



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA MULTIDISCIPLINAR DE DOUTORADO  
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**



**KLAUS DE OLIVEIRA ABDALA**

**DINÂMICA DE COMPETIÇÃO AGROPECUÁRIA PELO USO DO  
SOLO NO ESTADO DE GOIÁS E IMPLICAÇÕES PARA A  
SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS E  
REMANESCENTES FLORESTAIS**

Goiânia

2012

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**      [ ] Dissertação      [ x ] Tese

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor (a):	Klaus de Oliveira Abdala		
E-mail:	agroklaus@gmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	[ x ] Sim	[ ] Não	
Vínculo empregatício do autor	Professor assistente - UFG		
Agência de fomento: CNPQ		Sigla:	CNPQ
País:	Brasil	UF:GO	CNPJ:
Título:	Dinâmica de competição agropecuária pelo uso do solo no estado de Goiás e implicações para a sustentabilidade dos recursos hídricos e remanescentes florestais		
Palavras-chave:	Dinâmica de uso do solo; Estado de Goiás; Impactos ambientais, Indicadores de risco; complexos agropecuários.		
Título em outra língua:	Dynamics of competition for agricultural land use in state of Goiás and implications for sustainability of water resources and forest remaining		
Palavras-chave em outra língua:	Land use change, state of Goiás, Environmental, Risk indicators; agribusiness		
Área de concentração:	Ciências Ambientais		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	21/09/2012		
Programa de Pós-Graduação:	Doutorado em Ciências Ambientais-CIAMB-UFG		
Orientador (a):	Francis Lee		
E-mail:	francisleerib@gmail.com		
Co-orientador (a):*			
E-mail:			

\*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento [ x ] SIM      [ ] NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do (a) autor (a)

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

**KLAUS DE OLIVEIRA ABDALA**

**DINÂMICA DE COMPETIÇÃO AGROPECUÁRIA PELO  
USO DO SOLO NO ESTADO DE GOIÁS E IMPLICAÇÕES  
PARA A SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS  
HÍDRICOS E REMANESCENTES FLORESTAIS**

Tese apresentada ao Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais (CIAMB) da Universidade Federal de Goiás, como pré-requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais

Orientadora:  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Francis Lee

Goiânia

2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
GPT/BC/UFG**

A135d Abdala, Klaus de Oliveira.  
Dinâmica de competição agropecuária pelo uso do solo no estado de Goiás e implicações para a sustentabilidade dos recursos hídricos e remanescentes florestais [manuscrito] / Klaus de Oliveira Abdala. – 2012.  
202 f. : figs, tabs.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Francis Lee.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás,  
Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais (CIAMB), 2012.  
Bibliografia.  
Apêndices.

1. Uso do solo – Goiás (Estado). 2. Impactos ambientais. 3. Indicadores de risco. 4. Complexos agropecuários. I. Título.

CDU: 332.36(817.3)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora de Defesa Pública de Tese de  
Doutorado em Ciências Ambientais, Nº 005/2012, realizada em 28 de  
setembro de 2012.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Francis Lee Ribeiro - CIAMB

  
Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Júnior - CIAMB

  
Prof. Dr. Fausto Mizjara - CIAMB

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gilca Garcia de Oliveira - UFBA

  
Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira - UnB

## DEDICATÓRIA

Àqueles que em mim acreditaram, para mim oraram e a mim ensinaram os valores fundamentais dessa vida. À minha mãe querida Veraluce Sousa de Oliveira e ao meu pai exemplo Dirceu Abdala dedico este trabalho

“Quem mais sabe, descobre amplos meios de fazer o bem. Ciência para ser nobre, não desampara a ninguém.”

(Lobo da Costa por Chico Xavier)

## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Francis Ribeiro Lee, que sempre aguardou e confiou, pelas orientações e ensinamentos ao longo desta jornada acadêmica.

Ao Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira pelas orientações relativas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) sem as quais a qualidade final desta obra não seria alcançada.

Aos professores avaliadores da tese, Dr. Fausto Miziara, Dr<sup>a</sup>. Gilca Garcia de Oliveira, Dr. Jorge Madeira Nogueira e Dr. Laerte Guimarães Ferreira Junior por aceitarem o convite de participação nesta banca de doutorado, contribuindo com o aperfeiçoamento do trabalho.

Ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG – UFG) e em especial ao estagiário Silvio Sousa pelo apoio técnico na execução do SIG.

Aos professores doutores do CIAMB, Augustina Echeverria, Edson E. Sano, Fausto Miziara, Ina S. Nogueira, Laerte G. Ferreira Jr., Selma S. Castro, professores esses de minha convivência e que grandemente contribuíram para o meu aprimoramento profissional.

Ao secretário do CIAMB, Noé G. Filho pela presteza no atendimento às solicitações.

Ao Departamento de Economia Rural, em especial ao Prof. Dr. Reginaldo F. de Santana, pelo aprimoramento profissional em Modelagem de Sistemas Dinâmicos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

Aos irmãos de sangue e de coração por acreditarem em mim e me incentivarem.

À minha companheira Ana Luiza da Cunha Araújo pelo carinho e apoio psicológico mantenedores do equilíbrio pessoal.



## RESUMO

Segundo os dados do IBGE é possível identificar a presença de quatro principais complexos: bovinos, soja, milho e cana-de-açúcar, responsáveis pelo uso e ocupação de aproximadamente 95% dos solos. Esta tese apresenta o levantamento dos impactos no uso consuntivo de recursos hídricos, nos solos e no desflorestamento de remanescentes florestais, provenientes da dinâmica de uso do solo e da especialização dos municípios do estado de Goiás nos complexos cana-de-açúcar, soja, milho e bovinos. Para tanto, trabalha com a hipótese de que esta especialização é fruto da exploração das vantagens comparativas dos municípios pelas vantagens competitivas dos complexos em questão. Os resultados confirmaram a hipótese trabalhada e indicaram que a especialização municipal nos referidos complexos é fruto das vantagens comparativas das regiões e que essa especialização localiza geograficamente os impactos ambientais analisados. Como resposta às questões investigativas, foi possível identificar as vantagens comparativas dos municípios e a principal vantagem competitiva dos complexos. Além disso, foram gerados indicadores de riscos ambientais para a agricultura e um modelo de localização destes complexos como função das vantagens comparativas dos municípios, os quais constituem subsídios ao estabelecimento de instituições e formulação de políticas públicas de desenvolvimento regional, ao zoneamento agroecológico e ecológico econômico e à coordenação entre políticas agrícolas e políticas ambientais.

Palavras-chave: Dinâmica de uso do solo; Estado de Goiás; Impactos ambientais, Indicadores de risco; complexos agropecuários.

## ABSTRACT

According to the IBGE is possible to identify four main complexes: cattle, soybeans, corn and sugar cane, responsible for the use and occupancy of approximately 97% of the soils. This thesis presents a survey of impacts on consumptive use of water resources, soils and forest remnants, from the dynamics of land use and specialization of municipalities in the state of Goiás in the complexes: Cane sugar, soybeans, corn and cattle. The results confirmed the hypothesis worked and indicated that municipal specialization in these complexes is the result of the comparative advantages of regions and that this specialization locate geographically environmental impacts analyzed. Therefore, working with the hypothesis that this specialization is the result of the exploitation of municipalities comparative advantages by competitive advantages of complexes in question. In response to questions for investigation, it was possible to identify the comparative advantages of the municipalities and the main competitive advantage of the complexes. In addition, indicators were generated from environmental risks to agriculture and a location model of these complexes as a function of the comparative advantages of the municipalities, which constitute subsidies to the establishment of institutions and public policies for regional development, the economic ecological and agro-ecological zoning and coordination between agricultural and environmental policies.

Keywords: Land use change, state of Goiás, Environmental, Risk indicators; agribusiness.

## ESTRUTURA DA TESE

Esta tese foi estruturada de acordo com as opções de formatação das teses do Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás (CIAMB-UFG), sendo escolhida a opção de formatação por artigos.

Sua apresentação esta organizada em seis partes:

- 1) Introdução - que contempla a apresentação do problema, motivações da pesquisa, questões investigativas, hipótese e objetivos;
- 2) Referenciais teóricos utilizados para subsidiar as discussões e conclusão.
- 3) Discussão fundamentada nos referenciais teóricos e nos principais resultados dos artigos.
- 4) Conclusão - a qual responde as questões investigativas e faz considerações a respeito da hipótese, justificativa e limitações da pesquisa;
- 5) Referências
- 6) Apêndices

(A) Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.

(B) Riscos de impactos ambientais gerados pela dinâmica de uso do solo entre a bovinocultura e as culturas de soja e milho no estado de Goiás no período de 2000 a 2010

(C) Fatores locacionais de atratividade para os complexos agropecuários no estado de goiás

## SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problematização	16
1.2	Questões investigativas	18
1.3	Importância e justificativa	18
1.4	Hipótese	19
1.5	Objetivo geral	20
1.6	Objetivos específicos	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Impactos ambientais dos complexos agropecuários	22
2.1.1	Impactos ambientais do complexo cana-de-açúcar	22
2.1.2	Impactos ambientais do complexo bovino	24
2.1.3	Impactos ambientais do complexo soja e milho	31
2.2	Competitividade dos complexos agroindustriais	40
2.3	Sistemas de informação geográfica (SIG)	42
2.4	Teoria de localização	44
3	DISCUSSÃO	51
4	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS	60
	APÊNDICES	71
	Apêndice A - Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.	72
	Apêndice B - Riscos de impactos ambientais gerados pela dinâmica de uso do solo entre a bovinocultura e as culturas de soja e milho no estado de Goiás no período de 2000 a 2010	118
	Apêndice C - Fatores locais de atratividade para os complexos agropecuários no estado de Goiás	165

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura pode ser considerada como uma das primeiras atividades econômicas praticadas pela humanidade. A necessidade básica de uma população em constante crescimento fez com que a produção e o armazenamento de excedentes se tornassem estratégicos para a reprodução social.

Ao longo de sua história, a agricultura passa a cumprir cada vez mais funções econômicas. A produção agropecuária assume, então, a função mercadológica, visando o acúmulo de capitais e os recursos naturais são utilizados indiscriminadamente.

De uma atividade geradora de bem estar e segurança aos seus executores e consumidores, a agricultura paradoxalmente passa a gerar uma série de contradições durante seus ciclos de desenvolvimento. O modelo extrativista, que conduz ao uso indiscriminado dos solos, exaurindo sua fertilidade natural, é sucedido pelo modelo tecnicista de produção que, apesar de aumentar a produtividade da terra, se torna responsável pela contaminação do meio ambiente, desestruturação dos solos, depleção das paisagens naturais, concentração de capital e desemprego de uma parcela significativa da comunidade rural.

O imperativo de desenvolvimento econômico, que molda esse modelo agrícola de produção é amparado por instituições planejadas para a reprodução do mesmo. A crença na capacidade infinita de resiliência da natureza, a competição inter-regional e a dificuldade de visualização das externalidades geradas pela exploração de bens públicos (ar, água, vegetação natural), legítima cultura, leis e comportamentos que transformam a agricultura em uma das principais atividades produtoras de passivos ambientais e sociais.

O Brasil é um dos países que mais se destacam na produção agropecuária mundial. Segundo a Organização Mundial do Comércio – WTO (2011) o país é o terceiro maior exportador agropecuário do mundo, atrás dos Estados Unidos e da União Européia.

Com uma participação de 30% na economia nacional, o agronegócio vem se expandindo regularmente a cada ano. De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento– MAPA (2011), a safra nacional de grãos do ciclo

2010/2011, chegará a 153 milhões de toneladas, um aumento de 2,6% em relação à safra passada. As exportações do agronegócio brasileiro somaram 5,1 bilhões de dólares em janeiro de 2011, 26,3% a mais do que o registrado em janeiro de 2010. Dentre os principais produtos da pauta destacam-se os grãos como a soja, o milho e o arroz, as frutas como a laranja, a banana e a maçã, além da carne bovina, suína e de frango, da cana-de-açúcar e outras *commodities*.

Neste mesmo contexto de produção agropecuária, o estado de Goiás destaca-se, em termos de área colhida, ocupando a 2ª posição na produção de sorgo e tomate, a 3ª posição na produção de algodão, a 4ª posição na produção de cana-de-açúcar e soja e a 5ª posição na produção de milho, além de deter o 4º maior rebanho bovino do país (IBGE, 2011).

O alcance dessa representatividade na pauta nacional foi sendo estruturado, historicamente, por uma dinâmica de uso do solo na qual se evidencia a predominância de certas atividades ao longo do tempo.

Segundo Miziara & Ferreira (2008) a ocupação do estado de Goiás ocorre a partir do século XIX quando mineiros e paulistas estimulados pela oportunidade de explorar uma nova fronteira agropecuária se dedicam principalmente à criação extensiva de gado. Esta ocupação ocorre inicialmente na região sul do estado, sobretudo devido à proximidade dos estados de Minas Gerais e São Paulo e à presença de solos com características favoráveis a exploração.

Tal ocupação se consolida a partir da expansão da Estrada de Ferro Goiás em 1913, que interligou a região aos principais centros do capitalismo nacional, Minas Gerais e São Paulo. Goiás torna-se então uma economia complementar a São Paulo, responsável pela cria de bois, que eram levados para as principais fazendas paulistas de recria e engorda ou para o processamento em seus frigoríficos (PIRES, 2008)

A implantação da estrada de ferro incrementou a economia em Goiás, constituindo um incentivo à pecuária e gerando aumento na exportação de gado. Entretanto, o setor que mais se beneficiou com os “trilhos” foi a agricultura. Neste sentido, outras regiões goianas, localizadas ao sul, foram afetadas com a implantação da estrada. Houve modernização das práticas e dos meios agrícolas, importaram-se instrumentos agrícolas considerados modernos, insumos para a

pecuária e para o plantio e, conseqüentemente, ocorreu valorização das terras nas regiões em que a estrada recortava. Assim, foram incrementadas as relações comerciais regionais e inter-regionais, principalmente, com Minas e São Paulo (MOREIRA, 2000).

Entretanto, segundo Pires (2008), a estrutura econômica do Estado, até o início do século XX, não teve forças suficientes para despertar a constituição de um mercado interno dinâmico que fosse capaz de constituir, em um momento posterior, um setor industrial pulsante e um núcleo urbano dinâmico, que possibilitasse a expansão do mercado e a diversificação da produção. O vetor de expansão do produto do trabalho agropecuário goiano objetivou-se na expansão das áreas de lavoura, de arroz e da pecuária, contribuindo para a concentração da estrutura fundiária nas mãos de poucos produtores rurais. Dessa forma, as regiões sul e sudoeste de Goiás foram se integrando, pela produção de carne e arroz, à economia de São Paulo, sob orientação do capital mercantil do Triângulo Mineiro.

A preponderância da produção de grãos e da pecuária bovina de corte, segundo Rezende (2003), se justifica porque são justamente essas 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.

A diversificação da fronteira agrícola em Goiás ocorre a partir de meados da década de 70 baseada principalmente em programas governamentais como o Programa de Desenvolvimento das áreas do Cerrado (Polocentro) que visava incorporar 1,6 milhões de km<sup>2</sup> 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 (MIZIARA & FERREIRA, 2008).

Além disso, os incentivos proporcionados pela política de crédito do POLOCENTRO, pela política agrícola patrocinada pelo Sistema Nacional de Crédito Rural - SNCR e, posteriormente, pelo crédito do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste – FCO, incentivaram os médios e os grandes produtores rurais a demandarem inovações físico-químicas, mecânicas e biológicas

(SHIKI, 1997). Tais inovações foram responsáveis pela adequação dos solos ao processo de modernização agropecuária no Estado.

Essa conversão de terras inferiores em terra de boa qualidade foi realizada através da chamada, construção do solo. O aumento do estoque de terra agrícola de boa qualidade e a perspectiva de um contínuo aumento desse estoque, fruto não só da abundância e do baixo preço das terras passíveis de serem convertidas, mas também do custo relativamente baixo dessa conversão, manteve baixo o preço da terra de Cerrado, base da competitividade agrícola do Estado (REZENDE, 2003).

O incremento da produção agropecuária tornou-se responsável pela entrada no Estado, nos anos 80 do século XX, das principais *tradings de commodities* agrícolas. Este fato teve um papel importante, uma vez que incentivou posteriormente a implantação das principais agroindústrias processadoras de carnes, grãos, sucroalcooleiras e lácteas em Goiás (PIRES, 2008)

O processo de modernização da agricultura goiana aproximou, sistemicamente, a agricultura com a indústria. O objetivo de expandir a produção agrícola efetivamente aconteceu. Para esse propósito, o setor agrícola foi se integrando ao Cerrado que apresentou, desde então, um grande potencial produtivo. O crescimento das redes de infraestrutura territoriais, sobretudo logísticas, apoiou a constituição de complexos agroindustriais e o alargamento das fronteiras agrícolas e, como consequência, a expansão desses complexos, em um processo de retroalimentação, exigiu investimentos públicos em modernização do território. (SILVA, 2008)

Pires (2008) destaca ainda que as agroindústrias instaladas na região centro-sul de Goiás, além de buscarem os incentivos fiscais e a proximidade do mercado consumidor do Sudeste, levaram em consideração também o potencial e a produção agropecuária desta região. Já as culturas do arroz e feijão, típicas da cesta de alimentos dos trabalhadores, apresentaram uma tendência de deslocamento para a região centro-norte do estado, mostrando, assim, que a região centro-sul vai aos poucos se especializando em culturas ligadas aos elos dos complexos agroindustriais e ao mercado internacional, como é o caso da soja e, recentemente, da cana-de-açúcar.



Essa especialização regional produtiva, isto é, a reunião de fatores produtivos e de condições particulares (serviços, armazenamento, terminais, comércio, centros de pesquisa e informação) numa determinada porção do território gera condições para o aumento da produção e da produtividade, elevando, portanto, a competitividade de alguns lugares e regiões para um determinado tipo de produção (CASTILLO, 2007).

### **1.1 Problematização**

Como pode ser visto a dinâmica de uso do solo em Goiás, ocorreu em função de estímulos governamentais, na forma de crédito e infraestrutura, que atraíram investimentos de capitais agroindustriais. Esta dinâmica pode levar a especialização produtiva de determinadas regiões em culturas específicas que, competindo por espaço e recursos, tendem a ocupar regiões que apresentarem vantagens para que possam se estabelecer e expandir, podendo acentuar localmente os impactos decorrentes dessa especialização.

Desde o final da década de 2010 e início da atual, Goiás vem sendo marcado por movimentos de expansão de fronteiras com elevada competição pelo uso do solo. Segundo os dados do IBGE (2011), apresentados na Figura 1, é possível identificar a presença de quatro principais complexos: bovinos, soja, milho e cana-de-açúcar, responsáveis pelo uso e ocupação de aproximadamente 95% dos solos goianos. Tais complexos estabelecem uma situação de competição por terras agricultáveis e por recursos naturais, sendo responsáveis por diferentes externalidades no processo.

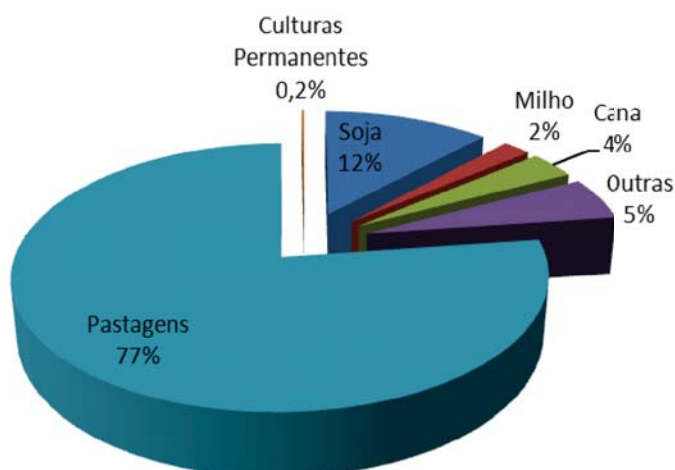


Figura 1 – Composição agropecuária do uso do solo em Goiás no ano de 2010  
 Fonte: IBGE (2011) - elaborado pelos autores

A interação entre os referidos complexos já se manifesta em algumas regiões do Estado, conforme analisa Carrijo e Miziara (2009). Os autores destacam evidências de deslocamento de culturas em alguns municípios estudados, como o município de Itarumã, por exemplo, que é considerado o 8º maior rebanho bovino do Estado; o município de Montividiu, com uma área de 240 mil hectares de soja e que conta com dois projetos aprovados pelo Produzir<sup>1</sup> para instalação de usinas sucroalcooleiras e Jataí que, na safra de 2003/04, foi considerado o maior produtor de milho do país e sinaliza a instalação de duas usinas no município.

