

A expansão da fronteira agrícola e a mudança de uso e cobertura da terra no centro-sul de Goiás, entre 1975 e 2010

The expansion of the agricultural frontier and land-cover and land-use changes in central-south portion of the state of Goiás from 1975 to 2010

La expansión de la frontera agrícola y el cambio de la cobertura y uso de la tierra en el centro-sur de Goiás, entre 1975 y 2010

Elaine Barbosa da Silva
Universidade Federal de Goiás
elainesilvaufg@yahoo.com.br

Laerte Guimarães Ferreira Júnior
Universidade Federal de Goiás
laerte@iesa.ufg.br

Antonio Fernandes dos Anjos
Universidade Federal de Goiás
antonio.dosanjos@yahoo.com.br

Fausto Miziara
Universidade Federal de Goiás
faustomiziara@uol.com.br

Resumo

Desde a década de 1970 o Cerrado experimentou o rápido crescimento de sua produção agropecuária, fazendo com que a fronteira agrícola moderna avançasse sobre zonas de fronteira agrícola tradicional, onde a agropecuária já se encontrava desenvolvida, apesar das limitações. Neste artigo são estudadas as mudanças de uso e cobertura da terra na região centro-sul do estado de Goiás (cena Landsat 222/72) entre 1975 e 2010, por meio da classificação da imagem em classes de vegetação, pastagem e agricultura a cada dois anos. Recorreram-se também aos dados censitários para análise da evolução da produção agrícola e das pastagens cultivadas. Os resultados demonstraram a rápida expansão da agricultura e da pecuária na cena, com deslocamento da pecuária para onde os

solos são menos férteis e o relevo é mais acidentado. Verificou-se, ainda, que mesmo dentro desses dois grupos houve concorrência entre culturas, com as pastagens cultivadas substituindo as naturais e algumas culturas agrícolas avançando sobre outras, a exemplo da queda na produção de arroz e feijão em face do crescimento da soja, na década de 1970 e 1980, seguido do aumento na produção de cana-de-açúcar, na década de 1990.

Palavras-chave: Cerrado. Fronteira agrícola. Mudança de uso e cobertura da terra. Sensoriamento Remoto.

Abstract

Dating back to the early 70's, the Cerrado went through a rapid growth in its agricultural production, which expanded over traditional agriculture frontiers. This paper assess land-cover and land-use changes in the central-south portion of the state of Goiás (Landsat scene 222/72) between 1975 and 2010, via analysis of census data and image classification into remnant vegetation, pasture, and crop areas, every other year. Our results confirm an accelerated agriculture expansion, which caused cattle ranching to be displaced to areas of lower soil fertility and hilly terrains. Interestingly, even within these two major land-use domains, a competition within classes could be observed, with cultivated pastures replacing native grasses and substitution of traditional crops, mainly rice and beans, by soy, in the 70's and 80's, and sugarcane in the 90's.

Key-words: Cerrado. Agricultural frontier. Land-cover and land-use changes. Agricultural remote sensing.

Resumen

Desde la década de 1970 el Cerrado vivió un rápido crecimiento de su producción agropecuaria, lo que hizo que la frontera agrícola moderna avanzara sobre zonas de frontera agrícola tradicional, en donde la agropecuaria ya se encontraba desarrollada, a pesar de las limitaciones. En este artículo son estudiados los cambios de la cobertura y uso de la tierra en la región centro-sur del estado de Goiás (escena Landsat 222/72) entre 1975 y 2010, por medio de la clasificación de las imágenes en clases de vegetación, pasto y agricultura a cada dos años. También se utilizaron los datos del censo para el análisis de la evolución de la producción agrícola y de los pastos cultivados. Los resultados demostraron la rápida expansión de la agricultura y de la pecuaria, con desplazamiento de la pecuaria para donde los suelos son menos fértiles y el relieve es más acidentado. También fue verificado que incluso dentro de esos dos grupos hubo competencia entre las culturas, con los pastos cultivados reemplazando a los naturales y a algunas culturas agrícolas avanzando sobre las otras, a ejemplo de la caída en la producción de arroz y frijol en vista del crecimiento de la soja en las décadas de 1970 y 1980, seguido también del aumento en la producción de caña de azúcar en la década de 1990.

Palabras clave: Cerrado. Frontera agrícola. Cambio de la cobertura y uso de la tierra. Sensoriamento Remoto.

Introdução

Em todo o mundo, as mudanças na cobertura e uso da terra tem sido estudadas sistematicamente nas três últimas décadas em função da importância que a questão ambiental tem alcançado nos âmbitos econômico, político e social (DE JONG et al., 2011). Mais recentemente, o aquecimento global

serviu como alerta acerca da necessidade de gerenciar melhor o uso dos recursos naturais, ao passo que mudanças locais na qualidade da água e do solo tornaram evidente o risco de perdas econômicas resultantes de práticas inadequadas na agricultura, na criação de animais e na indústria (IPCC, 2001; NOBRE et al., 2007). Assim, o estudo das mudanças na cobertura e uso da terra por meio do sensoriamento remoto tem sido uma importante ferramenta para monitoramento da transformação do padrão produtivo, auxiliando sobretudo no diagnóstico e nas tomadas de decisão.

Antes dos estudos de mudança na cobertura e uso da terra, outros estudos se aproximavam dessa ideia. O avanço dos colonizadores ingleses sobre o meio oeste dos Estados Unidos foi a referência de Turner (1920) para o conceito de *fronteira*, que se tornou parâmetro para os estudos de mesma natureza em outros países. No Brasil, após o final da Segunda Guerra Mundial, surgiram estudos acerca das possibilidades de ocupação do território brasileiro por imigrantes de países devastados pela guerra, que começavam a chegar ao país. Em especial, Neiva (1949) identificou uma *fronteira demográfica* no Brasil, que começava não muito longe do litoral e atingia a floresta amazônica, e uma *fronteira econômica*, restrita ao sudeste do país e a alguns pontos ao longo da costa. Nesses termos, pela primeira vez o conceito de fronteira era aplicado ao Brasil, ainda que diversos estudiosos estivessem preocupados com a ocupação do espaço brasileiro, a exemplo de Caio Prado Júnior, Pierre Mombeig e Leo Waibel (1955), que fizeram o primeiro estudo sobre as zonas pioneiras no Brasil, desde o século XVIII. Por outra vertente, o contraste dos modos de vida presentes nas fronteiras foram objetos de profunda reflexão de Sérgio Buarque de Holanda em *Monções*, de 1945, e *Caminhos e fronteira*, de 1957, e também de Martins (2009), que desde o final da década de 1960 dedica-se a essa matéria.

