

# **A espacialização da fronteira agrícola da soja na BR-163 em Mato Grosso com o uso do sensoriamento remoto**

**Lunalva Moura Schwenk**

**Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT/GEO  
Rua Fernando Correa s/n CEP, Cuiabá-MT, BRASIL  
Lunalvaschwenk104@hotmail.com**

**Abstract.** The use of remote sensing through Landsat-TM5 images, allowed the evaluation of the spatialization of the agricultural frontier of soybean in 7 districts under the influence of the Integration and Development Axis of the BR-163 in 2000, where it was shown that the districts consolidated and structured during this occupation, are inserted mainly on the old savanna areas. However, more recently, according to statistic data, it is strongly invading the forestry areas due to the implantation of this highway in districts considered to be expanding in this crop. It is also observed that the more consolidated they are with soybean, the greater is the population concentrated in the cities and the school level and income presented in the district are higher. On the other hand, several environmental impacts occur in the region.

**Keywords:** remote sensing, spatialization of the soybean, savanna and forest.

## **1. Introdução**

A fronteira agrícola em Mato Grosso segue um padrão de crescimento agropecuário e modelo agrícola brasileiro que vem atender a crescente demanda de alimentos e de matérias primas, geradas pela industrialização e pela exportação. Assim que, apresenta uma intensificação da produção nas áreas já ocupadas fortalecendo o domínio da natureza pelo capital, num aumento da produtividade através de irrigação, utilização de grandes máquinas e tecnologia de ponta, adubos, utilização de variedades mais produtivas entre outras e, principalmente, através da incorporação de novas áreas ao processo produtivo em áreas de cerrado e mais recentemente nas florestas.

Desde 1977, em Mato Grosso, a soja vem apresentando crescimento expressivo facilitado pelas terras planas e contínuas dos Planaltos dos Guimarães e posteriormente, dos Parecis e também pelo preço da terra barata. Inicia-se com 412 mil hectares em 1977 inserindo-se então, definitivamente, no cenário competitivo através de inovações na agricultura. No espaço de 15 anos (1985-2000) se tornou o maior produtor do país, avançando cerca de 2.968.000 ha. Em 2007 ocupa 56,30% em área plantada da região do centro oeste com 5.075,079 ha, numa produção de 15.274.887 toneladas (Embrapa, 1997; IBGE, 1996, 2001, 2007).

A implantação da BR-163 no Planalto dos Parecis, considerada Eixo de Integração e Desenvolvimento, em direção ao porto de Santarém, com saída para as Guianas e toda a América Central e do Norte, assim como para a Europa e aos mercados exportadores, tem sido motivo para que municípios que até o ano 2000, inexpressivos neste setor produtivo, tivessem em 2007 um incremento substancial na produção e área plantada da soja, substituindo parte de suas pastagens e florestas. Também, grandes áreas de terras foram compradas por grandes empresas agropecuárias como forma de garantir a expansão do plantio da cultura e sua comercialização e exportação (Bernardes,2000).

As novas áreas incorporadas ao processo produtivo para atender a demanda das indústrias de grãos e da cadeia produtiva alimentar podem ser levantadas através das imagens de satélite, que comprovam que este processo é corriqueiro, tanto no tempo quanto no espaço. Assim, o sensoriamento remoto através da classificação das áreas ocupadas permitiu verificar que os municípios da área de estudo, antes cobertos pelo cerrado e florestas, passam a ter a vegetação simplificada, fragmentada e substituída pela monocultura.

Longe, principalmente, das principais rodovias ou eixos de desenvolvimento pode-se detectar que o avanço da soja vai até onde as máquinas conseguem penetrar, não respeitando nascentes, brejos, matas ciliares e até morros e assim dezenas de afluentes já estão ou já secaram e não mais existem. Alguns dos municípios já se encontram consolidados neste processo de produção do espaço. Quanto mais tempo de envolvimento, mais estruturados e consolidados estão e maior o comprometimento ambiental (Schwenk,2005).

