernização conservadora na estrutura e nas atividades agropecuárias da região centro-sul de Goiás**. Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Economia:Campinas, 2008. Tese de Doutorado.
- PNA. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.
- SANTOS, V.A. A.; LIMA, Z. M. C.; SENA, I. P. S.; FERNANDES, T.M.T. Dinâmica do uso e ocupação do solo no litoral de Macau-RN no período de 1978 à 2008. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal: INPE, 2009. p. 1513-1520.
- SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). INPE/DPI. **Spring 3.6: Geoprocessamento ao alcance de todos**. São José dos Campos, SP, Cd-rom, 2002.
- UNICA. **Agroindústria da cana-de-açúcar: alta competitividade canavieira**. Disponível em < http://www.unica.com.br/pages/agroindustria_alta.asp > acesso em: 11 de julho de 2009.
- UNICAMP. **Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo**. Campinas: UNICAMP.2005.Relatório final.
- VIEIRA JUNIOR, P.A.; VIEIRA, A.C.P.; BUAINAIN, A.M. O Centro-Oeste brasileiro como fronteira agrícola. In: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU), 2006, VII, Quito/Equador. **Anais...** 2006. Disponível em:< <http://www.alasru.org/inscri/Livro%20resumos%20completored.pdf> >.