A baixa fertilidade natural do Cerrado e a falta de meios de transporte eficientes explicam, em parte, sua baixa densidade demográfica até meados do Século XX. No estudo de Waibel (1955) percebe-se que onde primeiro se instalaram fronteiras agrícolas no Cerrado foi nas proximidades dos municípios paulistas de Limeira e de Ribeirão Preto/São Carlos, com a cultura cafeeira expandindo sobre solos de baixa fertilidade, numa localização que reflete a dificuldade de transporte, pois o oeste de São Paulo, que estava mais longe, tem alta fertilidade natural. Além dessa zona de fronteira, havia, no centro do atual estado de Goiás, uma área de solos basálticos de média/alta fertilidade, conhecida como “Mato Grosso de Goiás”, ao norte do município de Goiânia, que se tornou na década de 1940 (ESTEVAM, 1998) a fronteira agrícola mais longínqua do sertão brasileiro, apoiada pelo Estado, com a criação da Colônia Agrícola Nacional de Goiás (Cang) em 1941. Dessa região em direção ao sul de Goiás se formou o que se pode chamar de uma fronteira agrícola tradicional,

ou seja, uma ocupação da terra baseada na propriedade privada e na produção agropecuária tradicional, desprovida de correção de acidez, fertilizantes e máquinas, e que enfrentava dificuldades com transportes e comunicações. Após meados da década de 1970 difundiram-se rapidamente a correção da acidez e fertilização dos solos e o uso de máquinas no cultivo de produtos primários para exportação, chamados *commodities*, iniciando o que se pode chamar de fronteira agrícola moderna. Percebe-se que ao longo da expansão dessa segunda fronteira agrícola houve grande concorrência entre usos, não só entre pecuária e agricultura, mas também entre culturas, a exemplo do arroz, que era abundante inicialmente, e da soja e da cana-de-açúcar, que foram as culturas em expansão, uma após a outra.

Para se entender o avanço da fronteira agrícola sobre o Cerrado há que se considerarem duas especificidades: a baixa fertilidade natural e a modernização da agropecuária. A primeira foi, por muito tempo, o maior impedimento para a consolidação da fronteira demográfica. A segunda não só possibilitou o avanço da agropecuária como rapidamente tornou obsoleta as atividades rurais tradicionais. Assim, da mesma forma que população indígena não pode impedir a ocupação das terras pelos brancos, também o pioneiro tradicional não suportou a chegada de um sistema produtivo que estava fora de sua cogitação. Essa nova produção estava ligada ao mercado externo, “criava” terra boa de solos quase estéreis, usava máquinas e podia pagar bem pelas fazendas ou simplesmente expulsar antigos posseiros. Dessa forma, pode-se considerar que até a década de 1960 havia em parte do Cerrado um estágio embrionário da fronteira agrícola moderna. No caso estudado, com a chegada da ferrovia ao Cerrado, na segunda década do Século XX, a criação de Goiânia na década de 1930 e de Brasília na de 1950, o afluxo demográfico era considerável e a produção agropecuária se expandia, apesar das condições naturais desfavoráveis. Por isso Waibel (1955) enxergou no Mato Grosso de Goiás uma zona pioneira, pois a dinamização causada pela produção dessa zona desde a década de 1940 era semelhante à de outras zonas no Brasil, que também não contavam com a alta tecnologia. O novo modo de produzir, então, “recomeçou” essa história, reorganizando econômica, tecnológica e politicamente a produção brasileira, especialmente a do Cerrado.

Nesses termos, a rápida urbanização pode ser entendida como parte desse processo de reestruturação produtiva, que gerou uma nova realidade no campo, em que boa parte dos produtores são recém-chegados ao Cerrado, sobretudo do sudeste e sul do país, e em que quase todos os moradores das cidades são ex-produtores rurais tradicionais ou migrantes desse mesmo matiz social e seus descendentes. As cidades passam a ser o suporte dessa produção agropecuária, que chega a ser mais moderna que as próprias cidades. Por um lado, a produção mecanizada fez com que a agricultura não empregasse tanta

mão-de-obra como o de costume, retirando dessa atividade o antigo poder de transformar socialmente o espaço, já que não necessita de uma rede urbana adjacente para abrigar os numerosos trabalhadores, e isto era o que se via quando se conceituou fronteira: a intensa vida urbano-rural. Por outro lado, a pecuária, também incorporando a alta tecnologia em sua produção, aliando-se à indústria numa cadeia e competindo por localização com a agricultura, consegue transformar a paisagem quase como a esta, sobretudo quando localizada próximo aos grandes mercados consumidores.

Mesmo dentro da própria estrutura produtiva moderna há ainda disputas por localizações, que tem como base o aumento de demanda de certo produto, que, por isso, invade o espaço de outros. Isto levou Miziara (2000) a entender que o fator econômico deve ser levado em conta na dinâmica produtiva atual, pois ele pode causar esse avanço da fronteira sobre ela mesma, numa renovação produtiva constante decorrente da variação da demanda e rentabilidade dos produtos agropecuários. Para isso o autor recorre aos conceitos de renda diferencial I e II de Marx, demonstrando que é a intensificação da inversão de capital por unidade de área, ou seja, a renda diferencial II, que determina as mudanças de localização dos produtos agropecuários no Cerrado. O recente avanço da cana-de-açúcar sobre áreas já ocupadas por outras culturas é um claro exemplo disso.

Na área aqui estudada pode-se ver, ao longo do tempo, diversas forças conformadoras do Cerrado: o Estado, as transformações demográficas e a tecnologia. O espaço mudou e as imagens de satélite possibilitaram o mapeamento das sucessões de uso. Todavia interpretar em que medida cada elemento participou desse resultado é um grande desafio. Especificamente, busca-se aqui contribuir para a compreensão do processo de ocupação moderna do Cerrado a partir de uma área onde a fronteira agrícola já se consolidou, bem como observar o alcance e o limite do conceito de fronteira agrícola para essa realidade.

Área de estudo

A referência espacial para este estudo corresponde à cena Landsat – TM 222/72, haja vista o intuito de se observar as mudanças na cobertura e uso da terra em uma área de ocupação antiga do Cerrado. Por esta passaram as estradas abertas por paulistas em busca de ouro, instalaram-se fazendas de produção tradicional até o terceiro quartel do século XX e de aí em diante foi uma das áreas de expressiva tecnificação da produção agropecuária (TEIXEIRA NETO, 2001; ESTEVAM, 1998; NUNES, 1984). Ademais, as nuances de fertilidade e de relevo na mesma cena determinaram, em parte, a competição entre pecuária e agricultura pela melhor localização e a

consequente migração de uso. A figura 1 mostra que em 2002 a cena 222/72 possuía pouca presença de vegetação remanescente, indicando que aí a ocupação já se encontra em estágio avançado de consolidação.