Conforme o que foi exposto, a perspectiva de expansão dos complexos analisados irá resultar em um processo de competição por recursos localizados geograficamente. A disputa por esses recursos pode evidenciar vantagens entre os competidores, permitindo estabelecer um ranking de competitividade.

O processo de competição tende a localizar os complexos analisados em regiões mais favoráveis ao seu estabelecimento. Essas regiões podem ser

<sup>1</sup> O Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás – PRODUZIR - foi instituído pela LEI estadual nº 13.591, de 18 de janeiro de 2000. Tem por objetivo social contribuir para a expansão, modernização e diversificação do setor industrial de Goiás, estimulando a realização de investimentos, a renovação tecnológica das estruturas produtivas e o aumento da competitividade estadual, com ênfase na geração de emprego e renda e na redução das desigualdades sociais e regionais.

caracterizadas por fatores locacionais de atratividade, apresentando assim, vantagens que podem ser comparadas e utilizadas, segundo a competitividade de cada complexo, resultando em uma especialização produtiva das regiões. Tal especialização, concentrando a produção da região em um determinado complexo, altera a demanda por recursos naturais. Assim, terras disponíveis, água e remanescentes de Cerrado apresentarão uma dinâmica que pode ser relacionada a esta competição.

## **1.2 Questões investigativas**

Para analisar os problemas apresentados o presente trabalho explora as seguintes questões investigativas:

- 1<sup>a</sup> - Apresentando fatores locacionais de atratividade diferenciados, as vantagens comparativas de cada município determinam especialização produtiva para complexos específicos?
- 2<sup>a</sup>- O diferencial de competitividade de cada complexo, ao explorar as vantagens comparativas das localidades, é capaz de estabelecer um ranking de capacidade competitiva entre os mesmos. Como esse ranking pode explicar a dinâmica do uso do solo, capaz de evidenciar regiões especializadas nos complexos?
- 3<sup>a</sup>- Quais as consequências da expansão dos complexos cana, soja, milho e bovinos para os recursos hídricos e para os remanescentes florestais no estado de Goiás e como ocorre a distribuição regional desses complexos?

## **1.3 Importância e justificativa**

Apesar do estado de Goiás ser rico em termos de disponibilidade hídrica, o mesmo apresenta uma grande variação espacial e temporal das vazões. As bacias localizadas em áreas que apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos passam por situações de escassez e

estresse hídrico. Estas bacias precisam de intensas atividades de planejamento e gestão dos recursos hídricos (ANA, 2009)

De acordo com WWF/Imagem (2004) os remanescentes florestais em Goiás totalizam aproximadamente 41% da área total do Estado, o que sugere a presença de áreas disponíveis ao desmatamento sem descumprir a exigência de reservas legais e áreas de preservação permanente, em torno de 25% da área da propriedade rural.

Entretanto, conforme Faria e Castro (2007), o estado de Goiás abriga 80 unidades de conservação que representam 1,5 milhões de hectares, correspondendo a 4,48% da área do Estado, índice muito baixo quando comparado ao percentual recomendado pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) que é de 10% ou o Sistema Estadual de Unidades de Conservação que determina no mínimo 20% da superfície do estado, além disso, o bioma Cerrado é considerado como um dos 34 *hotspots* do planeta (áreas prioritárias para conservação da biodiversidade).

Diante disso, verifica-se a importância de se analisar a dinâmica atual de competição pelo uso do solo no Estado de Goiás e os impactos no uso consuntivo de água e remanescentes florestais.

Tal estudo, ao evidenciar os fatores locais de atratividade para culturas específicas e os impactos advindos dessa especialização, constitui um referencial para planejamento institucional e consequente gestão pública promotora de desenvolvimento e mitigadora de impactos.

#### **1.4 Hipótese**

Para responder às questões de investigação, este trabalho explora a hipótese de que a expansão dos complexos agroindustriais da cana-de-açúcar, da soja, do milho e da bovinocultura, no estado de Goiás, define um processo de competição pelo uso de solo, segundo o qual as vantagens comparativas das regiões são exploradas pelas vantagens competitivas dos complexos, caracterizando a especialização agrícola ou pecuária em nível municipal. Tal especialização pode aumentar o consumo de recursos hídricos no local e deslocar, para regiões

marginais, complexos menos competitivos, intensificando o desflorestamento de remanescentes florestais nessas regiões.

Para testar esta hipótese este trabalho pretende cumprir os seguintes objetivos:

### **1.5 Objetivo geral**

Analisar a dinâmica de competição pelo uso do solo entre os complexos agroindustriais da cana-de-açúcar, da soja e do milho e da bovinocultura no estado de Goiás, no período entre 2000 e 2010, e suas implicações para a sustentabilidade ambiental dos recursos hídricos e remanescentes florestais, estabelecendo um modelo representativo desta dinâmica.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Analisar a dinâmica atual de uso de solo no estado de Goiás, identificando configurações de especialização municipal para os complexos agroindustriais da cana-de-açúcar, da soja, do milho e da bovinocultura;
- Apresentar, na forma de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), os riscos, dos impactos provenientes dessa dinâmica, para o uso consuntivo dos recursos hídricos e desflorestamento dos remanescentes florestais;
- Identificar o ranking de competitividade entre os complexos agroindustriais da cana-de-açúcar, da soja e do milho e da bovinocultura no estado de Goiás;
- Identificar os principais fatores locais de atratividade dos municípios, que determinam as vantagens comparativas dessas localidades e que são disputadas pelas vantagens competitivas dos complexos analisados;

- Apresentar um modelo que represente a especialização dos municípios nos complexos agropecuários em função dos fatores locais de atratividade apresentados por esses municípios.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A análise e discussão dos resultados foram subsidiadas pelos referenciais teóricos apresentados a seguir

### **2.1 Impactos ambientais dos complexos agropecuários.**

#### **2.1.1 Impactos ambientais do complexo cana-de-açúcar**

A literatura relata uma série de impactos ambientais relacionados à cana-de-açúcar tais como a queimada da cana e a geração de resíduos, como a vinhaça e a torta de filtro, entretanto, segundo a EMBRAPA-CNPM (2011), a evolução tecnológica e institucional do setor sucroalcooleiro vem ocorrendo continuamente no sentido de mitigar ou eliminar tais impactos. Apesar disso, ainda persistem os temores de impactos relacionados ao desflorestamento, induzido pela expansão da produção de cana-de-açúcar, e ao uso consuntivo de água, sobretudo em regiões especializadas na cultura.

Segundo Abdala & Castro (2010), as regiões do bioma Cerrado constituem forte atrativo para novos empreendimentos sucroalcooleiros, sobretudo devido as suas características edafoclimáticas. O potencial agrícola dos solos de Cerrado no Centro-Oeste brasileiro é, em termos de classificação (umidade, fertilidade e textura), em sua grande maioria, o mesmo encontrado no oeste do Estado de São Paulo, região na qual se considera a existência dos melhores solos para plantio desta cultura. Goiás apresenta ainda climas de médio à alto potencial para a produção de cana-de-açúcar, com elevado potencial para irrigação da cultura.

Apesar de estudos, tais como os apresentados pelo Plano Nacional de Agroenergia (PNA, 2006) e pela Universidade de Campinas (UNICAMP, 2005) sugerirem a necessidade de desconcentração espacial da produção sucroalcooleira e de sua expansão em substituição às áreas de pastagens de baixa produtividade, esta expansão, conforme os princípios de maior lucratividade induzida por imperativos capitalistas, parece ocupar inicialmente as áreas de maior potencial

produtivo, sendo direcionada para solos de uso agrícola e sugerindo concentração espacial.

De fato, Castro et al (2007), analisando a distribuição das usinas sucroalcooleiras instaladas e em instalação no estado de Goiás, concluíram que tal distribuição define, no Estado, uma espécie de zoneamento induzido pelo setor produtivo, relacionado aos principais eixos rodoviários que servem o Centro-Sul Goiano. Analisando os declives dos terrenos, os solos e seus potenciais para o plantio, excluindo as Unidades de Conservação e as Áreas Prioritárias para Conservação, concluíram, também, que mais da metade do território goiano (cerca de 60%) contém solos com elevada a moderada aptidão agrícola para a cultura da cana e que aproximadamente 60% das usinas instaladas estavam em áreas de uso agrícola.

Para atender a essa perspectiva de demanda sucroalcooleira em Goiás, estimou-se a necessidade de incorporação de cerca de 3 milhões de hectares de novas áreas. Entretanto, segundo Vieira et al (2008), esse não é o maior problema uma vez que a cana-de-açúcar ocupa menos de 5% da área agropecuária atual no Estado e existe, ainda, uma ampla disponibilidade de terras agricultáveis<sup>2</sup>. Os autores acreditam que a expansão de área com cana-de-açúcar poderá resultar em deslocamento de culturas dentro do estado de Goiás para áreas de menor aptidão agropecuária, concentrando espacialmente a produção de cana e acentuando os desflorestamentos decorrentes dessa dinâmica.

Diante disso, Abdala & Castro (2010), analisando a dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, no estado de Goiás, concluíram que a expansão da lavoura sucroalcooleira se concentrava na região sudoeste desta microrregião, com maior concentração das culturas temporárias, solos mais profundos (Latosolos) e planos, promovendo deslocamento das culturas temporárias, para o norte da microrregião, substituindo áreas de pastagens.

Ainda segundo Abdala & Castro (2010), a análise específica dessa dinâmica nos municípios do estado de Goiás, poderá aprofundar os resultados obtidos em seu

---

<sup>2</sup> De acordo com os dados do IBGE (2011), a área agropecuária utilizada em Goiás, no ano de 2010, foi de 20.335.696 ha nesse ano, a cana de açúcar ocupou uma área de 687.708 ha, o que representa 3,5 % da área agropecuária em 2009.



estudo, agregando informações que permitam analisar impactos na sustentabilidade do desenvolvimento desses locais, uma vez que em Goiás, excetuadas as áreas de preservação permanente e reservas legais, ainda existem remanescentes de Cerrado com possibilidade de desmatamento.

Com relação ao uso consuntivo da água, Silva et all (2008), analisaram o balanço hídrico para a cultura da cana-de-açúcar no estado de Goiás e, segundo eles, com a expansão deste cultivo no Estado haverá a necessidade de irrigação de salvamento<sup>3</sup>, com lâminas de água entre 80 mm e 120 mm, em algumas de suas regiões. Se essas aplicações de água não forem bem planejadas, podem gerar consequências irreversíveis sobre a biodiversidade e conflitos pelo o uso dos recursos hídricos.

Silva et all (2008), concluíram que as áreas com maior demanda de água para irrigação da cana-de-açúcar no estado de Goiás (porção noroeste do estado) são as que possuem as menores disponibilidades hídricas nos rios, assim, devem receber atenção especial quanto à introdução dessa cultura. A região sudoeste do Estado, de forma geral, não apresenta restrições hídricas com relação ao cultivo de cana-de-açúcar e no restante do Estado, há condições hídricas para o cultivo de cana-de-açúcar, contudo, a relação entre a oferta e a demanda hídrica para essa prática deve ser sempre avaliada com muita atenção.

### **2.1.2 Impactos ambientais do complexo bovino**

De acordo com o relatório *Livestock's long shadow*<sup>4</sup> (STEINFELD et all, 2006) o complexo bovino gera 18% mais emissões de gases de efeito estufa, medidos em

---

<sup>3</sup> Salvamento se refere à prática de irrigação da cultura da cana quando plantada ou colhida no início da estação seca, com a finalidade de garantir sua rebrota. (SILVA et all, 2008)

<sup>4</sup> O relatório é fruto de iniciativa da Livestock, Environment and Development (LEAD), publicado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e apoio: World Bank, the European Union (EU), the Ministère des Affaires Etrangères (France), German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development via GTZ (Germany), the Department for International Development (United Kingdom), the US Agency for International Development (USA), the International Development Agency (Denmark), the Swiss Agency for Development and Cooperation (Switzerland), the International Fund for Agricultural Development (IFAD) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) tendo como objetivo analisar os impactos globais provenientes da pecuária no meio ambiente.

equivalente de CO<sub>2</sub>, do que o setor de transporte, sendo também uma importante fonte de degradação do solo e da água.

Apesar desta desvantagem ambiental, de acordo com o relatório da FAO, o setor pecuário mundial está crescendo mais rapidamente do que qualquer outro subsetor agrícola. Ele fornece meios de subsistência para cerca de 1,3 bilhão de pessoas e contribui com cerca de 40 por cento da produção agropecuária mundial, além disso, as pastagens já são responsáveis pela ocupação de 30 % da superfície terrestre global.

Entretanto, um crescimento tão rápido cobra um alto preço ambiental. Os impactos da bovinocultura na biodiversidade podem ser tanto diretos como indiretos. Os impactos diretos são relacionados à alteração da paisagem local, devido ao desflorestamento e introdução de espécies exóticas, conseqüentemente, ocorrendo um novo equilíbrio com base no sistema de pastagens.

Segundo Steinfeld et al. (2006) ainda é difícil quantificar a perda de biodiversidade induzida pela pecuária. Perdas é o resultado de uma complexa teia de mudanças, ocorrendo em diferentes níveis, onde cada qual é afetado por múltiplos agentes. Essa complexidade é ainda agravada quando considerada a dimensão tempo.

Entretanto, o efeito da pecuária sobre *hotspots* de biodiversidade pode indicar o impacto desta atividade. A ONG - Conservação Internacional (2005) identificou 35 *hotspots* em nível mundial, que são caracterizados tanto pelo grau de endemismo de plantas como por níveis de perda de habitat pela fauna. Assim, dos 35 *hotspots*, 23 são relatados como afetados pela bovinocultura. Os principais impactos estão relacionados com as alterações dos ecossistemas, com os mecanismos de superexploração do ambiente, mudanças edafoclimáticas e introdução de espécies exóticas.

Especificamente, as principais ameaças relatadas são: conversão de terra para pastagens (incluindo o desmatamento), plantio de soja para alimentação animal, introdução de plantas forrageiras exóticas, uso do fogo para gestão de pastagens, sobrepastoreio e a eliminação de animais selvagens predadores de gado. Uma análise da IUCN (2008), a maior fonte autorizada de informações sobre risco de extinção no mundo, indica que 10 % da população mundial de espécies que

enfrentam algum grau de ameaça estão sofrendo perda de habitat devido à produção pecuária.

No Brasil, segundo Barreto *et al.* (2008), oitenta por cento do crescimento do rebanho bovino, entre 1990 e 2006, ocorreu na Amazônia Legal, cujo valor saltou de 26 milhões (18% do total nacional) para 73 milhões de cabeças, o equivalente a 36% do total do rebanho brasileiro. Para suportar esse crescimento, foram desmatados 25,3 milhões de hectares na região.

Embora as atenções mundiais estejam voltadas quase exclusivamente para a preservação da Amazônia, os números sobre o crescimento da área ocupada pelas atividades agropecuárias indicam que o bioma Cerrado é o mais atingido pela expansão desta produção nas últimas décadas.

O Estado de Goiás, com a maior representatividade do bioma Cerrado (única federação totalmente inserida em seus limites), já converteu cerca de 220.100 Km<sup>2</sup> (64%) de cobertura vegetal nativa para a implantação de pastagens (154.750 Km<sup>2</sup>), agricultura (62.260 Km<sup>2</sup>) e núcleos rurais e urbanos (2.540 Km<sup>2</sup>). Atualmente resta pouco mais de 122.000 Km<sup>2</sup>, ou 35% do território, coberto pelos remanescentes de Cerrado (Ferreira *et. al.*, 2007)

O processo de substituição de culturas aponta ainda a pecuária como o setor responsável pelo desmatamento em regiões marginais.

Abdala & Castro (2010), analisando a dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, no estado de Goiás, concluíram que a expansão da lavoura sucroalcooleira se concentrava na região sudoeste desta microrregião, promovendo deslocamento das culturas anuais, para o norte da microrregião, substituindo áreas de pastagens, que por sua vez poderiam estar sendo deslocadas para as demais regiões marginais do Estado.

Além dos impactos diretos relativos à substituição de ecossistemas por pastagens, a pecuária produz impactos indiretos ao meio ambiente, resultantes das alterações promovidas no: solo, clima, ciclagem de água e nutrientes e das interações competitivas entre plantas (DIAS FILHO, 2008). Tais impactos comprometem a biodiversidade e produzem efeitos deletérios ao meio ambiente, afetando a qualidade de vida dos seres humanos.

As opções de dieta do mamífero herbívoro entre espécies de plantas e partes da planta dentro de uma mesma espécie, conhecido como desfolha seletiva, é o mecanismo responsável pela criação da heterogeneidade estrutural da pastagem e da diversidade florística e faunística local (ROOK ET AL., 2004); por isso, tal mecanismo é particularmente importante em pastagens naturais, devido ao acentuado endemismo de plantas medicinais, sobretudo no Cerrado (IDS-IBGE, 2008). Entretanto, verifica-se, de acordo com os dados Censitários do IBGE (2007), apresentados na Figura 2, elevada substituição das pastagens naturais pelas pastagens plantadas dentro do Estado.

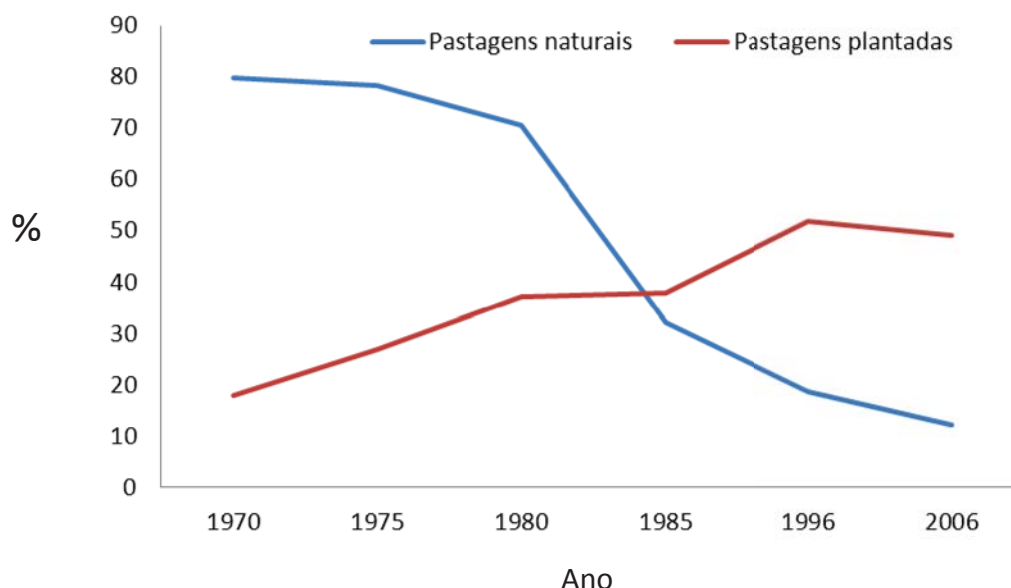


Figura 2 – Série histórica de evolução de área de pastagens no estado de Goiás. Fonte: IBGE (2007) – elaborado pelo autor

O movimento concentrado dos animais em determinados locais é outro mecanismo promotor de alteração no ecossistema. Através do pisoteio, o impacto direto dos cascos do animal, sobre a planta e o solo, reduz a cobertura vegetal e expõe o solo, matando plantas muito jovens e danificando o dossel de plantas adultas (HUNTLY, 1991).

Além disso, a ação dos cascos pelo gado, concentrada em áreas como margens de córregos, trilhas e pontos de alimentação, causa compactação de solos mais úmidos (seja com vegetação ou expostos), interrompendo mecanicamente a drenagem e aumentando o risco de erosões. Solos compactados e/ou impermeáveis

têm as suas taxas de infiltração diminuídas, e, portanto, aumenta o volume e a velocidade de escoamento. Por sua vez, solos soltos pelo gado durante a estação seca é uma fonte de sedimentos no início da estação chuvosa (SODER ET AL., 2007).

Em áreas ribeirinhas, a desestabilização das margens por atividades pecuárias contribui localmente com uma elevada descarga de erosão. O gado pode, ainda, sobrepastar a vegetação, prejudicando o seu papel de estabilização do solo, constituindo agravantes à erosão e poluição (ENGELS, 2001).