## 2. Caracterização da Área de Estudo

A área em estudo localiza-se no Planalto e Chapada dos Parecis (figura 01) com 49.155,00 km<sup>2</sup> e população total de 136.510 mil habitantes, estando 106.405 na área urbana, em 2000 (IBGE,2000).

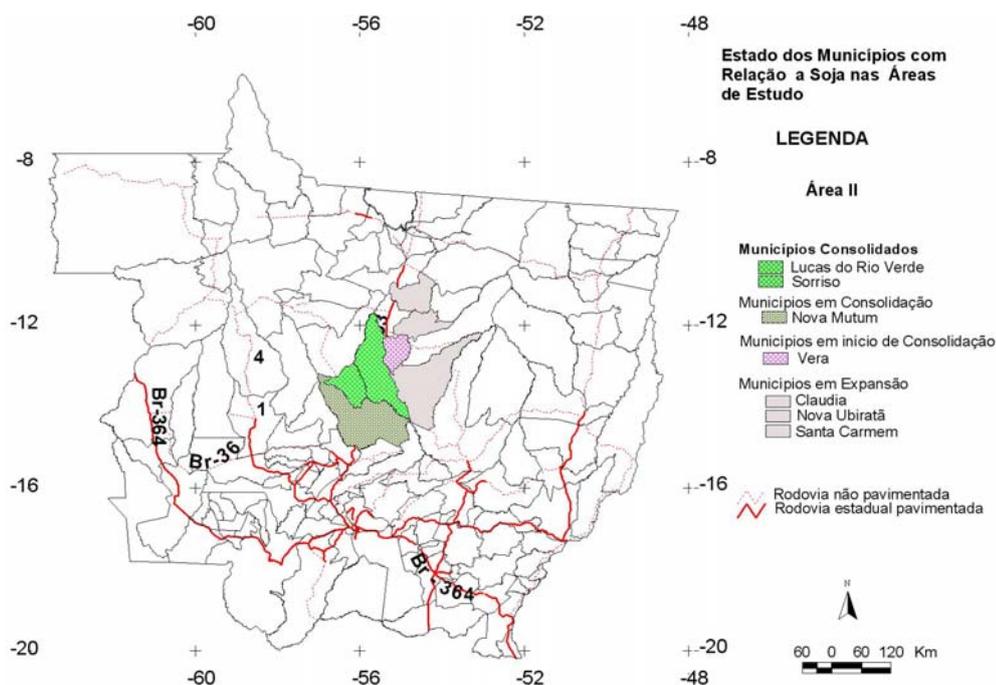


Figura 01: Localização da área de estudo

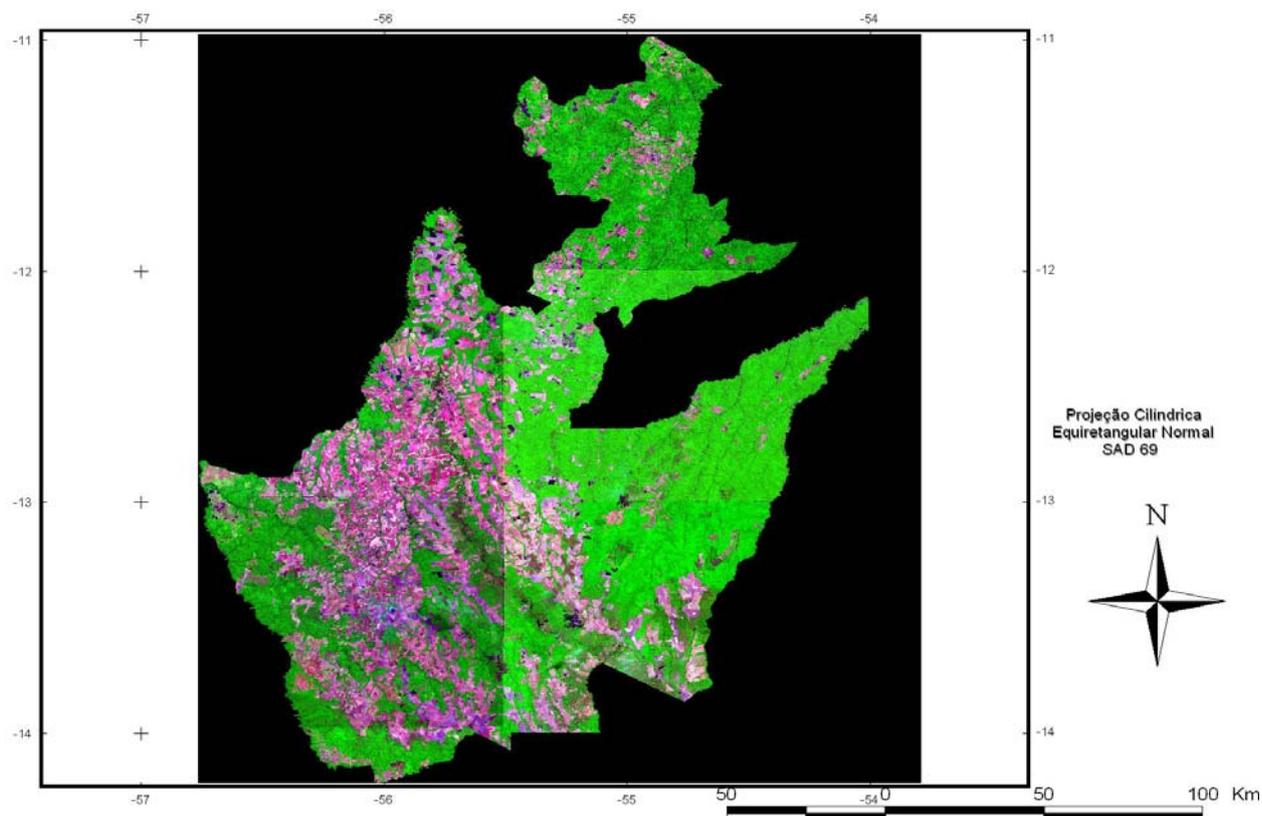
Encontra-se cortada pelo Eixo de Integração e Desenvolvimento da BR-163 com implantação em direção ao porto de Santarém que proporcionará a expansão da soja em terras ainda não utilizadas pelas mesmas.

Fazem parte desta área: Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sorriso, Vera, Nova Ubiratã, Santa Carmem e Claudia. Os terrenos são predominantemente planos e os solos, Latossólicos e Arenosos Quartzosos em um clima semi-úmido com quatro a cinco meses de seca, banhados pelos tributários Rio Manoel ou Teles Pires e afluentes dos tributários Rio Xingu e Juruena pertencentes à Bacia do Rio Amazonas.

## 3. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos técnicos empregados foi o sensoriamento remoto e o geoprocessamento com geração de banco de dados. Para o mapeamento da cobertura e uso da terra foram utilizadas as imagens de satélite LANDSAT-TM 5 datadas de 1994 a 1998, na escala 1:250.000, pertencentes ao projeto SIVAM e fornecidas pelo IBGE, já realçadas e georreferenciadas com base nas cartas topográficas do IBGE: SC-21-Z-C, SC-21-Z-D, SD-21-X-A, SD-21-X-B, SD-21-X-C, SD-21-X-D e SD-21-Z-A (Figura 02).

Estas foram corrigidas para projeção Cilíndrica Equiretangular Normal, Datum Sad- 69 no Software SPRING, versão 4.1.



Fonte: Imagens LANDSAT-TM5 (maio a outubro de 1996 a 1998).

Figura 02: Mosaico da área de estudo

A classificação foi supervisionada utilizando-se do classificador por região. A segmentação seguiu-se da técnica de crescimento de regiões em que somente as regiões espacialmente adjacentes são agrupadas segundo algum critério de similaridade, definindo-se assim um limiar de similaridade em 25 e de área em 30 conforme mostra figura 03.