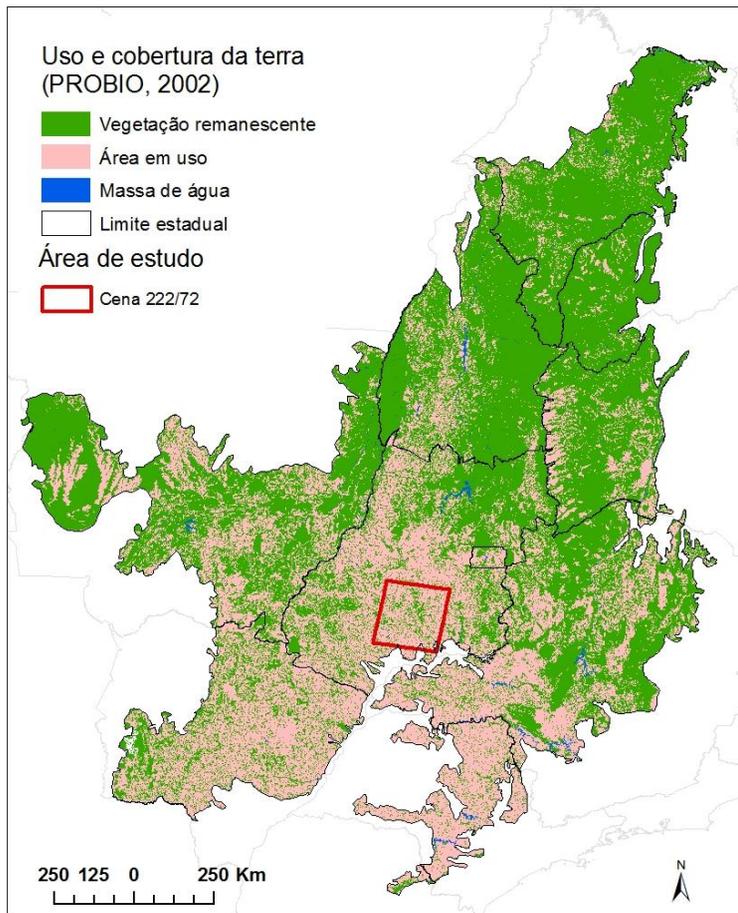


Figura 1 – Localização da área de estudo, conforme os limites estaduais, e em relação ao mapa de cobertura e uso da terra (Probio) para a totalidade do bioma Cerrado em 2002.

Materiais e métodos¹

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat devido à sua boa resolução espacial, ao longo do período monitorado continuamente e à gratuidade de sua aquisição. Devido ao recorte temporal (1975 a 2010) foi necessário utilizar imagens dos três sensores da série Landsat: MSS (80 m), TM (30 m) e ETM+ (30 m). As cenas de cada ano foram escolhidas entre os meses de junho a setembro, tendo em vista ser este o período de menor ocorrência de nuvens no Cerrado.

Para o período de 1975 a 1981 foi necessário formar mosaicos com quatro cenas do sensor MSS para cobrir a área equivalente à de uma cena do sensor TM, uma vez que as órbitas-pontos destes sensores são diferentes. Devido à variação na posição das imagens TM, foi feito um recorte a partir da região coincidente em todos os anos, reduzindo a área da cena de 32.400 km² para 25.600 km² (também foi utilizado para as cenas MSS). De 1982 a 1985 não houve imagens disponíveis. Após esse período foram obtidas boas imagens, também com intervalo de dois anos. O quadro 1 apresenta um resumo das cenas utilizadas.

Quadro 1 – Cenas dos sensores *MSS*, *ETM+* e *TM* dos satélites da série *Landsat* utilizadas neste estudo

Período	Cenas por sensor		
	MSS	ETM+	TM
1975 - 1981	16		
1986 - 2000			8
2002		1	
2004 - 2010			4
Total	29		

O registro das imagens foi realizado através do processo imagem com imagem a partir do mosaico GeoCover S23-10 2000, adquiridas junto ao *site* da

¹ Uma versão mais abrangente desta metodologia pode ser consultada em Silva et al. (2013)

National Aeronautics and Space Administration (Nasa) (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>). O erro médio admitido foi de 0,6 pixels.

O processo de classificação de imagens foi supervisionado, através dos procedimentos de segmentação, que fragmentam uma região em unidades homogêneas, considerando características como o nível de cinza dos pixels e a textura, seguido do uso do algoritmo de agrupamento *Bhattacharya* (MOREIRA, 2011). Os parâmetros usados para a segmentação foram: similaridade de 35 % e área mínima de 20 pixels, enquanto que para a classificação utilizaram-se 15 temas e 25 interações.

Após o processo de segmentação, foram inspecionadas as amostragens para se realizar a classificação da imagem. Para se obter boa separação dos elementos presentes nas imagens foi necessário a criação de várias classes. Para a vegetação criaram-se as classes *cerrado denso_1*, *cerrado denso_2*, *cerrado_ralo1*, *cerrado_ralo2*, etc. O mesmo ocorreu com a agricultura, como pode ser verificada na letra “b” da figura 2, pois também houve várias respostas espectrais.



a) imagem não classificada (RGB 543)

b) imagem classificada

Figura 2 – Exemplar de imagem antes e após o processo de classificação

Após a classificação das imagens, os dados foram transformados em vetores. Esses vetores, que são formados por vários polígonos, passaram por uma nova etapa de inspeção visual, polígono a polígono. Assim, as classes foram reorganizadas e o dado final foi composto por cinco classes, sendo elas *vegetação*, *agricultura*, *pastagem*, *mancha urbana* e *massa de água*. Com esse refinamento chegou-se a escala aproximada 1/100.000.

Mudanças na cobertura e uso da terra na Cena 222/72

A virada do século XIX para o XX marcou a instituição do acesso à terra pela compra, sobretudo no sudoeste e sul de Goiás (AGUIAR, 2003).

Todavia, as propriedades eram muito grandes e o preço da terra era baixo, em função da alta disponibilidade de terras em face da fraca demanda e da limitada disponibilidade de capital. Assim, as primeiras décadas do século XX viram a lenta consolidação do mercado de terras, que é a principal característica da *frente pioneira* (MARTINS, 2009). Então, ocorrem algumas mudanças estruturais que começam a implantar uma nova lógica produtiva, que reconfigura a apropriação do espaço. A extensão da ferrovia até Goiás passou a conectar diretamente esse espaço ao maior mercado consumidor nacional, com possibilidade de se acessar também o mercado internacional (BORGES, 1990). Da ferrovia começaram a partir muitas e longas estradas (NUNES, 1984), que aos poucos foram tornando possível o aumento da produção agropecuária.

É de se pensar que, nesses moldes, as décadas de 1930 a 1960 foram um tempo em que já estava consolidado o valor de troca da terra característico da produção capitalista, ao passo que a demanda nacional e internacional por produtos agropecuários estava em ascensão. Dessa forma, o que aconteceu na década de 1970 pode ser visto como um *recomeço* do processo de ocupação produtiva, agora baseado na alta tecnologia.

Em decorrência do cenário internacional para o mercado de *commodities* agropecuárias, da disponibilidade de terras e de capitais no Brasil e do avanço nos setores de maquinaria, na década de 1970, a modernização da agropecuária chegou a Goiás e à grande parte do Cerrado (RIBEIRO et al., 2008), contando com forte apoio governamental. Dentre os programas federais atuantes na área em estudo dois foram muito importantes. O Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro), entre 1974 e 1979, promoveu pesquisas, assistência técnica, crédito rural orientado e apoio à infraestrutura (eletrificação rural, estradas vicinais e armazenagem) (ALENCAR, 1975). Esse programa incluiu projetos em 16 dos 42 municípios da cena estudada (último mapa da figura 3). Por sua vez, o Programa de Cooperação Nipo-brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecer), atuando num raio de 600 km da cena, executou ações similares aos do Polocentro, entre 1980 e 1990, nos projetos *Prodecer I* e *Prodecer II piloto*, e ainda outras num raio de 1.200, entre 1985 e 2001, com os projetos *Prodecer II expansão* e *Prodecer III piloto* (INOCÊNCIO, 2010; PIRES, 2000). Mesmo não agindo diretamente em todos os municípios e nem em todos os empreendimentos rurais nos municípios, esses programas instalaram uma lógica produtiva que homogeneizou a produção, pois os métodos e os produtos tradicionais perderam sua rentabilidade em face do novo modelo produtivo. O resultado foi, por um lado, o direcionamento da maior parte da produção para o mercado de *commodities*, e, por outro, a diminuição paulatina da produção tradicional e a migração de trabalhadores para as cidades (IBASE, 1986).