Outro mecanismo que contribui para os impactos na biodiversidade é a alteração nos padrões de ciclagem de nutrientes mediada pelo animal, através do aumento da concentração de nutrientes (principalmente nitrogênio) na camada superficial do solo, por meio da deposição de fezes e urina (ROOK ET AL., 2004).

Segundo Manso e Ferreira (2007), a eutrofização das águas superficiais, devido ao escoamento de substâncias e excrementos orgânicos, promove a deterioração da qualidade da água e o crescimento de algas, ameaçando ecossistemas aquáticos e a qualidade de água potável.

Correll (1999) e Zhang et al. (2001) citam ainda a lixiviação de nitrato e a transferência de patógenos, dos campos em que altas doses de esterco são aplicadas ou dos pontos de confinamento, como particulares ameaças para a qualidade da água potável, devido a contaminação do lençol freático e rios.

De modo geral, um dos mecanismos mais expressivos da atividade pecuária, devido ao fato de ser gerador de vários impactos ambientais, está relacionado à intensidade de pastejo.

Tal intensidade é definida pela demanda de forragem pelo animal e pelo nível de desfolha proveniente do pastejo (VALLENTINE, 2001). Assim, o pastejo excessivo ocorre quando existe uma incompatibilidade entre a demanda e a capacidade de regeneração da pastagem.

Tanto em pastagens naturais como naquelas plantadas, o pastejo excessivo pode levar à degradação da área e a conseqüente perda da biodiversidade, podendo culminar em distúrbios erosivos do solo e na redução do *pool* de espécies vegetais para apenas algumas espécies tolerantes ao pastejo, diminuindo, portanto, a diversidade florística (DIAS FILHO, 2007).

Além disso, há o risco de degradação da pastagem, quando as taxas de lotação são muito altas, ocorrendo a remoção de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) pelo pastejo excessivo e a conseqüente degradação do solo. Com a diminuição da fertilidade do solo ervas daninha e espécies de gramíneas indesejáveis tendem a competir mais fortemente por luz e nutrientes, sendo então necessários mais herbicidas e trabalho manual para controlá-los, resultando em um impacto negativo sobre a biodiversidade e sobre o rendimento dos agricultores (MYERS & ROBBINS, 1991).

Este processo de degradação de pastagens é especialmente importante em climas onde ocorrem estações secas, pois, nestes locais, a produção de biomassa é irregular resultando em uma série de problemas ambientais, incluindo a erosão do solo, degradação da vegetação, liberação de carbono, a partir da decomposição de matéria orgânica, perda de biodiversidade devido às mudanças do habitat e prejuízos diversos ao ciclo da água, sendo que, nesse sentido, o setor pecuário é responsável por cerca de 55% da erosão e 33% da descarga de N e P em cursos de água doce (STEINFELD ET AL, 2006).

Outra categoria de impactos associados à pecuária corresponde aos efeitos deletérios dos resíduos gerados pelo setor e, nessa categoria, são descritas a poluição atmosférica e das águas.

Segundo Steinfeld et al. (2006), os principais agentes poluidores deletérios aos recursos hídricos são: dejetos animais, antibióticos e hormônios, produtos químicos de curtumes, fertilizantes e pesticidas. O processo de poluição é muitas vezes: difuso, gradual e extremamente difícil de controlar, com impactos, muitas vezes não perceptíveis, sobre os ecossistemas, até que se tornem graves. Soma-se a isto, a quantidade significativa de água que é retirada do ambiente para a produção e industrialização dos produtos da pecuária.

No Brasil, estima-se que são utilizados 150 mil litros de água para produzir um quilograma de carne bovina. Considerando somente o processamento, estima-se que os abatedouros utilizem cerca de 2,6 mil litros de água para processar cada carcaça. Para o caso dos rebanhos, que são alimentados com ração, é preciso lembrar ainda que esta é produzida principalmente a partir de grãos que, por sua vez, são igualmente grandes demandantes de água; assim, os recursos hídricos

envolvidos na produção destas *commodities* de exportação podem acabar se tornando recurso escasso, até mesmo em regiões em que há relativa abundância, através da chamada exportação de água virtual (SCHLESINGER, 2010).

Já em relação ao processamento industrial, a poluição resultante (que consiste principalmente na alta descarga de nutrientes, aumento da DBO e contaminação biológica) é mais aguda e perceptível do que dos outros sistemas da produção pecuária, especialmente quando ocorre perto de áreas urbanas e somadas à poluição atmosférica, sobretudo na forma de odores (PACHECO, 2006).

Finalmente, é possível identificar na literatura atual uma acentuada preocupação em relação à poluição atmosférica e, nesse sentido, o foco principal é com a geração de gases de efeito estufa.

A pecuária de corte bovina é responsável pela emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) monóxido de carbono (CO), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) em seu processo produtivo.

Em nível global, Steinfeld et al. (2006) estimam que as atividades pecuárias contribuam com aproximadamente 18% do total de emissões de gases do efeito estufa devido à causas antropogênicas e considerando os cinco principais setores: energia, indústria, lixo, uso da terra e mudança no uso da terra. Considerando apenas os últimos dois setores, a contribuição da pecuária é superior a 50% e, para o setor agropecuário sozinho, a pecuária contribui com cerca de 80% das emissões.

A pecuária é responsável por 29% de todo o metano gerado pelas atividades antrópicas no Brasil, em grande parte, produzido pelo sistema digestivo dos ruminantes (LIMA, 2002)

Segundo Zen (2008) a pecuária, no Brasil, emite um volume de GEE cerca de 40 vezes maior do que a agricultura, assim, quando excluídas as emissões de GEE geradas pelas queimadas e desmatamentos, a pecuária de gado de corte e de leite, somadas, representam a maior fonte emissora do país, com mais de 260 mil Gg de  $\text{CO}_2\text{eq.}$ , o que corresponde a mais de 42% das emissões de GEE do Brasil.

Além disto, enquanto nos países desenvolvidos a maior parte dos GEE vem do setor energético, 55% a 60% das emissões brasileiras resultam do desflorestamento, geralmente para abertura de novas pastagens. Assim, monóxido de carbono e o dióxido de carbono são gerados a partir da queima direta de

biomassa (florestas, cerrados e pastagens) e das emissões de óxidos de nitrogênio e óxido nítrico, que contribuem 296 vezes mais para o efeito estufa do que o dióxido de carbono advindo das queimadas (SCHLESINGER, 2010).

Conforme exposto, apesar de sua representatividade na economia nacional, a atividade pecuária é detentora de um dos maiores passivos ambientais no Brasil e no mundo. Entretanto, a literatura que descreve os impactos ambientais da atividade e propõe medidas mitigadoras é vasta, porém não exaustiva, uma vez que, segundo Schlesinger (2010), Dias Filho e Ferreira (2008) e Steinfeld (2006), vários desses impactos têm em suas quantificações dificuldades ou imprecisões inerentes.

### **2.1.3 Impactos ambientais do complexo soja e milho**

Os sistemas de monoculturas, como a soja e o milho, foram viabilizados graças aos avanços do setor industrial agrícola e das pesquisas nas áreas de química, mecânica e genética. Este pacote tecnológico data do início da década de 1970 e ficou conhecido como “Revolução Verde” (SORJ, GOODMAN, & WILKINSON, 1990)

Para Mueller (1995) os principais impactos ambientais advindos da “Revolução Verde” nos cerrados foram: a) compactação e impermeabilização dos solos pelo uso intensivo de máquinas agrícolas; b) erosão; c) contaminação das águas, alimentos e animais por agrotóxicos; d) impactos ecossistêmicos da retirada da vegetação nativa de áreas contínuas extensas; e) assoreamento de rios e reservatórios; f) aparecimento de novas pragas ou aumento das já conhecidas.

O desmatamento e degradação dos solos (erosão e em alguns casos desertificação) e quadro crítico quanto à disponibilidade de recursos hídricos devido à irrigação, são apontados pelo Ministério do Meio Ambiente como os principais impactos causados por longos períodos de exploração agrícola pesada, mecanizada e tecnologicamente inadequada nos cerrados (MMA, 1999)

Schlesinger (2005) compartilha conclusões semelhantes às anteriores, sobre os impactos ambientais que o cultivo da soja promove. O autor afirma que tais impactos são típicos das monoculturas e, dentre estes, os maiores impactos diretos provocados pela sojicultura são o desmatamento e a erosão dos solos.



Conseqüentemente, tais impactos tendem a promover a perda de solos, contaminação das águas e assoreamento dos rios e nascentes e a perda de biodiversidade, além disso, acentuam outros impactos indiretos causados, sobretudo pela construção de infraestrutura de escoamento da produção, como portos, hidrovias, ferrovias e rodovias.

De fato, segundo Novaes (2000), o cultivo da soja promove uma capacidade menor de infiltração de água nos solos em relação a outras culturas, diante disso, a perda de solo por erosão hídrica pode chegar a 10 quilos de solo por quilo de grão produzido, fato que implica uma intensa dependência de fertilizantes e outros adubos químicos.

Dedecek et al (2006) estimaram a perda de solo e fertilizantes na região dos Cerrados em áreas de Latossolos com declividade de 5,5% e com cobertura natural encontrando valores em torno de 0,1 t/ha a 0,2 t/ha. Tais valores aumentaram para uma média de 8 t/ha, 12 t/ha e 36 t/ha com os plantios de soja, arroz e milho, respectivamente.

Na região do entorno do Parque Nacional do Xingu (PIX), impactos ambientais causados pela pecuária e agricultura, fortemente representada pela sojicultura, foram detectados por uma expedição do Instituto Socioambiental (ISA) realizada em julho de 2003. Foram detectados erosão e assoreamento nos principais rios que fazem parte do PIX e têm suas nascentes fora do parque (SANCHEZ, 2003).

Estudos realizados por Peres Filho (2003) constataram que, a partir da década de 1990, a soja passou a ser cultivada em áreas com maiores declividades associadas a solos muito arenosos no estado de Goiás. Nessas áreas a retirada da vegetação nativa do Cerrado, tanto para a cultura da soja quanto para as pastagens, tem acelerado o processo de erosão, formando enormes voçorocas. O material erodido é carregado, através dos canais fluviais e depositado ao longo do canal do Rio Araguaia, assoreando e formando enormes bancos de areia.

O nível de impactos ambientais decorrentes de processos erosivos pode ser minimizado ou ampliado de acordo com a tecnologia de plantio adotada. A partir da década de 80, na região de Cerrados, principalmente devido aos problemas

relacionados com a erosão dos solos, os produtores passaram a procurar alternativas tecnológicas dentre as quais se destaca o plantio direto (CUNHA, 1997)

Entretanto, apesar da tecnologia de plantio direto indicar níveis de controle da erosão de até 90% na região sul do Brasil, Sá et al (2004) afirmam que as condições climáticas do cerrado não permitem associar o controle da erosão plenamente a prática do plantio direto uma vez que, neste bioma, a técnica tem proporcionado uma cobertura do solo de apenas 54% contra os 86% promovidos pelas condições climáticas do sul do país.

A prática de plantio direto exige a utilização de maior quantidade de herbicidas potencializando os impactos associados à contaminação do ambiente. O *glyphosate*, popularmente denominado glifosato, é o principal herbicida utilizado em plantio direto e, segundo Amarante Júnior et. al, (2002), apesar da pouca toxidez desta molécula, existem evidências de efeitos deletérios provenientes desse ativo no ambiente.

O glifosato é mais barato que outros herbicidas e apresenta maior facilidade de aplicação, porém pode aumentar o custo de produção no médio e longo prazo. Esse aumento se deve a diminuição da sua eficácia, uma vez que as plantas invasoras das lavouras de soja, como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a corda-de-viola (*Ipomoea spp.*), vão ficando resistentes ou tolerantes ao uso do herbicida, exigindo doses cada vez maiores do produto. O glifosato aumenta também a necessidade de aplicação de nutrientes nitrogenados, já que inibe a atividade da bactéria *Rizhobium* que está presente nos solos e é responsável pela fixação de nitrogênio. Há ainda indícios de efeitos nocivos do glifosato para a saúde humana. (FOCUS/VISÃO BRASIL, 2010)

Segundo Agroanalysis (2009), a principal cultura demandante de defensivos agrícolas no Brasil é a soja. Em 2008, foi responsável por 45,0% da demanda, seguida pela cultura do milho, com 14,0%, cana-de-açúcar, com 9,0%, citros, com 8,0% e Algodão, com 6,0%. As outras culturas somaram 18,0% da demanda por defensivos agrícolas do País

Nesse sentido, é importante salientar que a cultura do milho normalmente está associada ao cultivo da soja. Conforme pode ser observado na Figura 3, apesar da cultura da soja apresentar tendência de expansão no período considerado, a

expansão anual dessa cultura corresponde a uma retração da cultura do milho, indicando que são culturas substitutas, uma vez que utilizam máquinas e equipamentos similares.

A cultura do milho vem sendo plantada como técnica consagrada de rotação e sucessão de cultura com a soja, para melhoria das condições de fertilidade do solo (WWF-Brasil, 1999). Além disso, o milho é uma das culturas mais plantadas sob irrigação o que implica em consumo hídrico com possibilidade de depleção dos mananciais, adicionando assim, seus impactos à cultura da soja.

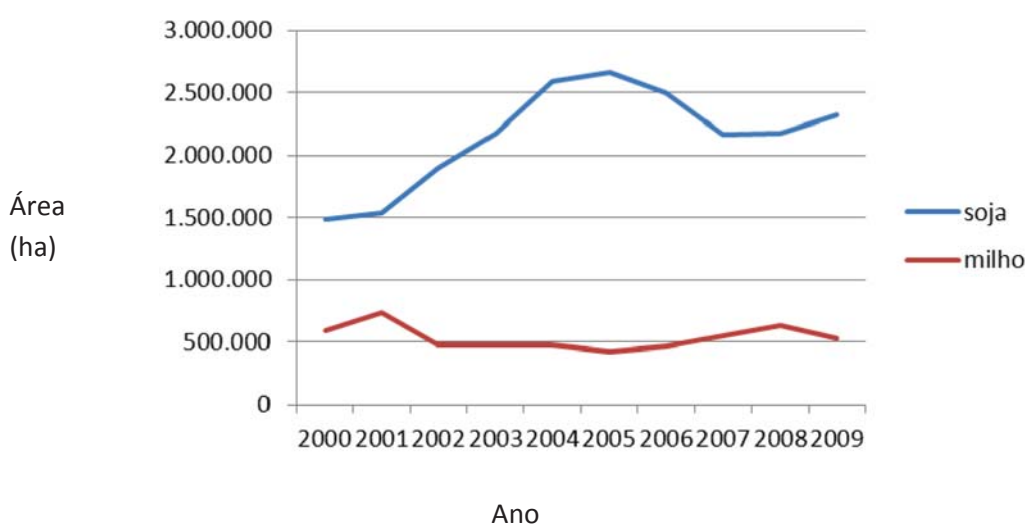


Figura 3 – Série histórica de área colhida (ha) para as culturas de milho e soja no estado de Goiás, no período 2000 a 2009. Fonte SEPIN (2011)

Karam et al (2009) analisaram o potencial de contaminação ambiental por herbicidas utilizados na cultura do milho, os resultados indicaram que os ingredientes ativos *imazapic* e *imazapyr*, amplamente utilizados nesta cultura, possuem potencial de impacto ao meio ambiente.

O problema referente ao uso excessivo de defensivos agrícolas é que eles podem contaminar, através de seus resíduos, o solo, os cursos d'água e os alimentos, tornando o consumo de certos produtos de grande risco para a saúde humana. Segundo Jorge e Torre-Neto (2002), pelo menos 45 tipos de agrotóxicos já

foram detectados nos cursos d'água, o que tem tornado a legislação mundial a esse respeito muito mais severa.

Schlesinger (2005) destaca também que, além dos grandes volumes de defensivos utilizados no cultivo da soja, a pulverização por aviões, prática comum na cultura, tem provocado a contaminação de outras áreas, o que constitui ameaça aos pequenos produtores de outros cultivos, à produção orgânica e à qualidade da água. Para o autor, o uso de pesticidas é uma ameaça ao abastecimento e à contaminação do aquífero Guarani, devido à infiltração e escoamento dos mesmos nas regiões de afloramento do aquífero.

A área de afloramento do aquífero Guarani no estado de Goiás possui cerca de 12.257 Km<sup>2</sup>. Grande parte dessa área está distribuída ao longo da região que compreende as nascentes do rio Araguaia, na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso, envolvendo principalmente os municípios de Mineiros, Jataí, Chapadão do Céu, Portelândia e Perolândia (GOMES ET ALL, 2006).

Outro impacto ambiental amplamente analisado na literatura é o desflorestamento associado à expansão da cultura da soja. Nas áreas de expansão da cultura, a literatura relata que o processo de desmatamento tem ocorrido como função da dinâmica floresta, pastagem, soja.

Segundo FBOMS (2004), as dimensões espaciais e temporais da fronteira móvel do desmatamento foram muito estudadas no final dos anos 80 e início dos anos 90, porém atualmente, a soja adiciona outros fatores de complexidade: potencializa a escala do processo de desmatamento, aumenta a velocidade das mudanças no uso do solo e empurra a fronteira da pecuária, mantendo uma relação às vezes direta e às vezes indireta com o desmatamento.

Os autores, (FBOMS, 2004), realizaram análise de correlação entre a expansão da soja e as taxas de desmatamento em escala municipal no estado do Mato Grosso. Os resultados mostraram que as taxas de desmatamento são positivamente correlacionadas (50%) com o incremento do cultivo de soja e esta correlação é extremamente significativa do ponto de vista estatístico (> 99% de probabilidade) indicando que existe uma relação indireta entre os dois fenômenos, ou seja, que a soja é um dos fatores do desmatamento, mas não o único, sugerindo

que a expansão desta cultura direciona o desmatamento para novas áreas pioneiras, deslocando a pecuária para estas áreas.

Atualmente no Brasil, os biomas mais atingidos são os Cerrados e a Amazônia. Nessa a área agrícola já ocupa mais de 3 milhões de hectares, correspondendo a um quinto de toda a produção de soja do país, já no Cerrado, segundo maior bioma do país, com cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup>, ocupando 22% do território brasileiro e estendendo-se em área contínua por 11 estados, as estimativas são de que cerca de 50% da área original do bioma já estejam alteradas. Sendo preocupante, ainda, o fato de que somente 2% de seu território estejam protegidos sob a forma de unidades de conservação apesar de ser considerada a savana mais rica em biodiversidade do mundo (SCHLESINGER, 2005).

De acordo com o Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no Cerrado (MMA/IBAMA/PNUD, 2009), de 2002 a 2008 o bioma perdeu 85.074,87 km<sup>2</sup>, o que representa uma taxa anual em torno de 14.200 km<sup>2</sup>, causado principalmente pela expansão dos cultivos de soja, cana, pecuária e carvão.

Segundo o levantamento “Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira” (MMA, 2007), pelo menos 27 das áreas identificadas como prioritárias encontram-se ameaçadas diretamente pela soja.

Além dos efeitos diretos do desmatamento, do uso intenso de agrotóxicos e dos constantes revolvimentos de terra, é comum no Cerrado o desrespeito às áreas de reserva legal e às de preservação permanente. A prática de compra de áreas de reserva legal em condomínio, por grupos de produtores, gera a ameaça de estar-se trocando áreas com grande diversidade biológica por terras áridas, de baixa fertilidade e pouco valor econômico, além de estimular o desrespeito da legislação devido à perspectiva futura de adquirir as tais reservas em condomínio (Mueller, 1995).

Com 131 mil hectares de rica biodiversidade existente nas áreas de Cerrado, o Parque Nacional das Emas, no Sudoeste de Goiás, é uma das poucas áreas de preservação de Cerrado no país, mas está ameaçada diante da especulação agropecuária.

Segundo Gomes et al (2009) é raro encontrar na região do Parque Nacional das Emas propriedades cujas reserva legal e área de proteção permanente estejam de acordo com a legislação. Para se regularizarem, muitos produtores têm recorrido à compra de terras distantes e mais baratas para comporem a reserva legal. A lei permite que 16 pontos percentuais, dos 20 de reserva, possam estar localizados fora da propriedade. O Sudoeste goiano é uma das maiores regiões sojicultoras do país, no município de Chapadão do Céu, uma das “portas de entrada” do parque, a área de soja tem variado entre 60 mil e 100 mil hectares desde o início da década de 90.