Utilizou-se o classificador Bhattacharya que usa as amostras de treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para as classes apontadas no treinamento. Em seguida, avalia, para cada região, a distância de Battacharrya entre as classes. A classe que apresentar a menor distância será atribuída à região avaliada.

A classificação e a atualização do mapeamento teve como apoio o trabalho de Formações Vegetais/Uso e Ocupação do Solo na Escala de 1:250.000 da série Zoneamento Socioeconômico-ecológico do Estado de Mato Grosso e Assistência Técnica na formulação da 2ª aproximação (2001). No trabalho de campo as amostras das classes de uso e vegetação que apresentavam dúvidas ou que foram atualizadas, foram georreferenciadas com o auxílio de GPS e extrapoladas para o restante da área no processo de reclassificação. O mapeamento final foi elaborado no ArcView na versão 3.3 na escala final de 1:500.000.



Figura 03: Segmentação por crescimento de regiões com grau de similaridade 25x30 pixels

Fez-se o cruzamento do mapa com buffers ao longo de 30 metros das rodovias para avaliar a ocupação nas proximidades e após, foi avaliado estatisticamente pela análise da variância bidirecional e pela utilização da técnica classificatória da MDS (Menor Diferença Significativa). Para as condições sócio-econômicas da população envolvida ou não na produção da soja, fez-se tratamento dos dados fornecidos pelo IBGE.

A definição e a classificação por município basearam-se no nível ou relevância de produção e ocupação espacial da soja em áreas de savanas e de florestas. Por ser uma área muito extensa, apenas sete municípios foram estudados. Quanto maior for a ocupação da área do município utilizado pela soja, maior será o estado de consolidação, menor a preservação e maior a fragmentação e degradação da vegetação natural.

Assim considerou-se: Consolidado > que 49%; em consolidação > que 20 a 49%; início de consolidação > que 10 a 29% e em expansão < que 10%.

## 4. Análises dos Resultados

### 4.1. Do mapeamento do uso da terra

A vegetação natural que predominava na área era a savânica, restando em 2000 uma média de aproximadamente apenas 15 % do total que, sendo o restante substituído pela agropecuária. O mapa de uso e ocupação (Figura 04) mostra essa intervenção humana predominante pela agricultura altamente tecnificada no plantio da soja. Já as cobertas pelas florestas estão sendo utilizadas pelas madeireiras na retirada de espécies comerciais apresentando-se na grande maioria alteradas e/ou fragmentadas.

De acordo com a figura 05, o município de Nova Mutum apresenta maior cobertura da formação savânica em 2000, com 42% de sua área municipal, enquanto as florestas, cerca de 38%. Já o município de Vera tem a maior cobertura em floresta com 65,63% onde 58,66% é da formação da floresta associada aos Parecis em contato ou contato com a savana. Em seguida, está o município de Santa Carmem com 63,28% onde 59,55% pertence a floresta associada aos Parecis. Nova Ubiratã e Claudia também são cobertas com mais de 50% de floresta. A floresta aluvial e as formações justafluviais são representadas de forma expressiva ao longo dos rios e em planícies aluviais.