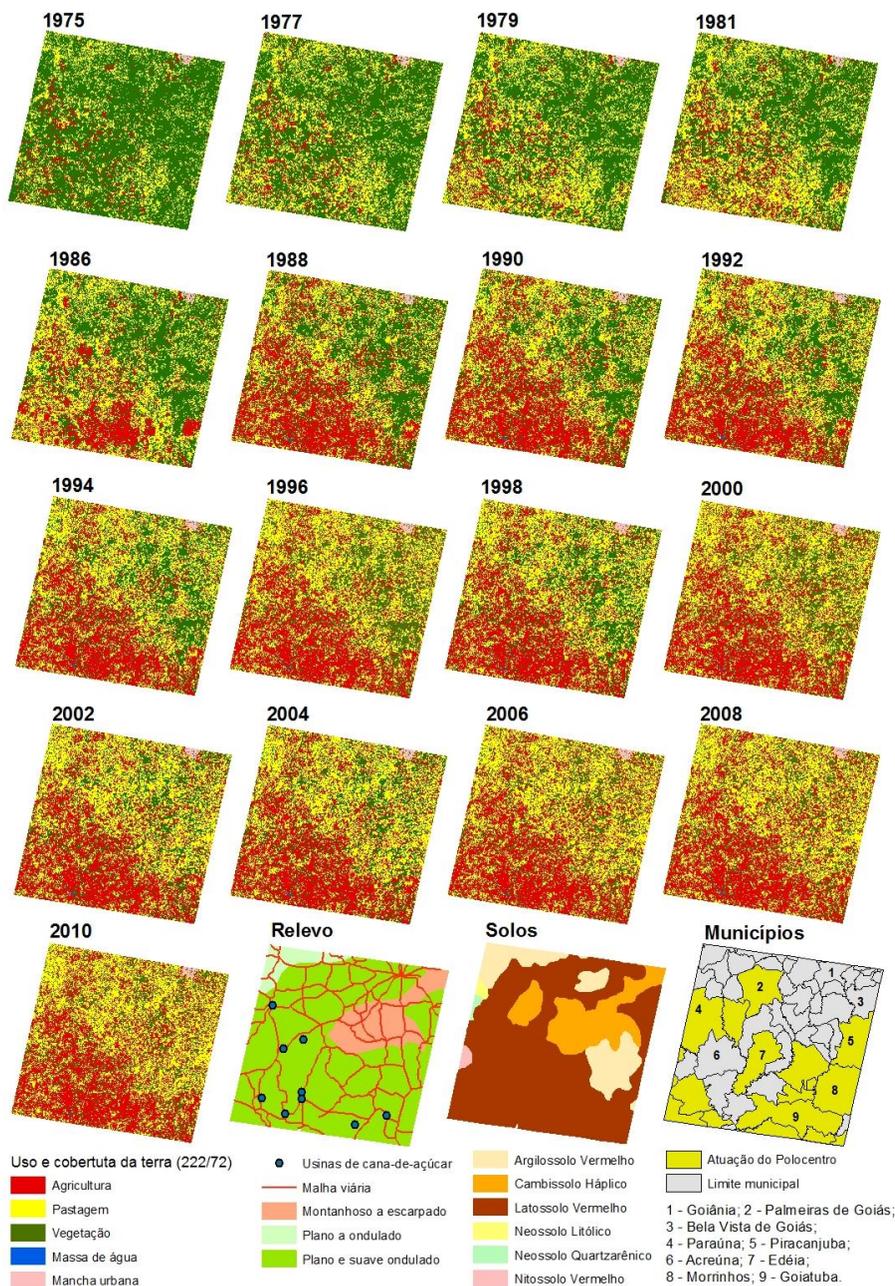


Figura 3 – Evolução espaço-temporal da cobertura e uso da terra na área correspondente à Cena 222/72, localizada sobre a região centro-sul do estado de Goiás. Fontes: Inpe e Nasa (imagens), Ibge (base cartográfica, censitária e classificação de solos e declividade)

Apoiando esses programas federais estava a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), criada em 1973. Também em Goiás foi criada a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás (Emater), em 1975, com a finalidade de conceder crédito agrícola e treinamento aos produtores no uso dos novos insumos e técnicas de produção. Outro importante indutor da modernização produtiva de Goiás foi a atuação do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO), criado em 1989 juntamente com outros fundos similares para as Regiões Norte e Nordeste, com atuação no financiamento de projetos industriais e agropecuários. De modo similar, no estado de Goiás foram instituídos dois programas consecutivos de incentivo fiscal, o Fundo de Participação e Fomento à Industrialização do Estado de Goiás (Fomentar), que funcionou entre 1984 e 1999, e o Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás (Produzir), desde 2000.

O conjunto dessas empresas e fontes de financiamento deu suporte à agropecuária em Goiás, sobretudo para médios e grandes produtores. Assim, a década de 1970 inaugurou um novo modo de ação estatal em consonância com os setores agropecuário e industrial. Esse modo de financiamento, bem como o subsídio aos preços, foi preponderante até o início da década de 1990, quando o setor privado, então dotado de maiores capitais e enfrentando riscos menores, assumiu parte das funções de oferta de crédito, pesquisa e intermediação comercial (BARROS, 2010).

Assim, as mudanças visíveis na paisagem da área de estudo são o resultado de ações políticas direcionadas para o avanço da fronteira agrícola moderna, associada aos condicionantes naturais e sociais aí encontrados. Ao longo das últimas quatro décadas as mudanças da cobertura e uso da terra na cena 222/72 resultaram na sua divisão diagonal em duas áreas distintas, que aqui serão chamadas *zona sudoeste* e *zona nordeste* (figura 3). O principal vetor de localização de usos foi a fertilidade, que é mais elevada na zona sudoeste, composta de Latossolo e Nitossolo Vermelhos, enquanto a zona nordeste predominam o Cambissolo Háplico e o Argissolo Vermelho.