Além disso, apesar do plano de manejo do parque, aprovado em 2005, permitir apenas o uso de agrotóxicos de classe 4, tarja verde, em um trecho de dois mil metros a partir das fronteiras da área de preservação grandes sojicultores utilizam variedades transgênicas e agrotóxicos vetados pelas normas ambientais em suas fronteiras.

Além dos desmatamentos, o cultivo de soja contribui diretamente para as emissões de gases de efeito estufa. Tais contribuições decorrem do uso de fertilizantes (N, P, K e micronutrientes) e corretivos de solo; herbicidas e pesticidas e das operações mecânicas para plantio, colheita e armazenamento de grãos. Assim, a produção de soja emite aproximadamente 979 quilos de CO<sub>2</sub> por hectare safra, sem contar as emissões relacionadas ao desmatamento (EMBRAPA E UNICAMP, 2008).

Nesse sentido, Isherwood (2000), estima que fertilizantes nitrogenados respondam por 25% do nitrogênio mineral total introduzido anualmente no ecossistema. Para o autor o nitrogênio pode ser perdido de sistemas agrícolas por três formas que podem causar poluição: perda de nitrato por lixiviação, volatilização da amônia e perda de óxido nitroso durante os processos de desnitrificação. Perdas de amônia para a atmosfera e sua deposição subsequente contribuem para a eutrofização de “habitats” naturais e águas marinhas e também para a acidificação de solos e lagos, quando o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> é convertido a NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Perdas através de desnitrificação são inofensivas se o produto final for nitrogênio gasoso, mas se o gás resultante for óxido nitroso há uma contribuição efetiva ao efeito estufa e à depleção de ozônio na estratosfera.

Apesar da cultura da soja não ser demandante de fertilizantes nitrogenados, é comum a associação dessa cultura com o milho, em rotação ou sucessão (safrinha) e, segundo Kappes et al (2009), a cultura do milho é extremamente dependente deste tipo de fertilizante.

Já o fósforo (P), mesmo em concentrações muito baixas, pode causar problemas de eutrofização nas águas superficiais, estimulando a proliferação de algas e a mortandade de peixes. (ISHERWOOD, 2000)

No que diz respeito ao consumo hidrológico, 69% de toda a água consumida no Brasil é utilizada pela agricultura. Isso diminui a disponibilidade desse recurso, inclusive para o consumo humano (FOCUS/VISÃO BRASIL, 2010).

A irrigação nas culturas em geral é feita pelo método da aspersão baseado no uso de “pivôs centrais”. Esse tipo de irrigação é empregado principalmente na cultura do milho, entretanto, conforme aponta Bessa (2006) e DCI (2011) tem sido amplamente utilizado em plantações de soja na região de Cristalina (GO).

Segundo Santos & Câmara (2002), quando sistemas de irrigação são utilizados de forma não controlada provocam grande perda de água do lençol freático, comprometendo o abastecimento futuro, inclusive para o consumo humano.

Matos et al (2007) apresentam 7 bacias hidrográficas no estado de Goiás em condições críticas em relação à oferta e demanda hídricas: Ribeirão da Água Limpa, próximo ao município de Jussara-GO; Rio Vermelho, próximo ao município de Goiás-GO; Rio Padre Sousa, próximo ao município de Pirenópolis; Rio São Bartolomeu; Rio Corumbá, GO; Rio Meia Ponte; Rio Turvo e Rio dos Bois.

Além disso, as principais bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, Platina e do São Francisco) nascem no cerrado e impactos como a perda de grandes volumes de água através da irrigação e a substituição da vegetação natural por culturas agrícolas podem causar a essas bacias o assoreamento e a contaminação por agrotóxicos e fertilizantes (HENRIQUES, 2003).

Ademais, o aumento da produção e exportação de produtos como a soja mascara uma realidade importante: o Brasil exporta água juntamente com as commodities e esse custo não está sendo considerado. (FOCUS/VISÃO BRASIL, 2010).

Segundo Pimentel (2004), cada quilo de soja produzida demanda cerca de 2.000 litros de água, do cultivo à colheita, esse número é bastante elevado comparado com a produção de outros alimentos como a batata (630 litros/quilo) e o trigo (900 litros/quilo).

De acordo com Ojima et. al (2008), em 2007, o complexo soja (grãos e farelo) foi o maior responsável (36,7 bilhões de metros cúbicos) pela exportação de água do Brasil. Em segundo lugar a carne bovina (21,88 bilhões de metros cúbicos), seguida do açúcar (15,74 bilhões de metros cúbicos) e do milho (12,90 bilhões de metros cúbicos). Tal desempenho figura o Brasil como exportador líquido de água virtual.

Finalmente, conforme ressalta Mueller (1995), os impactos da ocupação do Cerrado e mais especificamente da soja, são mais de ordem indireta do que direta. Eles se disseminam com o avanço das cidades, o crescimento demográfico e a dinamização econômica que promove o desenvolvimento de outras atividades produtivas impactantes, as quais demandam maior oferta de infraestrutura.

Nesse contexto inserem-se os corredores de exportação anunciados pelo governo brasileiro, que devem promover graves impactos sobre os recursos hídricos da região, além de estimular a ocupação de áreas remotas, aumentando a pressão sobre a vegetação e a fauna nativas.

Segundo Santos & Câmara (2002) a construção de infraestrutura (rodovias, ferrovias, hidrovias, hidroelétricas, etc.) com o intuito de ampliar as fronteiras de desenvolvimento, criar novos polos de produção de grandes culturas (soja e milho) e melhorar o escoamento das safras das Regiões Norte e Centro-Oeste é fator de impacto ambiental nos biomas amazônico e de cerrado,

Estudo sobre os impactos provocados pela pavimentação de quatro estradas na Amazônia concluiu que 180 mil km<sup>2</sup> de florestas seriam desmatadas em 30 anos (MCGRATH *et al.*, 2003). Dessa forma, a implantação dos Corredores de Exportação, previstos pelo governo brasileiro, pode gerar a abertura de novas áreas de interesse para investimento, ameaçando áreas remanescentes de Cerrado, visto que nem todas as áreas de influencia dos corredores são grandes produtoras.



## 2.2 Competitividade dos complexos agroindustriais

Segundo Batalha (2001) o termo complexo agroindustrial refere-se ao conjunto de operações técnicas, relações comerciais e ações econômicas responsáveis pela geração de uma determinada matéria prima agroindustrial. Desta forma os estudos analíticos do sistema são realizados tendo como ponto de partida a produção da matéria prima.

Em seu ensaio sobre o conceito de competitividade, Muller (1995) o diferencia de concorrência ao defender a ideia de que há definições que revelam uma maior preocupação com os aspectos técnicos e econômicos da competitividade, enfatizando suas manifestações mais imediatas e mensuráveis; o que indicaria que concorrência e competitividade são intercambiáveis.

No outro extremo, há definições que articulam não apenas os aspectos assinalados, mas também os sociopolíticos e culturais; o que estaria indicando que o termo competitividade vai mais além do de concorrência e, portanto, este último não daria conta de processos novos e as novas relações que atualmente concorrem para um melhor entendimento da dinâmica competitiva contemporânea.

Para o autor (Muller, 2006) a ênfase descrita pela economia entende a concorrência como parte da disputa econômica e a competitividade como indicador da rivalidade entre grupos de empresas. Assim, distingue concorrência de competitividade considerando esta última como o conjunto de condições requeridas para o exercício da concorrência.

Para Farina (2000) a competitividade pode ser definida como a capacidade de uma empresa em obter lucros e sustentar ou ampliar sua participação em mercados concorrentes, sendo, portanto, uma medida de desempenho das firmas individuais. Entretanto, este desempenho é dependente de relações sistêmicas, já que as estratégias empresariais podem ser obstadas por gargalos de coordenação vertical ou de logística e, ao considerar as relações sistêmicas existentes entre os segmentos, o conceito de competitividade para as empresas poderia ser aplicado para os complexos.

Farina (2000) esclarece ainda que o desempenho das empresas, sendo avaliado pela evolução da participação do setor em mercados concorrentes, reflete a

competitividade passada, decorrente de vantagens competitivas já adquiridas e da adequação dos recursos utilizados pela empresa aos padrões de concorrência vigentes. Tais recursos seriam o resultado da adequação de um conjunto de variáveis como o preço, a produtividade, qualidade, regularidade e os custos.

Porter (1993) amplia essa base de discussão na tentativa de explicar a competitividade não mais entre indústrias, mas entre regiões. Segundo o autor, tendo todas as regiões tecnologia equivalente, difeririam elas nos fatores de produção (terra, capital, trabalho e recursos naturais). Assim, os determinantes da vantagem local seriam dados por:

a) Condições de fatores - a posição da região nos fatores de produção, como trabalho especializado e infraestrutura, necessários à competição em determinada indústria, mais especificamente:

- Recursos humanos em quantidade, capacidade e custos de pessoal;
- Recursos físicos, ou naturais, caracterizados pela abundância, qualidade, acessibilidade e custo da terra, água, minérios, fontes energéticas e outras características físicas da região;
- Recursos de conhecimentos, compreendendo o acervo técnico que a região tem em conhecimentos científicos, técnicos e de mercado referentes a bens e serviços;
- Recursos de capital, referente ao total existente em capital e o seu custo para investimento na indústria;
- Infraestrutura, referente a tipo, qualidade e valor de uso da infraestrutura disponível.

b) Condições de demanda - a natureza da demanda interna para os produtos ou serviços da indústria. A demanda interna e sua natureza é um dos pontos mais importantes da determinação da vantagem competitiva regional, pois ela determina a direção e o caráter da melhoria e inovação feita pelas empresas. Está relacionada à exigência que o mercado tem pela qualidade dos produtos.

c) Indústrias correlatas e de apoio - a presença ou ausência, na região, de indústrias abastecedoras e indústrias correlatas que integrem as necessidades regionais.

d) Estratégia, estrutura e rivalidade das empresas - as condições que governam a maneira pela qual as empresas são criadas, organizadas e dirigidas, mais a natureza da rivalidade interna.

Segundo Porter (1986) esses determinantes são denominados vantagens comparativas, pois permitem comparar regiões, em um dado momento, de acordo com suas disponibilidades relativas de fatores de produção, quer sejam recursos naturais ou construídos na forma de capital e estrutura produtiva. Assim, o empreendedor, ao decidir a localização de seu empreendimento, toma decisão, com base em um conjunto de opções disponíveis, no sentido de maximizar as oportunidades de aplicação do capital e como suporte a tais decisões são consideradas as vantagens comparativas que esta localidade pode oferecer.

### **2.3 Sistemas de informação geográfica (SIG)**

Segundo Ferreira (2006), informações geográficas são informações sobre locais na superfície da Terra, com o objetivo de conhecimento sobre a localização de determinados objetos.

Tais informações geográficas podem ser muito detalhadas, como, por exemplo, a informação sobre as localizações de todas as edificações em uma cidade ou então pode ser muito superficial, como, por exemplo, a apresentação do clima de uma grande região. Assim, a escala geográfica pode variar conforme o objetivo a ser alcançado.

Além disso, as informações geográficas são sempre relativamente estáticas, uma vez que as feições naturais e muitas feições sociais não são alteradas rapidamente e ao imprimir a informação geográfica em papel, a mesma se torna estática.

Já o sistema de informações geográficas (SIG) constitui um tipo especial de sistema de informações. Os sistemas de informações são utilizados para manipular, sintetizar, pesquisar, editar e visualizar informações, geralmente armazenadas em bases de dados computacionais.

Assim, o SIG consistindo em um sistema utilizado para entrada, manipulação e exibição de informações geográficas, pode ser enquadrado em uma categoria de programa computacional.

Entretanto, o SIG combina programa computacional com equipamentos, dados, usuários e procedimentos, para resolver um problema, auxiliar decisões e planejamentos.

Segundo Lazzaroto (2003) as características de um Sistema de Informações Geográficas podem ser divididas em *software*, *hardware*, dados, metodologias e recursos humanos.

O *software* é formado por um conjunto de programas que tem por objetivo coletar, armazenar, processar e analisar dados geográficos, já o *hardware* é o conjunto de equipamentos necessários para o desempenho das funções realizadas pelo *software*, compreendendo o computador e seus periféricos: impressora, *scanner*, *plotter* e unidades de armazenamento.

Por dados entende-se o conjunto de parâmetros e variáveis que alimenta o sistema, permitindo a geração da informação, assim, o potencial da informação gerada estará relacionado à qualidade dos dados utilizados para obtenção da mesma, bem como aos objetivos a serem alcançados.

Os recursos humanos é uma parte essencial do sistema, pois o SIG por si só não garante a eficiência nem a eficácia de sua aplicação, portanto, o domínio do sistema e das metodologias que serão utilizadas, tendo o sistema como ferramenta analítica, constitui fator chave para a plena utilização do mesmo.

Metodologias estão ligadas diretamente ao conhecimento e à experiência do profissional, que, a partir de um objetivo definido, submete seus dados a um tratamento específico para a obtenção dos resultados desejados, logo, a qualidade dos resultados do SIG não está ligada somente à capacidade de processamento e sofisticação, mas também é proporcional à experiência do usuário.

Apesar dos cinco itens apresentados por Lazzaroto (2003) possuírem características distintas, eles se relacionam entre si, ou seja, o utilizador de um SIG, com sua experiência de usuário, aplica as metodologias estudadas para poder cada vez mais trabalhar com os dados obtidos, utilizando *software* e *hardware* disponíveis

para a realização de todas as análises e geração de resultados satisfatórios que atendam às suas necessidades.

Os sistemas de informações geográficas foram utilizados nesta tese para a geração dos mapas de riscos ambientais das atividades agropecuárias.

Dentre os métodos para os cálculos de vulnerabilidade, ou risco ambiental, em sistema de informações geográficas, destaca-se a álgebra de mapas temáticos (BARBOSA, 1997). Segundo esse método, um valor relativo é atribuído a cada tema (mapa), os quais são somados para a obtenção do mapa final.

Assim, o Indicador de vulnerabilidade é obtido da seguinte forma:

$$Iv = \sum_{i=1}^n pTi/n$$

Em que:

T= tema (mapa)

Iv = Indicador de vulnerabilidade (risco)

n = quantidade de temas

p= valor relativo, entre cada tema (mapa), atribuindo ao mesmo sua magnitude de importância no processo analisado.

## 2.4 Teoria de localização

Segundo Ramos e Mendes (2001) a teoria de localização industrial foi inicialmente elaborada por economistas, no início do século XIX, focando a firma individual como objeto de estudo. Procurando equacionar as variáveis que influenciavam na escolha dos locais de instalação das atividades econômicas, essas teorias econômico espaciais, denominadas de neoclássicas, pretendiam a apresentação de um modelo genérico que explicasse a localização ótima para uma ou mais firmas a partir de considerações econômicas.

Os modelos eram elaborados a partir do conceito de racionalidade do empreendedor, isto é, um empreendedor perfeitamente informado, capaz de explorar as informações otimamente e assim, maximizar seus lucros. Dessa forma, as características humanas e pessoais dos tomadores de decisões não eram consideradas nessa abordagem, onde os principais determinantes da localização

dos empreendimentos seriam os custos de transporte e trabalho e o tamanho do mercado para as firmas.

Foi em 1826 que apareceu, em Hamburgo, a primeira parte da obra de Von Thünen: *“Der isolierte staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie”* (O Estado Isolado), considerada na literatura como a precursora das teorias de localização.

Partindo da hipótese de um espaço agrícola perfeitamente homogêneo, plano, contínuo e isolado do resto do mundo por um deserto, igualmente fértil em toda a sua extensão, com facilidades de comunicações equivalentes em todas as direções e no centro do qual se encontra uma cidade, que desempenha o papel de mercado, a obra pretendia definir como se localizariam ali os diferentes empreendimentos agropecuários.

O elemento determinante dessa localização era a maximização da renda fundiária, que neste caso dependia da distância dos diversos locais de produção ao mercado. Assim, para cada categoria de produtos, as culturas iriam se localizar de forma a reduzir os custos devidos ao transporte, os quais eram função da distância a percorrer e do peso a transportar. Sendo este custo, por hipótese, constante em todas as direções, as zonas de culturas seriam definidas por círculos concêntricos, em torno da cidade.

De acordo com os seus estudos, o modelo desenvolvido por Von Thünen definia a distribuição das culturas em círculos concêntricos em torno do centro consumidor, de tal forma que os empreendimentos considerados como de maior valor agregado, devido às condições de demanda e custos de transporte, estariam localizados mais próximos do centro, sendo sucessivamente seguidos pelos produtos de menor valor agregado.

Partindo desse modelo, o autor reintroduz os elementos que inicialmente tinha retirado, com o fim de simplificação, mas que provocavam distorções não desprezáveis.

A presença de uma via fluvial navegável, que permite transportes menos dispendiosos, tem como resultado o alongamento das áreas concêntricas, acompanhando a direção do rio. Da mesma forma outros elementos, como diversos valores de taxas e fertilidade dos terrenos, traduziam-se em deformações do modelo

primitivo. Finalmente, a existência de diversas povoações em vez de uma única, estabeleciam diversos centros de círculos que se entrecruzavam.

O modelo teórico de Von Thünen tratava da desconcentração das atividades produtivas no espaço. Esse modelo fora desenvolvido para a agricultura e supunha a renda fundiária como fator desaglomerativo. A concorrência entre os agricultores para produzir mais próximo do centro, devido ao custo de transporte, provocava a elevação do preço do aluguel da terra, fazendo com que se localizassem perto do centro urbano as culturas que pudessem pagar maior renda fundiária. (FUJITA et al, 1999).

Tal como Von Thünen tinha pretendido definir uma teoria da localização agrícola, Alfred Weber pretendeu definir, no início do século XX, uma teoria da localização industrial. Para equacionar a localização das atividades industriais, esse autor considerou, como pressupostos básicos, a distribuição não uniforme das matérias-primas, a homogeneidade do preço das mercadorias no espaço, a uniformidade do custo de transporte e os mercados consumidores puntiformes (LEMOS, 1988).

Analisando os fatores que pudessem influenciar a localização das indústrias evidenciou três principais, denominando-os de: ponto mínimo de custos de transporte; distorção do trabalho; forças de aglomeração ou desaglomeração.

Estabelecidas essas hipóteses, a melhor localização para a instalação de uma indústria seria aquela que minimizasse o custo de transporte total, ou seja, a soma do custo de transporte da matéria-prima e do produto acabado.

Segundo o seu modelo, a localização seria tanto mais próxima da matéria prima quanto maior fosse o peso destas em relação ao peso dos produtos acabados (LEME, 1982).

Abstraindo o seu modelo, Weber considerou que, além do custo de transporte, os fatores locacionais de custo do trabalho e de aglomeração também afetariam a localização da indústria, pois tenderiam a afastar a indústria do ponto de custo de transporte total mínimo.

Posteriormente os estudos de localização das atividades econômicas ganham complexidade quando elementos climáticos, legislativos e institucionais foram incorporados às análises. (RAMOS & MENDES, 2001).

August Lösch (1940) sugere uma teoria de equilíbrio espacial geral em que as localizações efetivamente encontradas na realidade não estão necessariamente conforme as normas que deveriam determinar a sua localização ideal. A ordem deste esquema ideal seria perturbada, frequentemente, pelos seguintes fatores reais:

- Os elementos econômicos: diferenças espaciais de preços, de produtos ou de custos de transporte.
- Os elementos naturais: diferenças de fertilidade do solo e, sobretudo, desigualdade nas facilidades de acesso.
- Os elementos humanos: não existindo nem uniformidade nem racionalidade no comportamento dos empresários no que diz respeito à extensão dos mercados, aos preços, à escolha das localizações;
- Os elementos políticos: na realidade, o fenômeno Estado e as fronteiras políticas são um obstáculo à mobilidade dos fatores de produção e dos produtos e originam uma redução do número de localizações nas zonas fronteiriças e o seu deslocamento de um estado a outro.

Atualmente novos pressupostos procuram agregar explicações para as opções tomadas na localização dos empreendimentos.

Esta nova orientação à teoria de localização assenta em vários argumentos: a decisão de localização, que tem efeitos em longo prazo, suporta mais do que qualquer outra o efeito da incerteza; a empresa não pode considerar que está em um ambiente onde os preços são conhecidos ou previsíveis não podendo, portanto, apenas aplicar o cálculo econômico.

Diante disso, a melhor escolha já não é a procura de uma maximização dos resultados econômicos, mas sim de minimizar os riscos, adotando uma atitude probabilística segundo a qual os fatores de escolha não tenham racionalidade exclusivamente financeira (Martins, 2010).