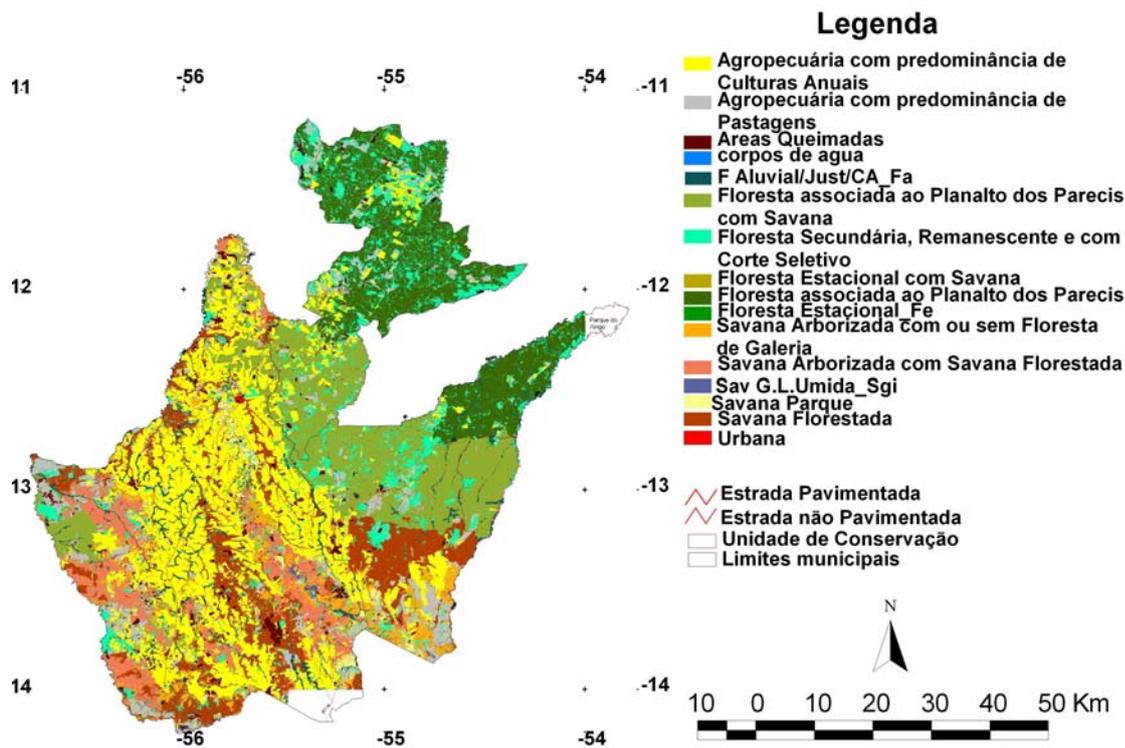


Figura 04- Mapa de cobertura e uso da terra da Área de Estudo – 2000.

A Área em estudo apresenta 34% de seu território com áreas antropizadas ocupadas na agricultura onde a soja é predominante. Sorriso e Lucas do Rio Verde estão consolidados acima de 50% de seus territórios, Nova Mutum está em consolidação com 26,23% e Vera com 15,28% iniciando-se neste processo, enquanto Nova Ubiratã com 8,57%, Santa Carmem com 6,22%, e Claudia 8,47% estão em expansão por estarem dentro do intervalo de apenas até 10% de ocupação nesta agricultura.

O relevo predominantemente plano e interflúvios amplos, os solos, as florestas, as savanas e as formações de contato, terminam por condicionar diferentes formas de apropriação do espaço. Desta forma se vê nas áreas planas e de savanas a plantação da soja, enquanto as pastagens estão preferencialmente em solos mais arenosos e áreas de antigas florestas com maior percentual nos municípios de Nova Mutum e Claudia em torno de 10% da área do município, seguida de Nova Ubiratã em 7,59%. Santa Carmem em 6,82%. As queimadas são mais representativas estão nos municípios de Claudia e de Nova Mutum em torno de 10%.

A construção da rodovia BR-163 estruturou a ocupação e o desenvolvimento agropecuário e condicionou o desenvolvimento de cidades que dão apoio às atividades agrícolas pela infraestrutura apresentada, destacando-se as cidades de Sorriso, de Nova Mutum e Lucas do Rio Verde.

A pastagem e a agricultura são predominantes em médias e grandes propriedades utilizando-se de uma agricultura mecanizada de alta tecnologia associada aos produtores empresariais ou familiares de muito grande porte (Murgel,1997). Porém, aparecem também pequenas propriedades caracterizadas pelo tipo de ocupação em projetos de colonização como em torno da cidade de Sorriso, Nova Mutum e Lucas do Rio Verde.