Antes da modernização da agropecuária praticamente não havia conflito entre as atividades, visto que a agricultura ocupava sobretudo os vales, enquanto as pastagens naturais cresciam em lugares mais planos. O mapa de uso do solo de 1975 (figura 3) mostra que as pastagens (cultivadas e naturais) ocupavam a maior parte do uso da cena, preferindo o Latossolo aos solos menos férteis. A agricultura, nesse mesmo ano, já ocupava extensas áreas de Latossolo, ainda que não fosse muito expressiva. O mapa de 1986 mostra que até aí havia preferência pelo Latossolo e que a agricultura e a pecuária ocupavam áreas equivalentes. É a partir desse momento que a agricultura

expulsou rapidamente a pecuária, que passou a ocupar as terras da zona nordeste da cena. Na verdade, como a cena apenas faz parte de um ambiente maior, é válido dizer que a partir de meados da década de 1980 houve um grande movimento de expansão da agricultura do eixo da BR-153 em direção ao sudoeste do Estado de Goiás, ao passo que a pecuária se consolidou em um eixo que vai do Triângulo Mineiro, passando pelas proximidades de Goiânia e se estendendo pela região da Estrada do Boi, a noroeste do estado de Goiás, como demonstrado por Silva et al. (2013).

Ao longo da ocupação dessa cena houve dois grupos de uso principais, pastagem e agricultura, que disputaram a melhor localização (figura 3). A pastagem quase dobrou sua área entre 1975 e 1981, quando a agricultura passou a requerer parte de sua área, além de avançar sobre a vegetação natural, entre 1981 e 1988. Assim, a partir de 1989 a pastagem voltou a recuperar área, mas aí sua expansão já não se dava na porção sudoeste da cena, mas a nordeste, onde a vegetação natural foi paulatinamente substituída pelas gramíneas, como visto nos mapas (figura 3). Todavia, esse deslocamento se deu com muita dificuldade, seja pela qualidade dos solos da porção nordeste da cena, seja pela saturação de usos, pois desde 1989 a vegetação natural passou a apresentar uma inflexão em seu decréscimo, ou seja, as piores áreas em termos de distância, fertilidade e topografia estavam sendo ocupadas pela pastagem, que tendia a sair de onde a agricultura pudesse se instalar, com algumas exceções. Toda essa movimentação no espaço, sem que a pastagem de fato perca área, revela a complementaridade entre agricultura e pecuária no Cerrado, na qual se sobressai a exigência da agricultura por solos planos e suave ondulados e a adaptabilidade da pecuária em localizações menos favoráveis. A lotação bovina aumentou na região rapidamente entre 1977 e 1986, numa clara resposta à pressão exercida pela agricultura na disputa pela melhor localização, pois, para se manter em áreas onde a agricultura tem interesse de se fixar, a rentabilidade da pecuária há de ser mais alta que onde há terras em abundância.

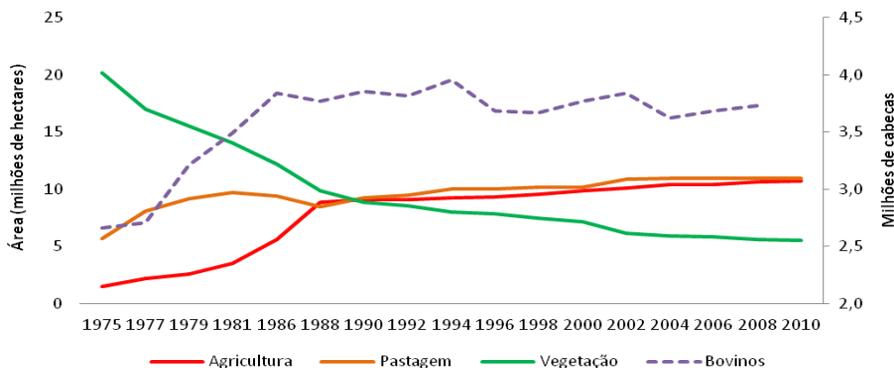


Figura 4 – Evolução da agricultura, pastagem, vegetação natural na cena Landsat TM 222/72 e efetivo bovino nos municípios abrangidos pela cena
 Fonte: Landsat (usos), IBGE, 2012 (bovinos).

Há que se verificar, todavia, a disputa por espaço dentro da agricultura, isto é, entre culturas, e das pastagens cultivadas contra as naturais. Na agricultura houve gradativa substituição de culturas, como a diminuição da área plantada com arroz, que resiste à acidez do solo ainda não corrigido, para ceder lugar à soja e ao feijão (figura 5). As culturas do feijão e do milho passaram por ciclos de aumento e diminuição da produção, e é o que parece estar acontecendo com a soja, que tem diminuído, ao passo que a cana-de-açúcar está no início de seu ciclo. Essas culturas apresentam pequenos ciclos menores de diminuição seguidos de aumento de produção, reflexo das condições de produção e de mercado. Percebe-se que é sempre em uma dessas pequenas crises que outro produto ganha espaço e se coloca “no lugar”, ainda que esse avanço possa não ser em áreas de produção específica do produto em crise, já que a expulsão da pecuária das áreas de agricultura moderna e os desmatamentos tendem a abrir espaço, que será ocupado, sobretudo pelas culturas em fase de expansão. Na atualidade, a expansão do cultivo da cana-de-açúcar é a principal mudança na cobertura e uso da terra, não só na cena, mas também em outras áreas do Cerrado (SPAROVECK, 2008).

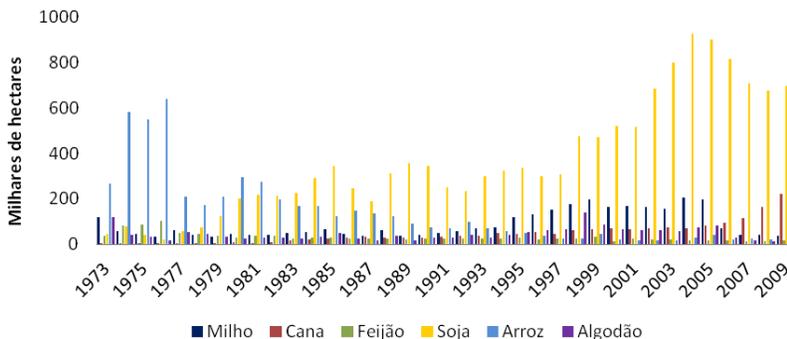


Figura 5 – Evolução da área cultivada dos principais produtos agrícolas e do efetivo bovino dos municípios compreendidos pela cena 222/72 entre 1973 e 2010. Fonte: IBGE, 2012.

No caso da pastagem, houve primeiro o uso de gramíneas naturais (figuras 6 e 7). O prolongamento da Ferrovia Mogiana até Goiás, no início do século XX, ligou a porção sudeste desse estado à região do Triângulo Mineiro, tradicional produtora bovina. Contudo, as pastagens naturais avançaram mais pelo estado de São Paulo, no eixo da atual BR-153, e não por essa região de pecuária tradicional, demonstrando que a modernização da agropecuária no Cerrado se expressou espacialmente como um prolongamento da produção moderna do oeste de São Paulo, atingindo também as pastagens, que todavia tiveram que migrar quando a agricultura requereu mais área. Nessa migração, o eixo do Triângulo Mineiro até Goiânia, em função da baixa qualidade dos solos, se consolidou como uma importante área de pecuária, incluindo a zona nordeste da cena aqui analisada. Note-se que a pecuária compensou sua transferência para solos ruins com a manutenção da localização favorável, ou seja, quando a agricultura avançou sobre ela não há necessidade de buscar terras de igual fertilidade ou declividade, desde que a localização compense essas desvantagens, pois essas mesmas restrições farão o preço da terra se manter acessível para a pecuária, que tende a se tornar estável nessa nova localização.