Dentre as opções cuja racionalidade não seja financeira, destacam-se as opções pessoais como a afinidade do empreendedor pela região, proximidade geográfica, regiões de dinamismo consolidado, entre outras.



As escolhas fundamentadas em opções pessoais podem revelar-se ótimas, quando levavam à escolha de localizações perfeitamente conhecidas, uma vez que as más escolhas são progressivamente eliminadas pela concorrência. Assim, a preferência pelas comodidades pessoais que levem as empresas para as regiões de maior dinamismo econômico traz resultados positivos, pois, num futuro incerto, tais regiões oferecem as melhores garantias visto que nelas existe uma tendência para o crescimento (RAMOS & MENDES, 2001).

Townroe (1983) compila estudos de localização realizados na Grã-Bretanha e conclui que é rara a empresa que faça uma análise de custos comparativos para as diferentes localizações possíveis. A escolha mais frequente consistiu em verificar se as possíveis localizações eram convenientes, eliminando aquelas de menor conveniência e sustentando a melhor, de uma amostra que não fora definida de uma forma sistemática.

Cooper (1974) conclui que na maior parte dos casos em seus estudos sobre localização, a empresa escolhe a primeira localização “satisfatória” encontrada, sem procurar verdadeiramente “a melhor”.

Rees *et al.* (1981) concluem que quanto maior é a incerteza, mais as empresas tenderão a reproduzir os esquemas espaciais tradicionais e quando a incerteza diminui os modelos espaciais são aplicados mais facilmente.

Outra corrente recentemente utilizada em teoria de localização é a econometria espacial, definida por Anselin (1988) como um conjunto de técnicas estatísticas que consideram as especificidades causadas pelo espaço na análise de modelos regionais. Neste modelo são consideradas as correlações entre as variáveis selecionadas que detém o poder de explicar o fenômeno analisado.

Entretanto, segundo Aydalot (1985) o método exige alguma prudência, pois a perfeição técnica do modelo e a qualidade estatística dos resultados obtidos não são necessariamente o sinal de um nível explicativo elevado. A grande variabilidade dos dados observados torna difícil uma conclusão geral, uma vez que a decisão de uma nova implantação é normalmente uma decisão excepcional para a empresa, portanto, não se descobrem normas claras e padronizadas no comportamento das mesmas. Somente as empresas de grande dimensão podem sistematizar o

processo de escolha, uma vez que, a esse nível, este é um tipo de decisão periódica.

Finalmente, é possível encontrar na literatura vários trabalhos que fazem uso de questionários para identificar os fatores locais de atratividade para localização industrial. Nessa linha de exploração Ramos & Mendes (2001) concluem, através da análise de questionários aplicados com esse objetivo, que a escolha de uma localização se desenvolve em várias etapas:

Seleciona-se, em primeiro lugar, algumas localizações em função dos fatores determinantes, frequentemente as necessidades relacionadas com o trabalho, cria-se então uma lista de locais que oferecem uma solução satisfatória em vista do fator essencial e inicialmente definido.

Numa segunda etapa, certo número de locais da amostra é eliminado em função de critérios técnicos (terrenos disponíveis, infraestruturas) ou econômicos (proximidade dos fornecedores, dos mercados). Por fim, se várias possibilidades ainda subsistirem, a escolha última será feita por critérios de preferências pessoais.

Esta maneira de proceder é sem dúvida a mais aceita, pois permite integrar os fatores pessoais, que são frequentemente mencionados como determinantes (de fato eles presidem à escolha da localização preferida), assim, os fatores de nível superior são classificados implicitamente e os fatores de nível inferior apenas intervêm após os de ordem superior. O problema final consiste na hierarquização dos fatores

Apesar dessa sistematização, os autores (RAMOS E MENDES, 2001) consideram que os fatores de localização não são os mesmos em todas as regiões. O fator infraestruturas, por exemplo, pode perder a sua importância por uma simples razão: nos países industrializados quase todas as cidades possuem condições satisfatórias em termos de infraestruturas, logo, ele deixa de ter relevância por ser incapaz de diferenciar o espaço, pois seu papel estruturante diminui na medida da sua difusão.

Portanto, embora o fator de localização seja o elemento que, entrando nos cálculos da empresa, permite a diferenciação do espaço, percebe-se que, para cada período, para cada região, diferentes elementos poderão desempenhar papéis

diferentes. Dessa forma, não existe uma resposta universal para o problema da hierarquização dos fatores de localização.

### 3 DISCUSSÃO

A revisão de literatura sobre impactos ambientais dos complexos agropecuários teve como principal objetivo selecionar um conjunto de impactos que pudessem ser relacionados simultaneamente aos complexos estudados neste trabalho.

Por meio desta revisão, foi possível concluir que os impactos ambientais gerados por estes complexos podem ser agrupados em impactos da produção agroindustrial e impactos da produção agropecuária.

Os impactos da produção agroindustrial são específicos do processo de industrialização da produção agropecuária, estando, portanto, associados às regiões de instalação destas agroindústrias. Estes impactos são amplamente abordados nas pesquisas, as quais propõem quantificá-los e apresentam medidas mitigadoras para os mesmos. Além disso, é sabido da exigência de estudos de impactos ambientais (EIA) e da geração de relatórios de impactos ao meio ambiente (RIMA) para a instalação de plantas industriais. Tais documentos constituem instrumentos de gestão de impactos ambientais e de fiscalização desse processo por órgãos competentes.

Já os impactos da produção agropecuária podem ser relacionados a cada complexo especificamente, como a geração de gases de efeito estufa, ou o consumo e exportação de água pelas matérias primas e produtos finais (soja, farelo, carne, etc). Entretanto, foi possível constatar a existência de um conjunto de impactos que poderiam ser relacionados simultaneamente a todos os complexos agropecuários estudados nesta tese. Esses impactos estariam relacionados aos recursos naturais demandados simultaneamente pelos complexos agropecuários e, portanto, constituiriam um fator de agrupamento dos mesmos.

Diante disso, adotaram-se como escopo desta obra, os impactos ambientais no uso do solo, da água e dos remanescentes florestais. Além disso, apesar de a revisão de literatura não ter sido exaustiva, foi possível verificar que a abordagem pretendida por esta obra poderia ser de grande utilidade para a ciência, uma vez que não foi encontrada abordagem semelhante na literatura.

Outra contribuição da revisão de literatura foi a evidencia de que os complexos agropecuários competem por recursos naturais, dentre os quais os solos, a água e os remanescentes florestais e, nesse sentido, optou-se pela abordagem teórica de dinâmica de uso do solo associada à competitividade dos complexos agroindustriais.

Sem a pretensão de aprofundar a discussão teórica sobre a distinção entre competição e competitividade. Esta tese adotou como evidencia de competitividade a capacidade de expansão da atividade em mercados concorrentes. Partindo dessa abordagem, foi possível analisar a competitividade dos complexos, como resultado da competição pelos recursos naturais analisados. Para tanto, utilizou-se como ferramenta analítica o modelo shift-share (Apêndices), o qual descreveu a dinâmica de uso do solo e permitiu evidenciar a especialização dos municípios do estado de Goiás nos complexos analisados.

A integração dos resultados da dinâmica de uso do solo com os impactos ambientais gerados pelos complexos agropecuários foi realizada a partir de um sistema de informações geográficas. A fundamentação teórica sobre esta temática forneceu as informações necessárias para apresentar os impactos analisados, localizando-os geograficamente na forma de indicadores de risco ambiental da atividade agropecuária.

Diante do contexto apresentado acima, os dois primeiros artigos, (Apêndices B e C) analisaram a dinâmica de uso do solo pela agropecuária no estado de Goiás e forneceram como produtos os sistemas de informação geográfica de riscos de impactos ambientais provenientes desta dinâmica e os municípios especializados em cada um dos complexos agropecuários estudados. Além disso, foi possível evidenciar, através dos resultados, o ranking de competitividade entre os complexos agropecuários estudados.

O parâmetro utilizado para definir a especialização municipal nos complexos agropecuários analisados foi a porcentagem de área ocupada pelos mesmos, sendo considerados especializados aqueles municípios que apresentassem, em sua área agropecuária, participação percentual do complexo superior à participação percentual do mesmo na área agropecuária do Estado.

Segundo este parâmetro, o processo de competição pelo uso do solo no estado de Goiás, durante o período de 2000 a 2009/10 resultou, em 2010, na especialização de 58 municípios no cultivo de cana-de-açúcar, 42 municípios no cultivo de soja e milho e 177 municípios em pecuária

Ao constatar que, nas regiões especializadas em cana-de-açúcar, a expansão da área de cana corresponde a diminuição das áreas de soja e outras culturas anuais e nas regiões especializadas em soja, essa se expande preferencialmente sobre as áreas de pastagens, foi possível inferir, de acordo com o conceito de competitividade adotado, que o complexo cana é o mais competitivo, seguido pelo de soja e por último o da bovinocultura.

Os valores dos coeficientes de correlação, os quais foram adotados como subsídios para a conclusão do ranking de competitividade, foram de aproximadamente 0,4, considerados na literatura como de médio poder de explicação. Entretanto, foram considerados também, como subsídio, evidências encontrada na literatura e os resultados apresentados no terceiro artigo (Apêndice C), os quais corroboram essa conclusão. Além disso, acredita-se que os baixos valores são devido ao fato de que a expansão do complexo cana-de-açúcar (considerado o mais competitivo) é recente no Estado e, portanto, representa pequena participação, ainda, no uso do solo. Assim, os resultados encontrados podem ser considerados como uma tendência de comportamento esperado para a dinâmica de uso do solo pelas culturas analisadas.

Finalmente, da análise dos resultados dos dois primeiros artigos, foi possível observar que, em todos os municípios especializados nos diferentes complexos analisados, a expansão da área de pastagens esta fortemente correlacionada ( $R > 0,9$ ) à expansão da área agropecuária permitindo inferir que as pastagens são as principais responsáveis pelos desflorestamentos observados ao longo do período analisado.

O segundo artigo (Apêndice B) apresentou ainda os riscos de degradação dos solos e dos recursos hídricos pelos complexos bovinocultura, soja e milho na forma de sistema de informações geográficas.

Apesar da utilidade de sistema de informações geográficas que apresentem indicadores de risco ambiental da agricultura (CUNHA, 2005), reconhece-se a

limitação dos mapas de riscos ambientais gerados como subprodutos deste trabalho e dentre estas limitações três se destacam.

Primeiramente os riscos ambientais foram elaborados por meio de álgebra de mapas, entretanto, não foram encontrados na literatura, elementos que fornecessem suporte a atribuição dos pesos, ou importância, que cada temática (mapa) utilizada na álgebra poderia ter no resultado final (classes de risco) e diante disso, é evidente que trabalhos que se dediquem ao estudo da importância relativa de cada tema seriam de grande utilidade para aumentar a precisão do mapa de riscos ambientais gerados nesta tese.

Outra limitação refere-se ao fato de que os mapas gerados apenas localizam as classes de risco, não fornecendo as informações integrantes dos cálculos, ou seja, qualidade do solo, localização das culturas, densidade de drenagem, suscetibilidade à erosão. Essas informações elevariam o potencial de utilização dos mapas para medidas de gestão pública e privada. Entretanto, conforme apontado por Ferreira (2006) as informações geográficas são sempre relativamente estáticas, uma vez que as feições naturais e muitas feições sociais não são alteradas rapidamente e ao imprimir a informação geográfica em papel, a mesma se torna estática.

Finalmente um dos principais mapas utilizados no cálculo para a geração dos mapas de risco ambiental das atividades foi o de localização das explorações agropecuárias analisadas, assim, devido ao fato de não ter sido possível associar georreferenciadamente os diferentes tipos de explorações agropecuárias atuais, uma vez que esta informação não está disponível na literatura, foi adotada a alternativa de vetorizar os quocientes de localização, que indicam a concentração da cultura no município e, portanto os resultados são gerados em escala municipal, diminuindo a precisão dos resultados. Este fato foi também supostamente responsável pelo baixo valor dos coeficientes de correlação entre a associação das culturas e o fator qualidade dos solos no terceiro artigo (Apêndice C).

A pesar das limitações acima, acredita-se que este trabalho seja de grande utilidade em diferentes áreas científicas, uma vez que, conforme salienta Lazarotto (2003) o utilizador de um SIG, com sua experiência de usuário, aplica as diferentes metodologias estudadas para poder, cada vez mais, trabalhar com os dados obtidos,

utilizando *software* e *hardware* disponíveis para a realização de todas as análises e geração de resultados satisfatórios que atendam às diferentes necessidades. Portanto, o SIG é essencialmente uma ferramenta, cujo resultado de sua utilização depende do domínio da mesma, dos objetivos a serem alcançados e do conhecimento científico sobre o tema a ser trabalhado por esta ferramenta.

Uma vez detectados os municípios especializados nos complexos agropecuários estudados, foi explorada a oportunidade de verificação de quais seriam os principais fatores, presentes nestes municípios, que estariam exercendo atratividade para os complexos. A fundamentação teórica adotada para esta análise foi a teoria de localização.

Segundo esses modelos teóricos as atividades agropecuárias tenderiam a se localizar objetivando a maximização da renda fundiária e, nesse sentido, os produtos de maior valor agregado teriam primazia na escolha dos fatores que contribuíssem para a maximização dessa renda. Já para as atividades industriais a melhor localização seria aquela que minimizasse o custo de transporte total, ou seja, a soma do custo de transporte da matéria-prima e do produto acabado e, portanto, a localização seria tanto mais próxima da matéria prima quanto maior fosse o peso destas em relação ao peso dos produtos acabados.

A teoria de localização forneceu os subsídios para a determinação dos principais fatores locacionais de atratividade dos municípios, dentre o conjunto de fatores sugeridos pela teoria, esta tese selecionou aqueles que apresentavam dados disponíveis e que pudessem ser analisados estatisticamente. Estes dados foram agrupados em variáveis econômicas, sociais e estruturais.

A análise dos fatores de localização foi efetuada no terceiro artigo (Apêndice C). Os resultados permitiram inferir que o fator qualidade dos solos foi o fator que exerceu maior atratividade para os complexos analisados, seguido dos fatores relacionados ao desenvolvimento humano e mercadológico da região. Entretanto, verificou-se também que o fator qualidade dos solos esta diretamente correlacionado com o desenvolvimento regional (econômico, logístico e humano) em Goiás e, portanto, foi possível concluir que tal fator é o principal fator de atratividade para os complexos.



Possivelmente, tal escolha por parte dos empreendedores agropecuários, decorre do fato de que, de uma maneira geral, o estado de Goiás apresenta condições satisfatórias para os demais fatores, conforme apontam Queiroz (2008) e Alves & Wander (2010).

Portanto, apesar do fato de que diversos fatores locacionais poderiam exercer a atratividade para os complexos agropecuários analisados, tais fatores já se encontram com disponibilidade satisfatória dentro do Estado. Assim, percebe-se que o modelo teórico de localização agrícola de Von Thünen apresenta elevado poder de explicação, pois permite inferir que as diferenças em fertilidade do solo explicariam a maximização da renda fundiária e que o complexo cana-de-açúcar, sendo o de maior valor agregado por unidade de área (Apêndice B), teria primazia na escolha por este fator, seguido do complexo soja e milho e por último o da bovinocultura e, portanto, este seria o ranking de competitividade entre estes complexos.

Com relação à localização industrial, pode-se afirmar que a indústria sucroalcooleira, devido à característica de rápida perda de qualidade da matéria-prima (cana-de-açúcar) está, necessariamente, localizada próxima aos locais de produção. A soja e milho têm como principais mercados as exportações internacionais ou interestaduais e, portanto, as agroindústrias existentes no Estado se localizaram próximas à fonte de matéria prima já consolidada, conforme destaca Pires (2008). Finalmente, o complexo bovinocultura, responsável pela ocupação de 77% dos solos agropecuários em Goiás, encontra-se ainda amplamente distribuído dentro do Estado e, além disso, a revisão de literatura sobre as evidências dos fatores locacionais de atratividade para este complexo (apêndice C), esclareceram que apesar de relevante, o custo de transporte não é o principal fator de localização para os frigoríficos, portanto, a localização desta agroindústria ocorreria em função de outros fatores, os quais fogem ao escopo analítico desta tese.

## 4 CONCLUSÕES

O processo de competição pelo uso do solo no estado de Goiás, durante o período de 2000 a 2009/10 resultou, em 2010, na especialização de 58 municípios no cultivo de cana-de-açúcar, 42 municípios no cultivo de soja e milho e 177 municípios em pecuária.

Essa especialização permitiu identificar as vantagens comparativas dos municípios, o ranking de competitividade entre os complexos e os impactos ambientais no uso do solo, dos recursos hídricos e de remanescentes florestais, segundo as características próprias de cada complexo.

O principal fator de competitividade identificado para os complexos analisados foi a capacidade de expansão em mercados concorrentes. Segundo este fator, o complexo cana-de-açúcar é o mais competitivo, seguido dos complexos soja, milho e por último da bovinocultura.

Dentre as vantagens comparativas analisadas para os municípios, a qualidade dos solos foi o fator locacional mais relevante, seguido dos preços das terras, desenvolvimento social e mercadológico destas localidades.

A interação entre a competitividade dos complexos e as vantagens comparativas dos municípios faz com que a cana-de-açúcar se direcione preferencialmente para os municípios com melhor qualidade dos solos, maior desenvolvimento social e mercadológico e conseqüentemente, com preços das terras mais elevados.

Este processo tende a deslocar a produção de soja e milho que, pelo fato da expansão da cana-de-açúcar ainda ser recente no Estado, exploram as mesmas vantagens comparativas dos municípios, uma vez que ainda as tem a disposição. Já o complexo bovino, sendo o de menor competitividade, é deslocado para as regiões de menor desenvolvimento social e econômico, explorando os solos de pior qualidade do Estado.

Esse processo de dinâmica de competição pelo uso do solo permitiu relacionar os impactos ambientais e os complexos analisados. Nesta ótica, o complexo cana-de-açúcar tem se estabelecido preferencialmente em municípios com problemas de escassez de recursos hídricos e, uma vez que tal cultura

apresenta demanda de irrigação, este fato pode ocasionar conflitos pelo uso dos recursos hídricos dessas localidades.

De forma menos acentuada, ou seja, uma proporção menor dos municípios especializados em soja e milho, também se localiza em regiões de escassez hídrica, podendo gerar conflito pelo uso desse recurso nestas localidades, sobretudo devido à irrigação utilizada na cultura do milho. Além disso, foi possível localizar geograficamente as regiões de maior potencial de erodibilidade e contaminação dos recursos hídricos pelas culturas de soja e milho.

Na dinâmica de competição pelo uso do solo, o complexo bovino foi identificado como o principal responsável pelo uso de remanescentes florestais, mesmo nos municípios especializados nos demais complexos. Foi possível ainda identificar geograficamente as regiões de maior potencial de erodibilidade e contaminação dos recursos hídricos para este complexo.

Frente a existência de inúmeros trabalhos que objetivam qualificar ou quantificar os impactos ambientais relacionados às atividades agropecuárias, esta tese explorou a possibilidade dos benefícios advindos da análise da localização geográfica destes impactos. Conforme pode ser constatado, não se trata de explicitar qual complexo é mais ou menos sustentável e sim de evidenciar localmente a possibilidade de ocorrência de externalidades advindas da produção agropecuária com vistas à promoção do desenvolvimento regional.

Portanto, os resultados ora apresentados tornam-se subsídios para a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento regional, por exemplo, ao indicarem que as regiões especializadas em pecuária carecem de maiores investimentos para seu desenvolvimento, pois a atividade pecuária em si não tem capacidade indutora para esse fim.

Ao evidenciar as vantagens comparativas de maior importância para os principais produtos agropecuários do estado de Goiás e associar o Quociente de Localização (QL) a determinados impactos ambientais das atividades agropecuárias, evidenciando índices de riscos ambientais, os resultados aqui apresentados tem o potencial de prestar grande contribuição para o zoneamento agroecológico, econômico ecológico e para a coordenação entre políticas agrícolas e políticas ambientais do Estado.

Segundo Cunha (2005) a falta de informações sobre como diferentes ecossistemas reagem a diversas atividades, agrícolas e técnicas, de exploração é um dos fatores que dificultam a coordenação entre políticas ambientais e agrícolas. Diante desse dilema, o autor propõe que Sistemas de Informações Geográficas (SIG) sobre as relações entre a agricultura e o meio ambiente sejam combinadas em um “índice de risco ambiental da agricultura” (IRAA).