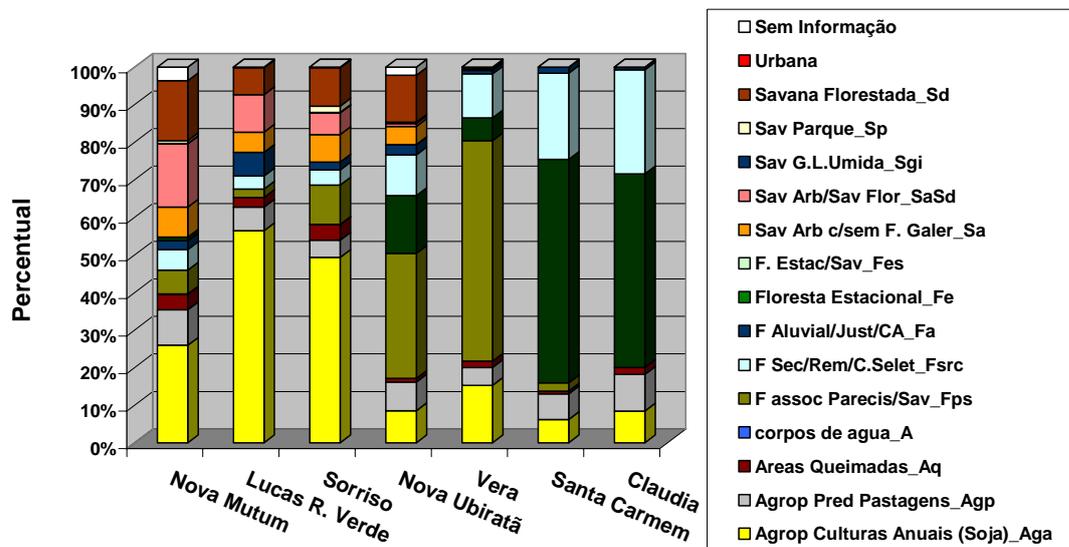


Figura 05 - Uso e Cobertura da Terra por Município na Área de Estudo

#### 4.2 Dos dados sócio-econômicos

Nos municípios produtores de soja a grande massa da população está concentrada nas cidades. O campo cada vez mais mecanizado e tecnificado ocupado pelas máquinas e a monocultura em grandes extensões, propicia que a população anteriormente ali instalada seja forçada a se deslocar para a cidade em busca de novas oportunidades, local de moradia também, dos agricultores. Por outro lado, as indústrias madeireiras localizadas nas cidades são fontes de emprego e por isso a maior concentração neste local em alguns municípios envolvidos nesta atividade, sendo o caso de Vera e Claudia.

A área de estudo revela que os municípios envolvidos com a soja apresentam o maior grau de escolaridade e o número mais baixo de pessoas na faixa de apenas até 3 anos de estudos. Já os municípios onde a soja não é predominante e que apresentam menor grau de escolaridade estão mais envolvidos com atividades de criação de gado, extração de madeira e agricultura de subsistência.

Em todos os municípios predominam chefes de domicílios com renda na faixa entre 2 a 5 salários mínimos, sendo que, os municípios em que a soja não tem representatividade sobressaem nesta faixa. Já na faixa entre 5 a 15 salários mínimos, os municípios onde a soja está consolidada ou em via de consolidação se sobressaem por ordem de grandeza: Nova Mutum, Sorriso e Lucas do Rio Verde. Acima de 15 salários mínimos são também estes municípios que apresentam os maiores percentuais e as melhores rendas da área, mas, concentrados na grande minoria.

#### 4.3 Dos fragmentos de vegetação ao longo da BR-163

A figura 06 mostra que, quanto mais se afasta da rodovia, maior é a tendência dos fragmentos a serem mais significantes em tamanho ou quantidade e quanto mais próximo da rodovia ocorre o oposto. Desta forma, a antropização pela ocupação da soja tende a aumentar quanto mais próxima estiver desta rodovia. No entanto, nesta faixa há a presença de pequenas propriedades, o que pode estar incrementando os fragmentos de vegetação natural, caso contrário, a antropização poderia ter um percentual maior.