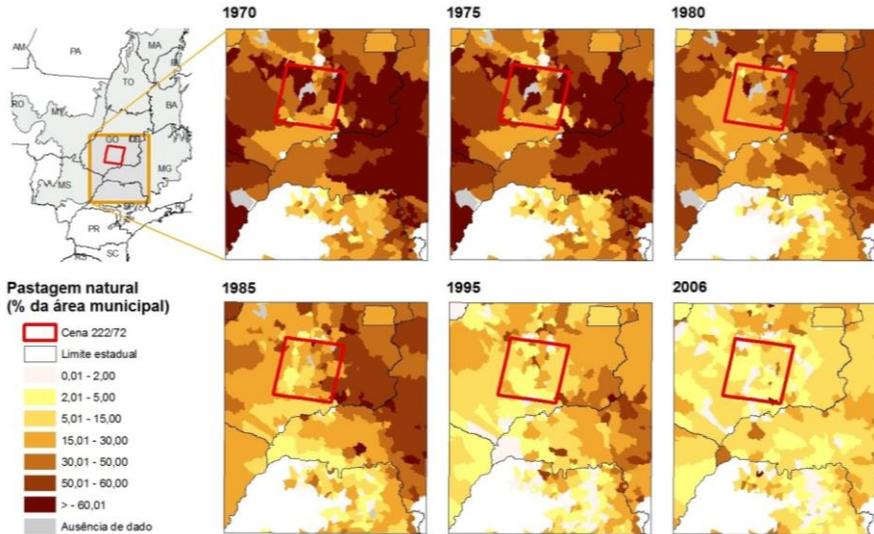


Figura 6 – Mapas da ocupação do bioma Cerrado por pastagens naturais, segundo os Censos Agropecuários de 1970 a 2006, destacando-se a cena Landsat 222/72

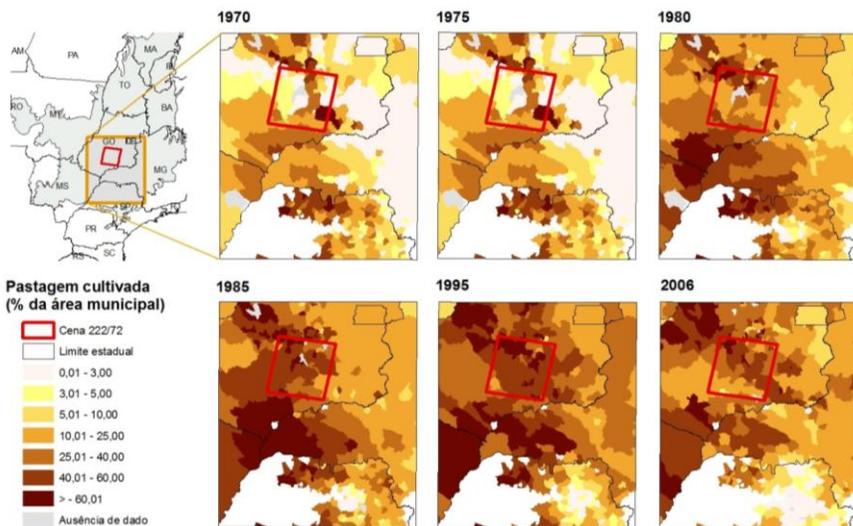


Figura 7 – Mapas da ocupação do bioma Cerrado por pastagens cultivadas, segundo os Censos Agropecuários de 1970 a 2006, destacando-se a cena Landsat 222/72

Uma importante ressalva desse jogo de localizações é que a presença de cidades médias e grandes pode interferir na ocupação do espaço à sua volta. A proximidade das cidades faz elevar o preço da terra, dificultando a concentração fundiária. As pequenas propriedades tendem a atuar no mercado agrícola de frutas e hortaliças, enquanto a atividade pecuária tende a se voltar para a produção de leite, abastecendo a indústria de laticínios comuns nas médias e grandes cidades. A disponibilidade de mão-de-obra nas cidades é um dos fatores de se desenvolver a produção de mercadorias que demandam mais trabalho. Assim, na cena estudada o fator urbano explica tanto a frequência de troca de usos quanto o predomínio das pastagens nos arredores da Região Metropolitana de Goiânia, que tem solo e relevo igual ao da zona sudoeste da cena, onde a pecuária tende a perder espaço para a agricultura.

Vetores das mudanças na cobertura e uso da terra no cerrado antes e depois da modernização da agropecuária

As transformações socioespaciais ocorridas na região compreendida pela cena 222/72, onde a ocupação intensa do espaço é relativamente antiga, indicam que a modernização da agropecuária mudou profundamente a lógica das localizações no Cerrado. Antes e depois desse advento, as atividades produtivas no Cerrado encontraram fatores de limitação/modulação da forma como a pecuária e a agricultura se distribuíram no espaço.

Embora se possa aludir a vários condicionantes de localização da agropecuária moderna no Cerrado, há quatro vetores principais, sendo um não local, a *demanda*, e três locais, a *fertilidade*, a *topografia* e a *distância* em relação aos mercados de insumos, mão-de-obra e comercialização (MIZIARA; FERREIRA, 2008; FERREIRA et al., 2009). O preço da terra, que costuma ser considerado como vetor de localização, é um reflexo dessas condições. A especulação fundiária também é favorecida pelo aumento da demanda pela localização que atende a essas condições fundamentais da produção. É importante salientar a importância do aparato tecnológico na produção, transporte e comercialização para a agropecuária moderna. Essas tecnologias se tornaram cada vez mais hegemônicas, sobretudo em regiões de ocupação produtiva antiga, restando atualmente poucos espaços que consigam abrigar atividades pouco desenvolvidas tecnologicamente, visto que mesmo as limitações naturais do solo sob vegetação de Cerrado impedem a escolha pela não adoção da calagem e fertilização artificial ou da pastagem exótica.

A demanda é a condição *sine qua non* para a expansão de qualquer atividade agropecuária, não só no Cerrado. Quando a demanda varia, ocorre a expansão ou retração da atividade agrícola ou pecuária e sobre cada produto isoladamente, com reflexo nas localizações dos demais produtos. No caso do

Cerrado, é notável que desde o pós-guerra a demanda por alimentos aumentou no Brasil e em todo mundo, em parte devido ao crescimento da população urbana. O principal produto agrícola do Cerrado, a soja, teve sua demanda ampliada ao substituir outros óleos vegetais e animais por seu óleo barato. Isto ocorreu no Brasil, como nos países desenvolvidos e agora é fenômeno novo na China, onde a enorme população está afluindo para as cidades e demandando mais óleo e outros derivados da soja, boa parte comprada do Brasil. Espacialmente, esse aumento da demanda tem o potencial de fazer esse produto “expulsar” outras culturas ou atividades de onde lhe interesse estar localizada e por onde possa pagar melhor, sempre que a alta demanda gera rentabilidade maior que a das demais atividades.