Tal índice seria utilizado como subsídio à projetos de infraestrutura, decisões a respeito de assentamentos da reforma agrária, subsídio ao seguro agrícola e ao crédito rural e, especialmente, na gestão de opções tecnológicas (privadas) para a agricultura que haveria de fazer bom uso das informações nele contidas.

Além disso, Políticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) poderiam ter indicação em determinadas localidades a partir dos resultados apresentados nesta tese.

Pelos resultados apresentados, constatou-se que foi possível comprovar a hipótese apresentada e, portanto, a especialização dos municípios do estado de Goiás em cana-de-açúcar, soja, milho e bovinos pode ser definida como um processo de competição pelo uso de solo, segundo o qual as vantagens comparativas das regiões são exploradas pelas vantagens competitivas dos complexos, caracterizando a especialização agrícola ou pecuária em nível municipal. Tal especialização aumenta o consumo de recursos hídricos no local e deslocam, para regiões marginais, os complexos menos competitivos, intensificando o desflorestamento de remanescentes florestais nessas regiões.

## 5 REFERÊNCIAS

ABDALA, K. O.; CASTRO, S. S. **Dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, estado de Goiás, Brasil.** Rio de Janeiro RBC - Revista Brasileira de Cartografia n° 62/4, dezembro 2010.

ALVES, N. C. G.F.; WANDER, A. E. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no cerrado goiano.** São Paulo: Informações Econômicas, v.40, n.7, jul. 2010.

AMARANTE JUNIOR, O. P. DE; SANTOS, T. C. R. DOS; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M. L. **Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação.** Quím. Nova [online]. 25(4): 589 593. 2002

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil.** Agência Nacional de Águas. -Brasília : ANA, 2009. 204 p. : II

ANSELIN, L. **Spatial Econometrics: Methods and Models.** Kluwer Academic Publishers, 1988.

AYDALOT, P. **Economie Régional et Urbaine.** Paris: Economica, 1985.

BARBOSA, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento.** São José dos Campos, SP, 1997. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE.

BARRETO, P.; PEREIRA, R. e ARIMA, E. **A pecuária e o Desmatamento na Amazônia na Era das Mudanças Climáticas.** Belém. Imazon, 2008.

BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial:** Gepai: Grupo de estudo e pesquisas agroindustriais. p. 690, Atlas. (2001).

BESSA, L. K. **As Plantações de Soja e o Impacto Ambiental causado na Água e Solo na Região do Cerrado/ Centro – Oeste/ Cidade de Cristalina – Goiás. Goiânia:** UCG - Universidade Católica de Goiás. Dissertação Mestrado Ecologia e Produção Sustentável. 2006.133p (inclui anexos).

CAPANEMA, L.M. ; CLEPS J. J. . **O Desenvolvimento agrícola da região Centro-Oeste e as transformações no espaço agrário do Estado de Goiás.** Caminhos de Geografia - Revista Online, Uberlândia-MG, v. 12, p. 29-49, 2004.

CARRIJO, E. L. O.; MIZIARA, F. **A expansão do setor sucroalcooleiro como uma nova etapa da fronteira agrícola em Goiás: um estudo de caso do município de Mineiros.** Revista de Economia da UEG, V. 5, N. 2,p.92-121, 2009.

CASTILLO, R.A. **Agronegócio e logística em áreas de cerrado: expressão da agricultura científica globalizada.** Revista da ANPEGE, v. 3, p. 33-43, 2007

CASTRO, S. S. ; BORGES, R.O.; SILVA, R. A. A.; BARBALHO, M.G.S. Estudo da expansão da cana-de-açúcar 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 de açúcar no território goiano.** Goiânia : SBPC, 2007. v. único. p. 09-17.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. **Hotspot Revisitados.** 2005. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/HotspotsRevisitados.pdf>. Acesso em: 02 dez 2011.

COOPER, L. A **Randoom Locational Equilibrium Problem.** Journal of Regional Science, Vol.14, pp.47-54, 1974.

CORRELL, D.L. **Phosphorus:** a rate limiting nutrient in surface waters. Poultry Science, 1999, 78(5): 675–682.

CUNHA, A.S. **Oportunidades para a coordenação de políticas agrícolas e ambientais no Brasil**. CEPAL - Serie Medio ambiente y desarrollo. Santiago Chile: Nações Unidas, outubro del 2005.]

CUNHA ,G. **Plantio direto**. 39.ed. São Paulo: IEA, 1997. 28p.

DCI – Diário Comercio, Industria e Serviços. **China investirá R\$ 7 bilhões na produção de soja em Goiás**. Disponível em < [http://www.dci.com.br/China-investira-R\\$-7-bilhoes-na-producao-de-soja-em-Goiias-10-367094.html](http://www.dci.com.br/China-investira-R$-7-bilhoes-na-producao-de-soja-em-Goiias-10-367094.html) > acesso em 08 de maio de 2011.

DEDECEK, R.A.; RESK, D.V.S.; FREITAS, J.E. **Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.10, p.265-272, 2006.

DIAS FILHO, M. B.; FERREIRA, J.N. Influência do pastejo na biodiversidade do ecossistema da pastagem. In: Pereira, O. G.; Obeid, J. A.; Fonseca, D. M. da; Nascimento Júnior, D. do. (Ed.). **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008, p. 47-74.

ENGELS, C.L.. **The effect of grazing intensity on rangeland hydrology**. NDSU Central Grasslands Research Extension Center. 2001. Disponível em < [www.ag.ndsu.nodak.edu/streeter/2001report/Chad\\_engels.htm](http://www.ag.ndsu.nodak.edu/streeter/2001report/Chad_engels.htm).>acesso em: 10 nov 2011.

EMBRAPA (CNPQ). **Impacto Ambiental da Cana-de-Açúcar**. Disponível em: < <http://www.cana.cnpm.embrapa.br/index.html> > Acesso em 10/05/2011

FARIA, K. M. S.; CASTRO, S. S. Caracterização dos remanescentes de cerrado das sub-bacias rio Claro (GO) e Rio das Garças (MT). In: **XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007**. Natal: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007.

FARINA, E.M.M.Q. **Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual**. Revista Gestão & Produção. Vol.6, n. 3, Dezembro de 2000.

FBOMS - Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Relação entre cultivo de soja e desmatamento**. Brasília: FUNDAÇÃO ESQUEL, 2004.

FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. LOBO, F. C. **Riscos de desmatamentos e potencial de regeneração da vegetação nativa**: definindo prioridades e estratégias territoriais. Boletim Goiano de Geografia, ano 27, n. 1. p. 83-96, 2007

FERREIRA, N.C. **Apostila de sistema de informações geográficas**. Goiânia: Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás – Sistemas de Informações Geográficas, 2006.

FOCUS | VISÃO BRASIL. **Desafios e Oportunidades para a produção da Soja Sustentável no Brasil**. In: Financiamento e Oportunidades de Conservação e Uso Sustentável. Rio de Janeiro:FUNBIO, 2010.

FUJITA, M., KRUGMAN, P., VENABLES, A.. **The spatial economy: cities, regions and international trade**. Cambridge, MIT Press. , 1999

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; SPADOTTO, C. A.; PEREIRA A. S.**Caracterização das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: base para uma proposta de gestão sustentável**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

GOMES, M.; BIONDI, A.; BRIANEZI, T.; GLASS, V. **O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade - Soja e Mamona 2009**.São Paulo: ONG Repórter Brasil, Abr, 2009



HENRIQUES, R. P. B. **O futuro ameaçado do cerrado brasileiro**. Ciência Hoje, São Paulo, 33(125):34-39, julho, 2003.

HUNTLY, N. **Herbivores and the Dynamics of Communities and Ecosystems**. Annual Review of Ecology and Systematics, v.22, p.477-503 1991.

ISHERWOOD, K. F.. **Mineral Fertilizer Use and the Environment**. Paris, France: IFA /UNEP, February 2000. jan.fev.mar. 1999

IBGE – **Pesquisa agropecuária municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=p&t=1&z=t&o=3> Acesso em 30/07/2011.

IBGE – Censo agropecuário 1920/1960. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IDS-IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2008**.Rio de Janeiro: IBGE o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O.M. NETO DA SILVA, J. A. **Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, jul./set. 2009

LAZZAROTTO, D. R. **O que são geotecnologias**. 2003. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br/>>. Acesso em: 22 out. 2012.

LEME, R.A. **Contribuição à teoria da localização industrial**. São Paulo: IPE/USP, 1982.

LEMOS, Maurício B. **Espaço versus capital: um estudo sobre a dinâmica centro-periferia**. Campinas: Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 1988. Tese (Doutorado em Economia)

LIMA, M. **Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios.** Cadernos Ciência & Tecnologia. 2002.

LÖSCH, A. Die Raumliche Ordnung der Wirtschaft. Jena: Gustav Fischer, 1940. Tradução para inglês por Woglom, W. H.; Stolper, W. F. **The Economics of Location.** New Haven: Yale University Press, 1954.

MANSO, K. E FERREIRA, O. **Confinamento de bovinos:** estudo do gerenciamento dos resíduos. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc64/>, acesso em 24/09/2011.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Safras e estoques.** Disponível em [http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina\\_inicial/vegetal/safras-estoques](http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina_inicial/vegetal/safras-estoques) acesso em 10 de abril de 2011.

MARTINS, G. W. **Uma contribuição aos estudos de localização industrial: determinando o potencial de transporte aéreo de uma região com base no modelo de análise hierárquica.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2010.

MATOS, B. A. ; TEIXEIRA, A.L.F. ; BURNETT, J. A. ; ZOBY, J.L.G ; FREITAS, M.A.S. . **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos nas 12 regiões hidrográficas do Brasil.** In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.

MCGRATH, D. G.; NEPSTAD, D. C.; ALENCAR. A. **A Cuiabá - Santarém: Ameaça Ecológica ou Caminho da Prosperidade.** Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM. Disponível em:<[www.ipam.org.br/em/polamb/cuisant.htm](http://www.ipam.org.br/em/polamb/cuisant.htm)>. Acesso em: 20 ago. 2010.

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.

MMA- Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira:Cerrado.**Mar, 2007. Disponível em< [http://www.arcplan.com.br/mma/cerrado\\_fichas\\_das\\_areas\\_prioritarias.pdf](http://www.arcplan.com.br/mma/cerrado_fichas_das_areas_prioritarias.pdf)> acesso em 10 dez 2011.

MMA/IBAMA/PNU. **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma cerrado, 2002 a 2008: dados revisados.** Brasília:MMA /CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – CSR/IBAMA, nov. 2009

MOREIRA, C. O. **História política de Goiás: a dinâmica do desenvolvimento: 1945 a 1964.** 2000. 209 f. Dissertação (Mestrado em História das Sociedades Agrárias)- Faculdade de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2000.

MUELLER, C. **A sustentabilidade da expansão agrícola nos cerrados.** Instituto Sociedade, População e Natureza – Documento de Trabalho n.36, 1995

MULLER, G. A. **Conceitualização de competitividade: um exercício metodológico.** OLAM Ciência & Tecnologia Rio Claro / SP, Brasil Ano VI Vol. 6 No. 2 Pag. 21 Dezembro/2006

MYERS, R.J.K.; ROBBINS, G.B. **Sustaining productive pastures in the tropics.** Maintaining productive sown grass pastures. Tropical Grasslands, v.25, p.104-110, 1991

NOVAES, W. **Agenda 21 brasileira: bases para discussão**. Brasília: MMA - PNUD,2000.

OJIMA, A.L. R. DE O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO THAIS T.; CARMO ROBERTO L. **A (nova) riqueza das nações:exportação e importação brasileira da água virtual e os desafios frente às mudanças climáticas**. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. São Paulo. V1,n1.Junho de 2008

PACHECO, J. W. **Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno)**.São Paulo : CETESB, 2006. 98p. (1 CD) : il. ; 21 cm. - (Série P + L)

PERES FILHO, A. **Estudo revela efeitos do uso inadequado de solos: Linha de pesquisa mostra impactos ambientais causados por cultivo e manejo impróprios**. Campinas. In: Jornal da UNICAMP. Ed 226. Campinas:UNICAMP, 25-31 ago 2003.

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.

PORTER, M. **A Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Editora Campus,1993, 897p

PORTER, M. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

QUEIROZ, S. T. P. **Usinas de álcool – fatores influentes no processo de escolha da localização de novas unidades**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 150 p. Dissertação de Mestrado.

RAMOS, R.A. R.; MENDES, J. F. G. **Introdução às teorias da localização: orientações recentes na localização industrial**. Braga: Universidade do Minho. □ Departamento de Engenharia Civil, 2001.

REES, J., HEWINGS, G., STAFFORD, H. **Industrial location and regional systems**. New York: J. F. Bergin Publications, 1981.

REVISTA AGROANALYSIS – **A Revista de Agronegócios da FGV**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 8, ago. 2009

ROOK, A.J.; DUMONT, B.; ISSELSTEIN, J.; OSORO, K.; WALLISDEVRIES, M.F.; PARENTE, G.; MILLS, J. **Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures** – a review. *Biological Conservation*, v.119, p.137–150, 2004.

REZENDE, G. de C. Ocupação agrícola, estrutura agrária e mercado de trabalho rural no cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e das políticas públicas. In: HELFAND, S. M.; REZENDE, GERVÁSIO C. de. (Org.). **Região e espaço no desenvolvimento agrícola brasileiro**. Rio de Janeiro: Ipea, 2003, v. , p. 173-212.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E.; BUCKNER, J.FORNARI, A.; SÁ, M.F.M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE-FILHO, S.P.; PAULLETI, V. & NETO, M.S. **O plantio direto como base do sistema de produção visando o seqüestro de carbono**. *Revista Plantio Direto*, 84:45-61, 2004.

SANCHEZ, R., SHIMABUKURO, M. & BARRETTO, R. **O Xingu na mira da soja**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2003.

SANTOS, T. C. C. & CÂMARA, J. B. D. (orgs.) **Geo Brasil 2002 – Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: IBAMA: PNUMA: MMA, 2002

SCHLESINGER, S. **Onde pastar? O gado bovino no Brasil.** – Rio de Janeiro : FASE, 2010.

SCHLESINGER, S. **A soja no Brasil.** Rio de Janeiro:FASE,2005

SHIKI, S. Sistema agroalimentar nos cerrados brasileiros: caminhando para o Caos? In: SHIKI, S., GRAZIANO DA SILVA, J. e ORTEGA, A. C. (org.) **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro.** Uberlândia: EDUFU, 1997, p.135-167.

SILVA, H. L. **Desenvolvimento agrícola, gestão do território e efeitos sobre a sustentabilidade na região Centro-Oeste, Brasil.** 2008. 348 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SILVA, F. A. M.; MÜLLER, A. G.; WERNECK LIMA, J.E. F.;MEDRADO DA SILVA E.; MARIN F.; SOUZA LOPES,T. Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás. In:**IX Simpósio nacional cerrado.** Brasília:Parla Mundi, 2008.

SODER, K.J.;ROOK, A.J.;SANDERSON, M.A.;GOSLEE, S.C. **Interaction of Plant Species Diversity on Grazing Behavior and Performance of Livestock Grazing Temperate Region Pastures.** Crop Science, v.47, p.416-425, 2007.

SORJ, B., GOODMAN, D., WILKINSON, J., **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional.** Rio de Janeiro, Campus 1990.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAAN, C. **Livestock's long shadow.** Rome: (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006

TOWNROE, P. UNITED KINGDOM. In: KLAASSEN, L. & MOLLE, W. **Industrial mobility and migration in the european community.** London: Gower, 1983.

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.

VALLENTINE, J.F. Grazing Intensity. In: **Grazing Management**. 2. ed.. San Diego: Academic Press, 2001. p.411-444

VIEIRA JUNIOR, P. A. ; VIEIRA, A. C. P. ; BUAINAIN, A. M. ; LIMA, F. ; SILVEIRA, J. M. F. . **Produção Brasileira de Cana-de-açúcar e deslocamento da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso.** Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, v. 38, p. 58-77, 2008.

WTO - World Trade Organization - **International Trade Statistics 2011.** Disponível em [www.wto.org/statistics](http://www.wto.org/statistics) - acesso em 23 mar 2012.

WWF/IMAGEM. **Definição de áreas prioritárias para conservação do Estado de Goiás, Brasil.** 2004.

WORLD WILDLIFE FUND-WWF. **Repercussões Ambientais da Expansão da Soja no Cerrado e seus Vínculos com a Liberalização do Comércio e a Política Macroeconômica Brasileira.** Brasília: WWF Brasil, 1999.

ZEN, S. et.al. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE).** Piracicaba-SP. Esalq/Cepea, 2008.

ZHANG, H.; DAO, THANH H.; WALLACE, H.A.; BASTA, N.T.; DAYTON, E.A.; DANIEL T.C.. **Remediation techniques for manure nutrient loaded soils.** White paper summaries, National center for manure and waste management, 2001.

## APÊNDICES



APÊNDICE A - Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.

Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.<sup>5</sup>

Autor: Abdala, Klaus de Oliveira

Instituição: Doutorando Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais – CIAMB - Universidade Federal de Goiás - UFG

Endereço para correspondência: Rua São Luiz – 480-apto 1204- Bairro Alto da Glória Goiânia- GO – CEP 74815 755

e-mail: agroklaus@gmail.com

Autor: Lee, Francis

Instituição: EA - Setor de Desenvolvimento Rural- Universidade Federal de Goiás- UFG

Endereço para correspondência: Rodovia Goiânia - Nova Veneza, Km 0 Campus Samambaia -caixa postal – 131 - CEP 74001-970 - Goiânia - GO

e-mail: francisleerib@gmail.com

### Resumo

O objetivo deste artigo é analisar a especialização dos municípios do estado de Goiás em cana-de-açúcar, como resultado da competição pelo uso do solo, e os impactos decorrentes deste processo na substituição de culturas, no uso de remanescentes florestais e no uso consuntivo de água pela cultura da cana. Os resultados sugerem que a expansão da cana-de-açúcar especializa municípios, nos quais substitui preferencialmente as culturas temporárias e induz ao deslocamento de culturas, pressionando remanescentes florestais. Além disso, parte dessa expansão localiza-se em áreas de médio a elevado risco de deficiência hídrica para a cultura da cana.

### Abstract

This article aims to analyze the sugarcane specialization in Goiás State, at the municipal level, as a result of competition for land use and the impacts of this process on: substitution of crops, in the use of forest remnants and in the consumptive use of water by sugarcane. The results suggest that the expansion of sugar cane promotes local specialization, where, preferentially, replaces temporary crops and induces the displacement of the other crops, endangering the forest

---

<sup>5</sup> Artigo publicado na Revista Brasileira de Economia v. 65 n. 4 / p. 373–400 Out-Dez 2011

fragments. In addition, part of the expansion is located in areas of moderate to high risk of drought for sugar cane cultivation.

Palavras-chave: Tamanho e distribuição regional de atividade econômica;

Conservação dos recursos naturais e renováveis; Florestas; Água.

Códigos JEL: R12; Q2; Q23; Q25.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, seguido pela Índia, Tailândia e Austrália. Em média, nas últimas safras brasileiras, 52% da produção nacional destinaram-se à produção de etanol (anidro e hidratado) e 48% a de açúcar. A cultura espalha-se pelo Centro-Sul e pelo Norte-Nordeste, ocupando cerca de 7 milhões de hectares ou aproximadamente 2% de toda a terra arável do país. Os estados mais representativos das regiões brasileiras são: Paraná, na região Sul; São Paulo e Minas Gerais, na região Sudeste, Alagoas, no Nordeste. Goiás destaca-se na região Centro-Oeste ocupando a quarta posição no país, após São Paulo, Paraná e Minas Gerais (UNICA, 2010).

A introdução do cultivo da cana-de-açúcar em Goiás ocorreu juntamente com a expansão de fronteiras no Estado, no início do século XIX, com a montagem de pequenos engenhos de fabricação de rapadura e cachaça artesanais. Segundo o Ministério das Relações Exteriores (MRE, 2009), um dos engenhos mais antigos é o São Joaquim, em Pirenópolis, edificado em 1805 para a produção de açúcar e aguardente. A cultura da cana-de-açúcar disseminou-se juntamente com a produção pecuária, uma vez que os engenhos eram movidos a energia animal.

A maior expansão da cultura da cana no Brasil ocorreu no período de implantação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em 1975. A 1ª fase do Programa (1974-1979) foi marcada pela produção de álcool anidro, fabricado em destilarias anexas às usinas de açúcar. O álcool anidro foi utilizado para misturar-se a 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, que apresentou um aumento de 150% em área de cana-de-açúcar colhida, passando de 2.200 ha, em 1974, para 4.600 ha, em 1979, e em Goianésia, que apresentou um aumento de aproximadamente 100% na área colhida, passando de 2.900 ha, em 1974, para 5.900 ha, em 1979. (IPEA-DATA, 2010).