Entretanto, na estatística, a assimetria da curva conferiu uma distribuição assimétrica positiva na análise descritiva mostrando que essas diferenças são insignificantes. Já na análise de variância bidirecional e a utilização da técnica classificatória da MDS ficou determinado que a classe de vegetação alterada é a de menor percentual, enquanto a vegetação natural das florestas e das savanas apresenta a mesma proporcionalidade.

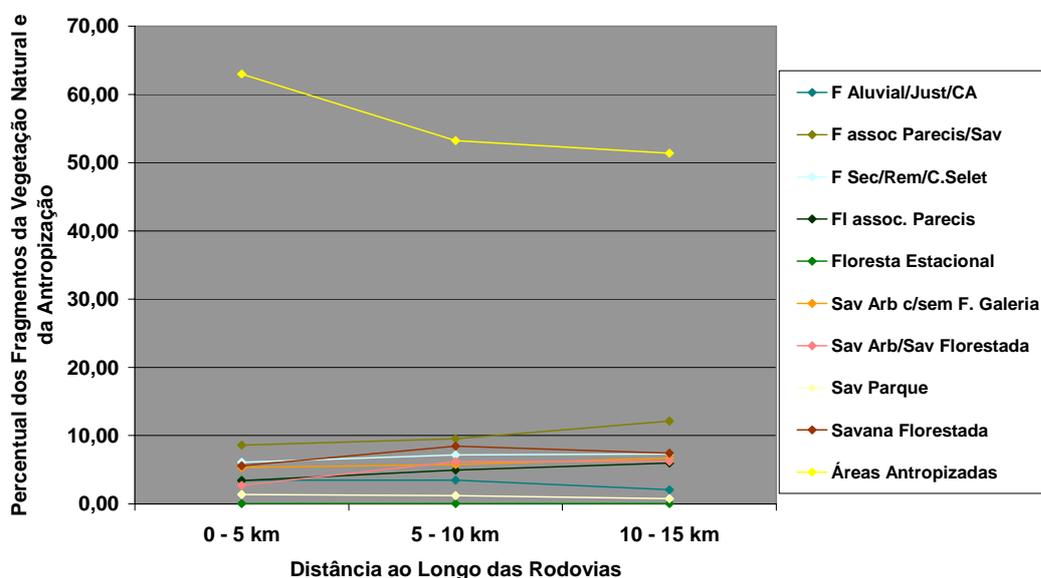


Figura 06 - Fragmentos da Vegetação Natural e Áreas Antropizadas no Raio de 0 a 15 Km de Cada Margem da BR-163

#### 4.4. Da evolução ocupacional entre 2000 e 2007

Ao comparar os dados estatísticos do IBGE 2000 e 2007, conforme tabela 01 verifica-se que a espacialização da soja teve um acréscimo de enorme significância, especialmente nas áreas consideradas em 2000, em expansão, como Vera, Santa Carmem, Claudia e Nova Ubitatã. E ainda, deve-se levar em consideração que a BR-163 não foi implantada e que estes municípios são cobertos pelas florestas na sua maioria.

Área plantada e produção da soja nos municípios envolvidos da Área de Estudo - 2000 e 2007						
Municípios	A.plantada (2000)	A.plantada (2007)	Crescimento	Produção (2000)	Produção (2007)	Crescimento
	(ha)	(ha)	%	(ton)	(ton)	%
Lucas do Rio Verde	160.000	215.535	<b>34,71</b>	528.000	623.758	<b>18,13</b>
Sorriso	360.000	543.000	<b>50,83</b>	1.188.000	1.662.666	<b>39,95</b>
Nova Mutum	175.500	310.000	<b>76,64</b>	492.768	970.610	<b>96,97</b>
Vera	9.307	70.000	<b>652,12</b>	26.060	210.000	<b>705,83</b>
Nova Ubitatã	85.200	205.557	<b>141,26</b>	251.936	576.382	<b>128,78</b>
Santa Carmem	4.752	30.960	<b>551,51</b>	13.781	92.880	<b>573,97</b>
Claudia	5.116	15.000	<b>193,20</b>	300	42.300	<b>14.000</b>