Os vetores locais da ocupação do Cerrado mostram-se articulados entre si na história da expansão da agricultura e da pecuária. Um ponto fulcral nessa história foi a modernização da agropecuária, que mudou profundamente a forma como cada um dos três vetores se comporta com essas duas atividades. Assim, a importância de cada um deles foi modificada assim que se pôde romper a distância com os transportes, mecanizar algumas etapas da produção e “criar” a fertilidade dos solos, que foram as transformações básicas dessa modernização.

Antes dessas mudanças, tanto a agricultura quanto a pecuária estavam limitadas pelas distâncias, que eram difíceis de se romper sem meios de transportes modernos, fazendo com que a distância se tornasse o principal vetor de localização (figura 8). A agricultura no Cerrado, então, se restringiu por quase dois séculos à produção de subsistência, enquanto a pecuária, quando não se voltava também para a subsistência, não conseguia estar muito longe do mercado consumidor, já que quanto maior a distância, mais os animais morriam pelo caminho ou chegavam definhados ao fim do percurso (CHAUL, 2000; TEIXEIRA NETO, 2008; ESTEVAM, 1998).

Os outros dois vetores, topografia e fertilidade, atuavam conjuntamente na localização da agricultura e da pecuária. Enquanto os solos naturalmente mais férteis e úmidos se restringem aos vales, as pastagens nativas são comumente encontradas em planaltos. Isso fez com que praticamente não houvesse conflito entre usos.

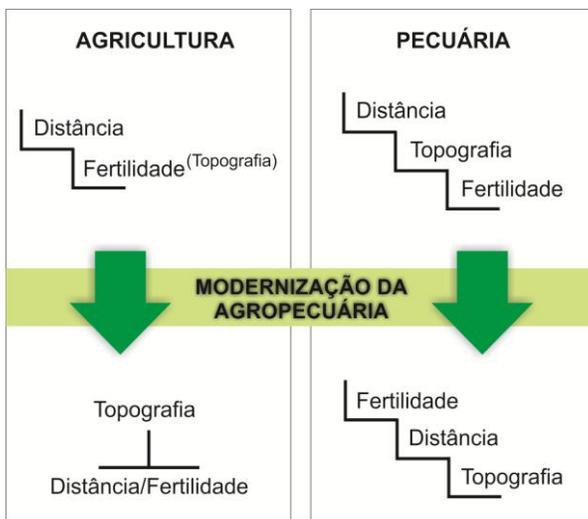


Figura 8 – Esquema empírico das mudanças nos vetores de localização da agricultura e da pecuária antes e depois da modernização da agropecuária

Com a difusão das modernas tecnologias de produção adaptadas ao Cerrado, cada um dos vetores de localização da agricultura e da pecuária mudou sua importância (figura 8). Para a agricultura, depois de vencidas as barreiras do transporte e da fertilidade, o principal vetor de localização passou a ser a topografia, pois a agricultura mecanizada exige solos planos ou suave ondulados. Assim, a distância e a fertilidade estão hoje relacionados à composição de custos com o transporte e com a fertilização. Por sua vez, a pecuária se distribui espacialmente obedecendo a esses vetores de forma diferente da agricultura, pois encontra menos limitações. Em função da necessidade de redução de custos, a fertilidade natural é o primeiro vetor de localização. Sempre que for economicamente possível a pastagem se localiza em terras de melhor fertilidade. Contudo, se for obrigada a se deslocar, buscará buscar manter menor distância, enfrentando até mesmo condições topográficas e de fertilidade menos favoráveis. Isto faz desta uma atividade extremamente adaptável, o que explica seu desenvolvimento em conjunto com a agricultura no Cerrado. Há certa complementaridade entre a agricultura e a pecuária, pois a primeira costuma remunerar melhor as localizações de topografia, fertilidade e distância melhores, enquanto a segunda se desenvolve bem onde essas condições estão em falta. Por isso o mapa da distribuição dessas duas atividades em áreas de ocupação antiga costuma dividir o espaço em duas tipologias: solos mais férteis e planos com agricultura e solos menos férteis e

mais declivosos com pecuária, como visto na cena aqui analisada. Para ocupar solos requeridos pela agricultura moderna a pecuária irá intensificar a inversão de capital em tecnologia de produção avançada. É possível ainda a integração das duas atividades no sistema lavoura-pecuária, que é uma tendência crescente (DUBOC et al., 2008), todavia é incomum onde o relevo é acidentado, significando que essa seria uma área predominantemente ocupada pela agricultura.

Considerações finais

Na cena estudada, a identificação de uma fronteira agrícola tradicional antecedendo a chegada da agropecuária moderna no Cerrado é um avanço nas discussões sobre o conceito de fronteira, pois normalmente se desconsidera o nível de desenvolvimento que antecedeu a chegada da agropecuária moderna em áreas de ocupação antiga do Cerrado. A estruturação pretérita dessa fronteira agrícola tradicional certamente propiciou a assimilação das modernas tecnologias por parte dos antigos proprietários, sobretudo os médios e grandes, ao contrário do que ocorreu quando a fronteira agrícola moderna avançou sobre espaços ainda pouco explorados, a exemplo do Extremo Oeste Baiano, onde nem mesmo a propriedade privada de boa parte das terras estava definida na década de 1980 (SANTOS, 2008; HAESBAERT, 1996). Em realidades como esta, o que ocorre é reestruturação completa desses espaços, modificando inclusive a composição demográfica, que passa a ser predominantemente migrante.

Pelas análises estatísticas a partir dos censos agropecuários não se conseguia mapear bem os deslocamentos espaciais da agricultura e da pecuária nem a qualidade das terras ocupadas, pois os dados são generalizados para toda a área municipal e não são muito detalhados. Com o mapeamento da série histórica de imagens foi possível compreender melhor como a pecuária se adaptou às restrições impostas pelo avanço da agricultura e mesmo assim expandiu sua área até o ano de 2000, quando encontrou seu limite de crescimento e se estabilizou. Da mesma forma, a análise das sucessões de diferentes culturas na agricultura a partir de séries históricas de imagens de satélite mostra-se como um campo promissor, pois uma das grandes indagações suscitadas pelo avanço de monoculturas como as da soja e da cana-de-açúcar refere-se ao seu poder de substituição de usos anteriores. Ressalte-se, contudo, que a nova forma de coleta e apresentação dos dados dos Censos Agropecuário e Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dividindo as áreas rurais em setores censitários, irá fornecer séries históricas com informações mais apuradas e diversificadas que os censos anteriores,

possibilitando mesmo comparações mais refinadas com dados de sensoriamento remoto.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Edital Universal e bolsa de produtividade em pesquisa PQ IC para o segundo autor), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (Bolsa de doutorado para o primeiro e terceiro autores) e da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg). Suporte financeiro para esta pesquisa também foi obtido junto à United States National Aeronautics and Space Administration (Nasa) – Land-Cover and Land-Use Change Program (LCLUC) (NNX11AE56G), em parceria com o Woods Hole Research Center.

Referências

AGUIAR, M. do A. A. **Terras de Goiás: estrutura fundiária (1850-1920)**. Goiânia: Ed. UFG, 2003.

ALENCAR, Geraldo de. O POLOCENTRO no Contexto do II PND. In: O II PND e os Programas de Desenvolvimento do Distrito Federal e do Centro-Oeste. **Estudos e Debates I**. Brasília: Senado Federal, 1975.