A 2ª fase (1979-1986) é iniciada com o 2º choque do petróleo que implicou em vultosos aumentos de seu preço. É caracterizada pela produção de álcool hidratado para atender ao consumo em ascensão dos veículos movidos exclusivamente a álcool. Nessa fase há uma grande ampliação das destilarias

anexas às usinas de açúcar e o surgimento de destilarias autônomas e, conseqüentemente, um grande crescimento do volume produzido de álcool, que passou de 3.396,4 mil m<sup>3</sup> em 1979, para 10.539,3 mil m<sup>3</sup>, em 1986. Esse período consolidou a produção sucroalcooleira no Centro-Sul do Estado (MIZIARA & FERREIRA, 2008).

O preço do petróleo começou a cair abruptamente, baixando de US\$ 27,00/barril, em 1985, para menos de US\$ 14,00/barril, a partir de 1986, 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 caíram para 11,55%, em 1990, contra 52,5% no ano anterior. (PNA, 2006)

Segundo Michellon; Santos; Rodrigues (2008), em meados dos anos 1990, o governo promoveu a desregulamentação do setor liberando os preços para a livre concorrência. O setor sucroalcooleiro procurou se organizar dando origem à formação de entidades como ÚNICA e SUCROÁLCOOL e buscar formas para dar novo fôlego ao programa e ao setor. Assim, esse período (1986-1995) pode ser evidenciado como a 3ª fase do Proálcool. Em Goiás ocorreu uma diminuição da área colhida da cultura de cana-de-açúcar, que passou de 110.430 ha, em 1986, para 104.498 ha em 1997.

Estimulados pela expectativa de aumento de demanda interna por etanol, devido à popularização dos carros bicombustível e da demanda externa, em função do Protocolo de Kyoto e da elevação dos preços internacionais do açúcar, agentes de decisão administrativa no setor sucroalcooleiro iniciaram, a partir de 2003, uma expansão com precedentes análogos às históricas marchas pioneiras de ocupação de fronteiras no Brasil. Esse processo de expansão evidenciou a 4ª fase de expansão ao setor sucroalcooleiro (2003 - atual) no Brasil e, particularmente, no estado de Goiás.

Segundo o MAPA (2010), Goiás apresentou a segunda maior quantidade (35 usinas) de usinas sucroalcooleiras cadastradas<sup>6</sup> nos últimos seis anos, ficando atrás apenas do estado de São Paulo. De 2004 a 2010, o Estado apresentou cadastro para 71 novas usinas, enquanto São Paulo apresentou 196 novos cadastros e, em terceiro lugar, Minas Gerais apresentou 37 novos cadastros.

A literatura relata uma série de impactos ambientais relacionados à cana-de-açúcar, tais como a queimada da cana e a geração de resíduos como a vinhaça e a torta de filtro. Entretanto, segundo a Embrapa-CNPQ (2011), a evolução tecnológica e institucional do setor sucroalcooleiro vem ocorrendo continuamente no sentido de mitigar ou eliminar tais impactos. Apesar disso, ainda persistem os temores de impactos relacionados ao desflorestamento, induzido pela expansão da produção de cana-de-açúcar, e ao uso consuntivo de água, sobretudo em regiões especializadas na cultura.

Segundo Abdala & Castro (2010), as regiões do bioma Cerrado constituem forte atrativo para novos empreendimentos sucroalcooleiros, sobretudo devido as suas características edafoclimáticas. O potencial agrícola dos solos de Cerrado no Centro-Oeste brasileiro é, em termos de classificação (umidade, fertilidade e textura) em sua grande maioria, o mesmo encontrado no oeste do Estado de São Paulo, região na qual se considera a existência dos melhores solos para plantio desta cultura. Goiás apresenta ainda climas de médio a alto potencial para a produção de cana-de-açúcar, com elevado potencial para irrigação da cultura.

Apesar de estudos, tais como os apresentados pelo Plano Nacional de Agroenergia (PNA, 2006) e pela Universidade de Campinas (UNICAMP, 2005) sugerirem a necessidade de desconcentração espacial da produção sucroalcooleira e de sua expansão em substituição às áreas de pastagens de baixa produtividade, esta expansão, conforme os princípios de maior lucratividade induzida por imperativos capitalistas, tende a ocupar inicialmente as áreas de maior potencial produtivo, sendo direcionada para solos de maior aptidão agrícola e sugerindo, assim, concentração espacial.

---

<sup>6</sup> O Ministério da Agricultura mobiliza as áreas de sua estrutura na organização do banco de dados, a partir destes cadastros, para identificação e localização dos estabelecimentos legalmente constituídos no País, assim, esses cadastros controlam a produção de setores estratégicos, como o da agroenergia. (MAPA, 2011)

De fato, Castro et all (2007), analisando a distribuição das usinas sucroalcooleiras instaladas e em instalação no estado de Goiás, concluíram que tal distribuição define, no Estado, uma espécie de zoneamento induzido pelo setor produtivo, relacionado aos principais eixos rodoviários que servem o Centro-Sul Goiano. Analisando os declives dos terrenos, os solos e seus potenciais para o plantio, excluídas as Unidades de Conservação e as Áreas Prioritárias para Conservação, concluíram, também, que mais da metade do território goiano (cerca de 60%) contém solos com elevada a moderada aptidão agrícola para a cultura da cana e que aproximadamente 60% das usinas instaladas estavam em áreas de uso agrícola.

Para atender a essa perspectiva de demanda sucroalcooleira em Goiás, estimou-se a necessidade de incorporação de cerca de 3 milhões de hectares de novas áreas. Entretanto, segundo Vieira et all (2008), esse não é o maior problema uma vez que a cana-de-açúcar ocupa menos de 10% da área agrícola atual no Estado e ainda, existe uma ampla disponibilidade de terras agricultáveis<sup>7</sup>. Os autores acreditam que a expansão de área com cana-de-açúcar poderá resultar em deslocamento de culturas dentro do estado de Goiás para áreas de menor aptidão agropecuária, concentrando espacialmente a produção de cana e acentuando os desflorestamentos decorrentes dessa dinâmica.

Diante disso, Abdala & Castro (2010), analisando a dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, no estado de Goiás, concluíram que a expansão da lavoura sucroalcooleira se concentrava na região sudoeste desta microrregião, com maior concentração das culturas temporárias, solos mais profundos (Latosolos) e planos, promovendo deslocamento das culturas temporárias, para o norte da microrregião, substituindo áreas de pastagens.

Ainda segundo Abdala & Castro (2010), a análise específica dessa dinâmica nos municípios do estado de Goiás, poderá aprofundar os resultados obtidos em seu estudo, agregando informações que permitam analisar impactos na sustentabilidade do desenvolvimento desses locais, uma vez que em Goiás, excetuadas as áreas de

---

<sup>7</sup> De acordo com os dados do IBGE (2009), a área agropecuária utilizada em Goiás, no ano de 2009, foi de 20.159.854 ha nesse ano, a cana de açúcar ocupou uma área de 515.608 ha, o que representa 2,6% da área agropecuária em 2009.

preservação permanente e reservas legais, ainda existem remanescentes de Cerrado com possibilidade de desmatamento.

Com relação ao uso consuntivo da água, Silva et al (2008) analisaram o balanço hídrico para a cultura da cana-de-açúcar no estado de Goiás e, segundo eles, com a expansão deste cultivo no Estado haverá necessidade de irrigação de salvamento<sup>8</sup> com lâminas de água entre 80 mm e 120 mm, em algumas de suas regiões. Se essas aplicações de água não forem bem planejadas, podem gerar conseqüências irreversíveis sobre a biodiversidade e conflitos pelo o uso dos recursos hídricos.

Silva et al (2008) concluíram que as áreas com maior demanda de água para irrigação da cana-de-açúcar no estado de Goiás (porção noroeste do estado) são as que possuem as menores disponibilidades hídricas nos rios, devendo, assim, receber atenção especial quanto à introdução dessa cultura. A região sudoeste do Estado, de forma geral, não apresenta restrições hídricas com relação ao cultivo de cana-de-açúcar e no restante do Estado, há condições hídricas para o cultivo desta cultura, contudo, a relação entre a oferta e a demanda hídrica para essa prática deve ser sempre avaliada com muita atenção.

A partir de 2004, Goiás vem sendo marcado por movimentos de expansão de fronteiras com elevada competição pelo uso do solo. Segundo dados do IBGE (2011), é possível identificar a presença de quatro principais complexos agroindustriais<sup>9</sup>: bovinos, soja e milho e cana-de-açúcar, responsáveis pelo uso e ocupação de aproximadamente 97% dos solos. Tais complexos estabelecem uma situação de competição por terras agricultáveis e por recursos naturais, sendo responsáveis por diferentes externalidades em seus processos.

Assim, este artigo tem o objetivo de analisar a especialização sucroalcooleira no estado de Goiás, como resultado da competição pelo uso do solo em nível municipal e os impactos decorrentes deste processo na substituição de culturas, no uso de remanescentes florestais e no uso consuntivo de água pela cultura da cana.

---

<sup>8</sup> Salvamento se refere à prática de irrigação da cultura da cana quando plantada ou colhida no início da estação seca, com a finalidade de garantir sua rebrota. (SILVA et al, 2008)

<sup>9</sup> Segundo Batalha (2001), o termo complexo agroindustrial refere-se ao conjunto de operações técnicas, relações comerciais e ações econômicas responsáveis pela geração de uma determinada matéria prima agroindustrial



A identificação da especialização local para a cultura de cana-de-açúcar e das culturas deslocadas pelo processo de especialização, fornece informações para outros estudos que pretendam analisar a sustentabilidade desses municípios, constituindo, portanto, um referencial para políticas públicas de desenvolvimento local e estadual. Além disso, a análise do uso consuntivo de água fornecerá subsídios para a gestão de recursos hídricos pelo setor público, no sentido de antecipar impactos decorrentes da disputa por esses recursos.

Especificamente pretende-se:

- Identificar os municípios especializados na produção de cana-de-açúcar no estado de Goiás.
- Analisar as fontes de expansão da área de produção da cana-de-açúcar nos municípios;
- Analisar os impactos decorrentes da especialização produtiva dos municípios no uso consuntivo de água e no desflorestamento de remanescentes florestais;
- Analisar a expansão da produção de cana-de-açúcar no estado de Goiás, no período de 2000 a 2009, identificando a vantagem econômica deste complexo em relação aos demais complexos substituídos;

## 2 METODOLOGIA

Para identificar os municípios especializados serão utilizados como referencial analítico o Quociente de Localização, Coeficiente de Especialização e o Índice de Theil.

Lopes (2001) analisa as principais medidas de localização e especialização utilizadas na literatura, segundo o autor é comum distinguirem-se as Medidas de Localização das Medidas de Especialização: as primeiras têm por objetivo comparar a expressão de uma determinada atividade econômica, em territórios distintos (seguem, portanto, uma perspectiva de abordagem setorial), as outras avaliar o grau de especialização de um território, em função de um conjunto de atividades.

### 2.1 Medidas de localização

Para o cálculo do Quociente de Localização, Coeficiente de Especialização e do Índice de Theil, serão utilizadas as seguintes variáveis

- QL -Quociente de localização
- CE -Coeficiente de especialização
- IT -Índice de Theil
- X<sub>rj</sub> -Área colhida da cultura j no município r;
- X<sub>r</sub> -Área colhida total das culturas consideradas, no município r;
- X<sub>pj</sub> -Área colhida da cultura j no estado de Goiás;
- X<sub>p</sub> - Área colhida total das culturas consideradas no estado de Goiás.

O Quociente de Localização (QL) é uma medida essencialmente voltada para avaliar o grau relativo de concentração de uma determinada atividade, apesar disso, a estrutura dos seus resultados permite fazer uma análise centrada numa região específica, para todos os setores de atividade em causa e, deste modo, tecer considerações sobre o grau de especialização/diversificação desse território, sendo obtido pela seguinte expressão:

$$QL = \frac{x_{rj} / x_r}{x_{pj} / x_p}$$

Na interpretação dos resultados, valores inferiores a 1 significam uma expressão da cultura  $j$  no município  $r$  inferior à expressão dessa cultura no estado de Goiás ; valores superiores a 1 significam uma expressão da cultura  $j$  superior à verificada no estado de Goiás, ou seja, a região em questão é mais especializada na cultura  $j$  do que o estado de Goiás.

Segundo Haddad (1989), no cálculo do Quociente de Localização é comparada a importância da atividade  $j$  na região  $r$ , com a importância que essa mesma atividade tem numa região padrão  $p$ . A região padrão é a região (ou agregado de regiões) de referência, que pode ser o espaço composto pelo conjunto de regiões em análise ou outra região distinta, para a qual se assume existir uma distribuição setorial “ótima” da variável em análise.

O Coeficiente de Especialização é uma medida relativa que, ao contrário do Quociente de Localização, detém uma forte capacidade de síntese, nomeadamente quando se procuram obter respostas a questões do tipo “qual o grau de especialização de uma determinada região?”

Segundo Haddad (1989), o Coeficiente de Especialização regional produtiva compara a participação percentual da composição das atividades no local com a participação percentual da composição das atividades no Estado e constitui um índice de especialização produtiva, assim, o Coeficiente de Especialização mede o grau de concentração que uma região detém em relação aos setores da atividade econômica que nela estão implantadas, sendo obtido pela seguinte expressão:

$$CE = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \left| \frac{X_{pj}}{X_p} - \frac{X_{rj}}{X_r} \right|$$

Assim, um município com  $CE=0$  significa que a composição de culturas agropecuárias deste é integralmente equivalente à estrutura apresentada pelo estado de Goiás; inversamente, quanto mais próximo de 1 for o  $CE$ , mais especializada é a estrutura agropecuária produtiva deste município relativamente à de Goiás.

Apesar da utilidade inegável do Quociente de Localização e do Coeficiente de Especialização, a análise dos resultados obtidos deve ser feita com precaução, uma vez que os resultados estão totalmente dependentes da distribuição setorial

apresentada pela região padrão. Numa abordagem regional, quando se tecem considerações sobre a especialização de uma região num determinado ramo, deve-se ter presente que o que está na base para essa consideração é apenas um elevado nível de expressão de um ramo face à importância que este assume na região padrão.

Além disso, quando se considera como região padrão o agregado das regiões em análise é necessário ter atenção à dimensão de cada região (medida por meio da variável retida para análise): se existe uma região com uma importância muito superior as outras, esta região terá mais força na determinação da estrutura setorial da região padrão, e conseqüentemente, tenderá a surgir “apagada” em termos de especialização.

Os resultados podem, por vezes, estar de tal forma dependente da região padrão escolhida que a expressão real dos setores com coeficientes elevados, no contexto da própria região, podem não ter qualquer significado.

O Índice de Theil é um índice sintético que permite medir o grau de especialização de uma região. Ao contrário dos outros indicadores apresentados, este índice é um indicador bruto, que compara a expressão de uma atividade em relação ao conjunto de atividades da própria região eliminando-se, deste modo, a discussão inerente à definição de uma região de referência. Assim, o grau de especialização obtido através do Índice de Theil depende apenas da estrutura setorial da região em análise, sendo obtido pela expressão:

$$IT = \sum_{j=1}^n \left| \frac{X_{rj}}{X_r} * \log \left( \frac{X_{rj}}{X_r} \right) \right|$$

O conjunto de medidas apresentadas permite avaliar a estrutura produtiva de uma região e medir o grau de especialização que essa estrutura comporta. No entanto, essas medidas atuam de formas distintas: enquadrando a estrutura regional num outro contexto territorial, medindo assim o grau de especialização regional relativamente a uma região de referência (Quociente de Localização e Coeficiente de Especialização) ou, simplesmente através da estrutura específica de uma região (Índice de Theil).

A utilização de uma, ou outra medida, não é consensual sendo certo que a escolha depende dos objetivos pretendidos. Assim, uma análise que integre mais que uma medida será mais rica e conclusiva. Se, por um lado, através do Quociente de Localização se obtêm resultados mais desagregados, que permitem efetuar análises mais exaustivas, ambos, o Coeficiente de Especialização e o Índice de Theil, permitem classificar de forma imediata a posição das regiões.

A utilização das medidas relativas pode ser vantajosa em análises em que é necessária a contextualização das especificidades regionais em outros territórios. A utilização do Índice de Theil apenas para uma região diminui a possibilidade de interpretação dos resultados, sendo por isso vantajoso analisar os resultados deste índice comparativamente a outras regiões que apresentem um quadro de referência comum relevante (proximidade geográfica, estratégias de desenvolvimento similares, etc.).

Além dessas limitações, tais indicadores permitem apenas a análise estática, para um ano agrícola, não refletindo a evolução da dinâmica dos setores agropecuários. Portanto, optou-se por adotar também, o modelo “shift-share”, ou modelo diferencial-estrutural.

Vários trabalhos foram realizados utilizando a metodologia “shift-share” principalmente na análise do desenvolvimento agrícola: Curtis, 1972; Patrick, 1975; Zockun, 1978; Igreja *et al*, 1983; Yokoyama & Igreja, 1992; Cardoso, 1995; Moreira, 1996; Alves, 2000; Shikida & Alves, 2001; Silva & Santos, 2001; Figueiras, 2002; Souza & Lima, 2002; Almeida, 2003; Igreja *et al*, 2006 e Scheer, 2008; Paranaíba & Pires, 2009. Tais trabalhos utilizam uma variação formal do método para identificação de fontes de crescimento, desempenho e indicadores de modernização agropecuária. A forma de decomposição de taxas diferenciais de crescimento é a mesma do método original, que utiliza as variáveis de geração de emprego para os setores em análise, porém as variações a serem medidas refletem a realidade da dinâmica agrícola. Estimam-se efeitos área, rendimento, localização e produtividade, dentre outros

O modelo “shift-share” consiste, basicamente, na descrição do crescimento econômico de uma região em termos de sua estrutura produtiva. Sua aplicação no setor agropecuário procura explicar o comportamento da produção agrícola

mediante a decomposição dos fatores responsáveis pela variação da produção. O crescimento das culturas é explicado por dois componentes: o estrutural, que está ligado à composição das atividades agropecuárias da região, e o diferencial, relacionado às vantagens locacionais comparativas em presença destas atividades.

Tal método tem como características não demandar muitas informações, ser aplicado para fins descritivos com informações cujo intervalo deve ser o maior possível e ser constituído por relações contábeis e definições, não apresentando hipóteses comportamentais para as variáveis. (HADDAD, 1989)

Considerando-se como setor dinâmico aquele que cresce a taxas maiores que a média, o método parte da constatação empírica de que há diferenciais setoriais e regionais nos ritmos de crescimento entre dois períodos de tempo. Tal diferença nos ritmos de crescimento pode ser atribuída a dois fatores: i) a predominância de setores mais (menos) dinâmicos na composição produtiva da região; e ii) uma maior (menor) participação na distribuição regional da variável básica, independentemente da ocorrência em setores mais (menos) dinâmicos.

Segundo Moreira (1996) o método utiliza três efeitos explicativos na variação da produção:

- a) efeito área - EA;
- b) efeito rendimento ou produtividade - ER;
- c) efeito localização geográfica - EL;

O efeito área constitui um indicador de mudanças na produção provenientes de alterações na estrutura agrícola, supondo que os demais efeitos permanecem constantes no decorrer do tempo. Dessa forma, um aumento na produção é atribuído à incorporação de novas áreas, indicando um uso extensivo do solo.

O efeito rendimento quantifica a variação na quantidade produzida decorrente da variação exclusivamente na produtividade, refletindo diferenciais tecnológicos dos fatores de produção.

Apesar de o progresso tecnológico ser considerado a partir da avaliação do ganho de produtividade total (SILVA, 1984), a inexistência de dados de uso dos fatores de produção impossibilita essa quantificação, assim, à produtividade da terra, tomada como produtividade da cultura, normalmente tem sido usada como “proxy” das mudanças tecnológicas.

O efeito localização geográfica quantifica as variações na quantidade produzida provenientes das vantagens comparativas, ou seja, da mudança na localização das culturas entre as microrregiões estudadas, mantendo-se os demais componentes constantes.