#### 4.5 Do Grau de comprometimento ambiental

Entre as muitas, pode-se citar:

a) fragmentação da vegetação natural e simplificação da paisagem. Extinção de espécies raras e de valor econômico, juntamente com a fauna, devido à destruição dos habitats, dos recursos alimentares e da conseqüente perda de biodiversidade. Mudança na dinâmica da vegetação, surgindo ou desaparecendo determinada espécie ou população da comunidade vegetal e o empobrecimento do patrimônio genético (BIERREGAARD JR e STOUFFER,1997, SAUNDERS et all, 1991).

b) assoreamento, contaminação das águas, do lençol freático e dos solos provenientes do uso intensivo de agrotóxicos interferindo no equilíbrio dos agentes decompositores e formadores do solo Mudanças no regime hidrológico, enchentes, alteração climática local, compactação, erosão e esgotamento do solo. Desequilíbrios ecológicos causados por desmatamento, queimada e pela monocultura extensiva, provocando estresses e doenças por muitos cultivares, pragas e a proliferação de insetos causando prejuízos à atividade agrícola, entre outros (ARAÚJO, 1979; MURGEL, 1997; MACHADO E AGUIAR, 2001).

## 5. Considerações Finais e Recomendações

O mapeamento através do sensoriamento remoto mostrou ser eficiente na espacialização agropecuária com predominância da soja e respondeu aos objetivos propostos. Recomenda-se que novos mapeamentos sejam feitos no intuito de atualização destas informações para se poder aplicar estudos de degradação e demarcar áreas importantes de unidades de conservação na preservação de florestas e cerrados.

## 6. Bibliografia

- ARAÚJO, A.B. *O Meio Ambiente no Brasil: aspectos econômicos*. Rio de Janeiro. IPEA/INPES.1979. 187p.
- EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *A Soja no Brasil: História e Estatística*. Londrina. PR. 1987.
- BERNARDES, J.A. Técnica, Trabalho e Espaço. As Incisivas Mudanças em Curso no Processo Produtivo. In: Castro, I.E. Miranda, M. Egler, C.A.G. (Org.). **Redescobrimo o Brasil: 500 anos depois**. Rio de Janeiro. Brasil: Bertrand. 2000. p.277-289.
- BIERREGAARD JR., R. O. E P.C. STOUFFER. *Understory Birds and DynamicHabitat Mosaic in Amazonian Rainforests*. In W.F. Laurance e R. O. Jr. Bierregaard (eds.) **Tropical Forest Remnants- Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities..** Chicago.EUA. The University of Chicago Press. 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1996. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. **SIDRA**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. **SIDRA**. Disponível em www.ibge.gov.br.Acesso 2007.
- MACHADO, R.B.; AGUIAR, L.M.S. *Desmatamentos na Amazônia e Consequências para a Biodiversidade* in: **Causas e Dinâmica do Desenvolvimento na Amazônia**. Brasília. Ministério do Meio Ambiente. MMA. 2001
- MURGEL. *Vegetação. Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico:Diagnóstico Sócio-Econômico do Estado de Mato Grosso*. Parte 1: Consolidação de Dados Secundários. Nível compilatório. Cuiabá. SEPLAN. 1997.
- SAUNDERS, D.A.R., J.HOBBS E C.R.MARGULES..*Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: a Review*. Conservation Biology. 1991.
- SCHWENK, L.M. **Conflitos Sócio-Econômicos-Ambientais Relativos ao Cultivo da Soja, em Áreas de Influência dos Eixos de Integração e Desenvolvimento no Estado de Mato Grosso**. 2005 Tese (Doutorado em Geografia). Geociências. UFRJ. Rio de janeiro, 312p.