BARROS, Geraldo Sant'Ana de Camargo. Política agrícola no Brasil: subsídios e investimentos. In: GASQUES, José Garcia et al. (org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010.

BORGES, Barsanufom Gomides. **O despertar dos dormentes**. Goiânia: UFG, 1990.

CHAUL, Nasr Fayad. Marchas para o oeste. In: SILVA, Luiz Sérgio Duarte da. (org). **Relações Cidade-Campo: Fronteiras**. Goiânia (GO): ed. da UFG, 2000.

De Jong, R; De Bruin, S; Schaepman, M E; Dent, D (2011). *Quantitative mapping of global land degradation using Earth observations*. **International Journal of Remote Sensing**, 32(21):6823-6853. DOI: 10.1080/01431161.2010.512946.

DUBOC, Eny et al. Sistemas agroflorestais e Cerrado. In: PARRON, Lucinda Maria et al. **Cerrado: desafios e oportunidade para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, EMBRAPA, 2008.

ESTEVAM, Luis. **O tempo da transformação: estrutura e dinâmica da formação econômica de Goiás**. Goiânia: ed. do autor, 1998.

FERREIRA, Manuel Eduardo. **Modelagem da dinâmica de paisagem no Cerrado**. 2009. 115 f. Tese (doutorado em Ciências Ambientais). Goiânia, Universidade Federal

de Goiás, 2009. Disponível em:

<http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=135847>. Acesso em: 10 maio. 2012.

IBASE (INSTITUTO BRASILEIRO DE ANÁLISES SOCIAIS E ECONÔMICAS). **A Ocupação dos Cerrados: uma análise crítica**. [S. l.], 1986.

IBGE (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censos agropecuários**. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm>>. Acesso em: 10 ago 2012.

_____. **Bases cartográficas**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_geog_int.shtm?c=6>.

Acesso em: 10 ago 2012.

INOCÊNCIO, Maria Erlan. **As tramas do poder na territorialização do capital no Cerrado: o Prodecer**. 2010. 272 f. Tese (doutorado em geografia). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010.

MARTINS, J. S. **Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano**. São Paulo: Contexto, 2009.

MIZIARA, F. Condições estruturais e opção individual na formulação do conceito de “fronteira agrícola”. IN: SILVA, L. S. D. (ORG.). **Relações cidade-campo: fronteiras**. goiânia: editora UFG, 2000, P. 273-289.

MIZIARA, F.; FERREIRA, Nilson Clementino. Expansão da fronteira agrícola e uso do espaço no estado de Goiás: subsídio à política ambiental. In: FERREIRA JÚNIOR, Laerte Guimarães Ferreira. (org). **A encruzilhada socioambiental**. Goiânia: 2008
MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

PIRES, Mauro Oliveira. Programas agrícolas na ocupação do Cerrado. **Sociedade e Cultura**, Goiânia, n. 1-2, p.111-131, 2000. Disponível em;

<<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=70312129007>> Acesso em: 12/11/2011.

NEIVA, Artur Hehl. A imigração na política brasileira de povoamento. **Revista Brasileira dos Municípios**, ano II, n. 6, abril-junho 1949.

NUNES, Heliane Prudente. **A era rodoviária em Goiás: impactos na estrutura rural e urbana (1930-1961)**. (tese de mestrado). (mimeo). Goiânia: UFG, 1984.

NOBRE, C. A. et al. Mudanças Climáticas e possíveis alterações nos Biomas da América do Sul (Relatório 6). In: **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade**. Sub-projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília: MMA/SBF/DCbio, São Paulo:CPTEC/INPE/IAE/CTA, 2001. 29p.

HAESBAERT, Rogério. “Gauchos” e baianos “novo” nordeste: entre a glocalização econômica e a reinvencão das identidades territoriais. In: CASTRO, Iná Elias; GOMES, Paulo César da Costa; CORREA, Roberto Lobato. **Brasil: Questões atuais da reorganização do território**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

IPCC. 2001. **Climate Change 2001: The Scientific Basis**. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2001. 881pp.

RIBEIRO, José Felipe et al. Usos Múltiplos da biodiversidade no bioma Cerrado: estratégias sustentáveis para a sociedade, o agronegócio e os recursos naturais. In: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austelino Lopes de. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa, 2008. p. 337-360.

SANTOS, Clóvis Caribé Menezes dos. Os cerrados da Bahia sob a lógica do capital. **IDeAs**, Rio de Janeiro, v2, n.1, p. 76-108, jan.- jun. 2008.

SPAROVECK, Gerd. et al. Increase in social and environmental standards to Brazilian sugarcane expansion pathways. In: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austelino Lopes de. (Org.). **Savanas desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa, 2008. p. 337-360.

SILVA, E. B. da et al. **Análise da distribuição espaço-temporal das pastagens cultivadas no bioma Cerrado entre 1970 e 2006**. Revista Ambiente e Sociedade, São Paulo, v. 16, n. 1, 2013. No prelo.

TEIXEIRA NETO; Antonio. **Pequena história da agropecuária goiana** (o ouro acabou? Viva o boi!/o ouro se foi? Chegou o boi!). Mimeo, 2008. Disponível em: <http://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/uploads/215/original_teixeira_net_ant_nio_pequena_hist_agropecu_ria.pdf>. Acesso em dez. 2011.

TEIXEIRA NETO; Antonio. Os caminhos de ontem e hoje em direção à Goiás-Tocantins. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, vol. 1 n. 21, Jan./Jun. 2001. Edição Especial 20 anos. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/4206/3682>> Acesso em dez. 2011.

TURNER, F. J. **The frontier in American History**. New York: H. Holt and Company, 1920.

WAIBEL, L. H. **As zonas pioneiras do Brasil**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, ano XVII, n. 4, p. 389-422, dez. 1955. Disponível em:

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/RBG/RBG%201955%20v17_n4.pdf> Acesso em ago. 2012.

Elaine Barbosa da Silva

Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Goiás, onde é professora efetiva e vice coordenadora do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG.

Campus II, Cx. Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia - GO, Brasil

E-mail: elainesilvaufg@yahoo.com.br

Laerte Guimarães Ferreira Júnior

Doutor em Ciência do Solo / Sensoriamento Remoto pela University of Arizona e cientista visitante junto ao Center for Space Research / University of Texas at Austin. É professor Associado da Universidade Federal de Goiás, vinculado ao Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, e coordenador do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG

Campus II, Cx. Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia - GO, Brasil

E-mail: laerte@iesa.ufg.br

Antonio Fernandes dos Anjos

Bacharel, Mestre e Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Integrante do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG

Campus II, Cx. Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia - GO, Brasil

E-mail: antonio.dosanjos@yahoo.com.br

Fausto Miziara

Doutor em Sociologia pela Universidade de Brasília e professor titular da Universidade Federal de Goiás junto a Faculdade de Ciências Humanas e Filosofia. Campus II, Cx. Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia - GO, Brasil

E-mail:faustomiziara@uol.com.br

Recebido para publicação em março de 2013

Aprovado para publicação em maio de 2013