Zockun (1978) apresenta que a área cultivada por determinada cultura, dentro do sistema de produção, pode ser modificada por dois fatores: i) escala: variação da área total das culturas estudadas; ii) substituição: variação da participação de cada cultura dentro do sistema de produção. Esse último fator, quando positivo, indica que no período analisado a cultura considerada se expandiu, ganhando área de outras culturas e aumentando sua participação. Quando for negativo, indica substituição por outra cultura dentro do sistema.

## 2.2 Variáveis utilizadas

- $Q_{ct}$  -quantidade colhida da c-ésima cultura no estado de Goiás, no período t;
- $A_{cmt}$  -área total colhida da c-ésima cultura, no m-ésimo município, no período t;
- $A_{ct}$  -área total colhida da c-ésima cultura no estado de Goiás, no período t;
- $A_{mt}$  -área total colhida das culturas no m-ésimo município do estado de Goiás, no período t;
- $A_t$  -área total colhida das culturas no estado de Goiás, no período t;
- $R_{cmt}$  -rendimento da c-ésima cultura, no m-ésimo município do estado, no período t;
- $\gamma_{cmt}$  -proporção da área cultivada com a c-ésima cultura no m-ésimo município, na área cultivada da c-ésima cultura no estado ( $A_{cmt}/A_{ct}$ ), no período t;
- $\beta_{cmt}$  -proporção da área total cultivada com a c-ésima cultura no m-ésimo município, na área total do estado ( $A_{cmt}/A_{mt}$ ), no período t;
- $\lambda$  -é o coeficiente que mensura a modificação na área total cultivada das culturas entre o período inicial e final ( $A_f/A_i$ ).

O presente trabalho utilizará o modelo para verificar as alterações na produção em decorrência dos efeitos de composição (área e substituição), isto é, a

variação da área plantada para verificar a substituição de culturas, dentro da variação da área total utilizada. Assim, conforme Paranaíba e Pires (2009), a variação da área ocupada por determinada cultura no sistema de produção é expressa por:

$$(A_{cf} - A_{ci})$$

Considerando  $\lambda$  como o coeficiente que mede a modificação do tamanho do sistema, a variação da área ocupada do sistema pode ser decomposta no efeito escala e no efeito substituição:

$$(\lambda A_{ci} - A_{ci}) \text{ é o efeito escala (EE);} \quad (1)$$

$$(A_{cf} - \lambda A_{ci}) \text{ é o efeito substituição (ES).} \quad (2)$$

Ou seja,

$$(A_{cf} - A_{ci}) = (\lambda A_{ci} - A_{ci}) + (A_{cf} - \lambda A_{ci}) \quad (3)$$

Verifica-se dentro do sistema de produção o efeito escala, visto que o somatório do efeito substituição é nulo, ou seja:

$$\sum_{c=1}^n (A_{cf} - A_{ci}) = 0 \quad (4)$$

Esses efeitos também podem ser apresentados na forma de taxas anuais de crescimento, seguindo os mesmos procedimentos da transformação anteriormente demonstrada. Isso significa que, dividindo-se ambos os lados da equação (3) por  $(A_{cf} - A_{ci})$  tem-se:

$$1 = \frac{(\lambda A_{ci} - A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} + \frac{(A_{cf} - \lambda A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} \quad (5)$$

Multiplicando-se ambos os lados da identidade (5) pelo efeito área (EA) expresso em taxa de crescimento ao ano (%), definido anteriormente, tem-se:

$$EA_{(\%aa)} = \frac{(\lambda A_{ci} - A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA + \frac{(A_{cf} - \lambda A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA \quad (6)$$

Em que:

$$\frac{(\lambda A_{ci} - A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA\% \quad \text{é o efeito escala em porcentagem ao ano}$$



$\frac{(A_{cf} - \lambda A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA\%$  é o efeito substituição em porcentagem ao ano

O efeito rendimento será utilizado para analisar a vantagem tecnológica locacional de competitividade dos municípios analisados, para tanto, será utilizado na forma de taxa anual de variação do rendimento, dada pela seguinte expressão:

$$R\% = \left( \sqrt[f]{\frac{R_{cf}}{R_{ci}}} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

Onde f é a quantidade de anos do período em análise

Também será utilizado o componente diferencial do modelo “shift-share”, na forma de sua taxa de crescimento ao ano relacionado às vantagens locacionais comparativas, especificamente o efeito localização geográfica, conforme descrito na expressão (7)

$$Q_{cf} - Q_{ci} = \sum_{m=1}^k (\gamma_{cmf} A_{cf} R_{cmf}) - \sum_{m=1}^k (\gamma_{cmi} A_{cf} R_{cmf}) \quad (8)$$

$$r = \left( \sqrt[f]{\frac{Q_{cf}}{Q_{ci}}} \right) \cdot 100$$

Sendo f à quantidade de anos do período em análise e r a taxa anual média de variação da produção da c-ésima cultura, o efeito localização geográfica (EL), expresso em taxa de crescimento ao ano, em porcentagem é obtido com a seguinte expressão:

$$\frac{(Q_{cf} - Q_{cf}^{AR})}{(Q_{cf} - Q_{ci})} r \quad (9)$$

### 2.3 Cálculo do efeito composição da produção

O calculo do efeito composição da produção é efetuado pela variação do valor da produção para um dado conjunto de culturas, assim tem-se:

$$VVBP = (A_{cmf}R_{cmf}P_c) - (A_{cmi}R_{cmi}P_c) \quad (10)$$

## 2.4 Coleta e tratamento dos dados

Os dados de área e rendimento coletados foram da PAM-IBGE (2011), referentes ao período 2000 a 2009, para todos os municípios do estado de Goiás. Para eliminar o efeito de variações sazonais na produção, foi utilizada a média dos três primeiros anos, ou seja, entre 2000 e 2002, como período inicial e dos três últimos anos, 2007 a 2009, como período final.

Os dados referentes à área de pastagens foram obtidos por meio dos censos agropecuários<sup>10</sup> de 1975, 1985, 1995 e 2006, os quais foram submetidos à análise de regressão exponencial não-linear para determinação dos valores correspondentes ao período analisado, conforme Nogueira (2009)<sup>11</sup>. Tal análise foi executada para todos os municípios do estado de Goiás.

O valor bruto da produção pecuária foi estimado como valor relativo à unidade bovina, a partir dos resultados de Tavares et al (2009). O autor estabelece a rentabilidade econômica da bovinocultura de corte no estado de Goiás, por meio da configuração de propriedades pecuárias de tipo padrão para 10 regiões no Estado e, para cada propriedade, determina a receita bruta total a partir da quantidade de animais existentes em cada propriedade padrão.

Assim, o presente trabalho elaborou uma média ponderada das regiões analisadas por Tavares et al (2009), e estimou o valor de R\$ 659,80 como valor bruto da produção pecuária equivalente à unidade de cabeça bovina por município, uma vez que a quantidade anual de cabeças bovinas por município é disponibilizada pelo IBGE nas séries históricas.

<sup>10</sup> Para os demais anos a PAM - IBGE só fornece a quantidade de cabeças anual em cada município.

<sup>11</sup> O autor utiliza os dados censitários que fornecem a área de pastagem e a quantidade de cabeças bovinas para os anos 1975, 1985, 1995 e 2006, para obter a produtividade das pastagens em cada ano de realização do censo, a partir destes resultados estima a equação que fornece a produtividade das pastagens para os demais anos compreendidos entre os censos. Com esses resultados é possível estimar a área de pastagens a cada ano para qualquer município, através do quociente: produtividade / número de cabeças.

Para as demais culturas, foram utilizados os preços pagos ao produtor IBGE (2011). Foram tomados como base de cálculo, os preços médios para o estado de Goiás, a partir dos quais se elaborou a média de preços, deflacionados para o ano de 2009, entre os anos de 2005 a 2009.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para a análise dos impactos da competição pelo uso do solo a partir da expansão sucroalcooleira no estado de Goiás, os resultados serão apresentados em três etapas. Primeiramente, faz-se uma abordagem global na qual o estado de Goiás é analisado pelo modelo “shift-share”, por meio da decomposição da variação da área cultivada em efeitos escala e substituição, assim como das taxas de crescimento da produção. O efeito composição de culturas é analisado pela variação do valor bruto da produção de cada cultura e da somatória do conjunto de culturas. A seguir, esses resultados são discriminados em nível municipal, evidenciando os municípios com maior especialização na cultura de cana-de-açúcar e os efeitos dessa especialização na composição agropecuária do município e, conseqüentemente, nos remanescentes florestais.

Por fim a análise é agrupada em nível microrregional, destacando-se as microrregiões de maior concentração dos municípios especializados e sobrepondo este resultado ao Sistema de Informações Geográficas - SIG de classes de risco de deficiência hídrica para a cultura da cana-de-açúcar (SILVA et all, 2009), permitindo discutir os impactos da especialização no uso consuntivo de água.

#### **3.1 Expansão da cultura da cana-de-açúcar no estado de Goiás.**

O estado de Goiás, em 2009 apresentou em sua composição de uso do solo, o predomínio de pastagens e culturas temporárias. Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que, com 0,18% de participação na área agropecuária, as culturas permanentes são pouco significativas, motivo pelo qual se optou por excluir as mesmas da análise deste trabalho. Na distribuição das culturas temporárias dentro do Estado, as culturas de soja, milho e cana-de-açúcar ocupam juntas aproximadamente 90% do uso do solo para esta categoria dessa forma constituindo, junto com as pastagens, 98,9% das fontes de substituição entre cultivos no período analisado.

Tabela 1 - Distribuição relativa do uso do solo para agropecuária no estado de Goiás em 2009

	Culturas temporárias (Ct)				Pastagem	Culturas permanentes	Total
	Soja	Milho	Cana	Outras			
Área (ha)	2.364.803	946.528	524.591	682.100	15.754.273	37.450	20.309.745
% Ct	56	22	12	10			
% Ct	90			10			
% total	12,46	4,89	2,67	2,22	77,57	0,18	100

Fonte: PAM IBGE (2009) – elaboração autor

Entre o período 2000 e 2009, observa-se, conforme apresentado na Tabela 2, uma diminuição da área cultivada no Estado pelo conjunto das culturas analisadas. Essa retração pode ser explicada pelo efeito da variação das categorias que não foram compreendidas na análise, tais como matas e florestas, parques, lagos, áreas urbanas e culturas permanentes. Tais categorias foram excluídas por não serem significativas, no caso de culturas permanentes, ou por não haver dados disponíveis que permitam quantificá-las com precisão similar às demais.

As culturas que apresentaram maior expansão de área cultivada no Estado, entre 2003 e 2009, foram: soja com 591.974 ha, cana-de-açúcar com 376.822 ha e milho com 70.897 ha, juntas estas culturas substituíram 85,47% da área cedida pelas culturas em retração, sendo a cana-de-açúcar responsável por 30% da substituição total. A cultura do sorgo teve a terceira maior expansão, entretanto, por se tratar de uma cultura tipicamente de segunda safra, não disputa área com as demais culturas, pois, normalmente, esta é plantada em sucessão as culturas de milho e soja.

Analogamente, as culturas que apresentaram maior retração foram: pastagens, com 1.513.053 ha, algodão 31.589 ha, arroz 18.579 ha e feijão 4.001 ha, cedendo um total de 1.267.495 ha.

A cultura de girassol também apresentou expressiva expansão de área, entretanto, os dados do IBGE indicam que essa cultura entrou no Estado a partir de 2005, substituindo outras culturas, sem participar do efeito escala observado no período 2000-2009.

Tabela 2 - Decomposição da variação da área (ha) ocupada em efeitos escala (EE) e substituição (ES) no estado de Goiás, entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EE	ES
Soja	591.974	-28.555	620.529
Cana-de-açúcar	376.822	-2.371	379.194
Sorgo	143.295	-2.454	145.750
Milho	70.897	-14.513	85.411
Girassol	14.859	0	14.859
Mandioca	9.127	-299	9.426
Trigo	5.784	-249	6.033
Tomate	2.708	-193	2.900
Batata-inglesa	1.997	-46	2.043
Amendoim	1.259	-6	1.264
Cebola	857	-6	863
Mamona	698	-5	703
Melancia	442	-113	555
Alho	45	-33	78
<b>Sub total</b>	<b>1.220.764</b>	<b>-48.843</b>	<b>1.269.608</b>
Batata-doce	-109	-4	-104
Abacaxi	-357	-41	-317
Ervilha	-557	-19	-538
Cevada	-1.173	-20	-1.153
Feijão	-4.001	-2.281	-1.720
Arroz	-18.579	-2.141	-16.437
Algodão	-31.589	-1.752	-29.837
Pastagem	-1.513.053	-293.552	-1.219.501
<b>Sub total</b>	<b>-1.569.418</b>	<b>-299.810</b>	<b>1.269.608</b>
<b>TOTAL</b>	<b>-348.652</b>	<b>-348.652</b>	<b>0</b>

Fonte: resultados da pesquisa

A análise da taxa de expansão da produção das culturas (Tabela 3) revela que aquelas que apresentaram maior taxa foram respectivamente: girassol, com 190,8%, amendoim, com 23,3% e cana-de-açúcar, com 16,4%. Salientando o fato de que a cultura do girassol entra no Estado a partir de 2005 e a cultura do amendoim apresenta pouca expressão, 0,008% de 20.309.745 ha cultivados (IBGE-PAM, 2009), conclui-se que a cana-de-açúcar apresentou a maior taxa significativa

de expansão da produção, sendo que esta taxa é explicada sobretudo pelo efeito substituição, com 15,2% dos 16,4% de crescimento anual apresentado.

Tabela 3 - Taxa média anual de crescimento da: quantidade produzida, efeitos área (efeitos escala e substituição) e rendimento e variação do valor bruto da produção (VVBP) das culturas selecionadas no estado de Goiás entre 2000 e 2009.

Culturas	EQP%	EA%aa	EE%aa	ES%aa	ER%aa	VVBP
Soja	4,1	3,3	-0,2	3,5	0,8	-19.648.332
Cana-de-açuc	16,4	15,2	-0,1	15,2	1,3	962.216.188
Sorgo	11,3	6,9	-0,1	7,0	4,4	48.247.594
Milho	2,8	0,8	-0,2	1,0	2,0	-365.793.599
Girassol	190,8	0	0	190,8	0,0	11.949.840
Mandioca	6,1	4,5	-0,1	4,6	1,6	10.318.401
Trigo	16,0	2,3	-0,1	2,4	13,7	1.251.428
Tomate	4,1	2,3	-0,2	2,4	1,8	-24.403.032
Batata	9,2	5,6	-0,1	5,7	3,6	23.273.888
Amendoim	23,3	16,3	-0,1	16,4	6,9	2.369.183
Cebola	14,9	15,7	-0,1	15,8	-0,8	25.500.170
Mamona	15,3	13,6	-0,1	13,7	1,7	466.894
Melancia	8,0	0,5	-0,1	0,7	7,4	-17.185.600
Alho	4,7	0,2	-0,2	0,4	4,5	-17.253.511
Batata-doce	-6,2	-6,0	-0,2	-5,8	-0,1	-649.954
Abacaxi	-1,4	-1,8	-0,2	-1,6	0,3	-21.047.574
Ervilha	-6,3	-7,0	-0,2	-6,8	0,7	-2.474.273
Cevada	-100,0	-100,0	-1,7	-98,3	0,0	-2.569.926
Feijão	1,8	-0,3	-0,2	-0,1	2,1	-176.879.020
Arroz	0,7	-1,6	-0,2	-1,4	2,3	-80.695.447
Algodão	-0,7	-3,5	-0,2	-3,3	2,8	-364.898.164
Subtotal culturas temporárias						-7.904.845
Bovinos	0,8	-0,9	-0,2	-0,8	1,7	906.995.592
TOTAL						899.090.746

Fonte: resultados da pesquisa

Apesar da redução da área de pastagens apresentada na Tabela 2, verifica-se, conforme apresentado na Tabela 3, um aumento de 0,8% ao ano na quantidade de rebanho bovino no Estado, explicado pelo aumento de 1,7% ao ano no rendimento das pastagens em detrimento à redução de 0,9% ao ano em área das mesmas.

Com relação à variação do valor bruto da produção, a Tabela 3 mostra que, apesar do fato da cana ter contribuído com um incremento de R\$ 962.216.188, a

composição da produção de culturas temporárias, no final do período, gerou uma perda de R\$ 7.904.845 para o Estado, explicada principalmente pela diminuição da participação relativa do algodão e do milho nesta composição. Entretanto, o valor adicionado pelo aumento do rebanho, R\$ 906.995.592, foi suficiente para obtenção de um saldo positivo de R\$ 899.090.746 na composição total da produção agropecuária no Estado.

### **3.2 Análise da especialização em cana-de-açúcar dos municípios do estado de Goiás.**

Para identificar os municípios com especialização produtiva em cana-de-açúcar, primeiramente foi utilizado o Quociente de Localização. Segundo este indicador, 58 municípios apresentaram coeficiente maior que 1, indicando que a concentração desta cultura é superior à média do Estado. A seguir, esses municípios foram dispostos em um ranking decrescente para o Quociente de Localização e para o Coeficiente de Especialização e, em ordem crescente para o Índice de Theil. Essa organização relaciona em, ordem decrescente, os municípios com maior indicação de especialização e, conforme Lopes (2001), a análise conjunta dos indicadores permite resultados mais conclusivos.

Uma vez realizada tal ordenação, executou-se a análise de correlação entre os indicadores e entre grupos de municípios segundo a seguinte composição: Total de municípios (n=58), 50% do total (n=29), 1/3 do total (n=19), 15 mais especializados e 10 mais especializados, a fim de identificar a maior correlação entre todos os indicadores e, assim selecionar o grupo que mais represente os municípios especializados.

Executou-se também uma análise de correlação de Pearson entre o Índice de Theil e as frações:  $(C_n/C_t)$  = total de área colhida com cana/total de área colhida com culturas temporárias e  $(C_n/tot)$  = total de área colhida com cana/ (total de área de pastagens+total área colhida culturas temporárias), já que, conforme dito anteriormente (LOPES, 2001), o Índice de Theil permite identificar a estrutura de especialização produtiva local sem compará-la a uma região padrão, permitindo assim, analisar a influência das pastagens, categoria com maior representatividade no total de área agropecuária, no nível de especialização de cada município.



A Tabela 4 apresenta os resultados das correlações. Segundo estes resultados, a ordenação que apresentou maior correlação entre os indicadores foi a que organiza os municípios em ordem crescente para o Índice de Theil. Quando dispostos nesta ordem, observou-se correlação significativa, a 99% de confiabilidade, entre QL e CE para metade dos municípios e significativa, a 95% de confiabilidade, entre todos os indicadores para 1/3 dos municípios.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre os indicadores de localização e especialização utilizados.

Correl Grupo	QL ↓		CE ↓		IT ↑	
	QL	CE	QL	CE	QL	CE
Total <sup>1</sup>	0,44	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24
50%	0,55**	0,15	0,55**	0,15	0,55**	0,15
1/3.	0,69**	0,11	0,32	-0,39	0,97**	0,49*
15+	0,75**	0,15	0,25	-0,46*	0,97**	0,52**
10+	0,62**	-0,04	0,16	-0,51**	0,94**	0,43*

Fonte: resultados da pesquisa

<sup>1</sup> 58 municípios

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Para aumentar a abrangência da análise, optou-se por selecionar a metade dos municípios, ordenados pelo Índice de Theil, os quais são apresentados na Tabela 5. Os mesmos foram organizados em ordem decrescente para o Quociente de Localização, por ser esta a disposição de maior correlação entre este quociente e o Coeficiente de Especialização.

Tabela 5 – Municípios com maior especialização local para cana-de-açúcar, indicadores de localização e especialização e relação entre as categorias de uso do solo.

Municípios	QL	CE	IT	Ct/tot	Cn/Ct	Cn/tot
Gouvelândia	18,91	0,46	0,41	0,55	0,88	0,48
Porteirão	18,61	0,62	0,58	0,82	0,58	0,48
Maurilândia	14,35	0,38	0,49	0,55	0,67	0,37
Nova Glória	13,68	0,33	0,34	0,38	0,93	0,35
São Luíz do Norte	11,69	0,29	0,4	0,36	0,84	0,30
Santa Helena de Goiás	11,33	0,58	0,64	0,77	0,38	0,29
Rialma	10,29	0,25	0,33	0,30	0,87	0,26
Americano do Brasil	9,70	0,33	0,54	0,45	0,55	0,25
Carmo do Rio Verde	9,66	0,24	0,39	0,32	0,77	0,25
Turvelândia	8,75	0,36	0,60	0,57	0,39	0,22
Ipiranga de Goiás	8,47	0,22	0,36	0,28	0,77	0,22
Anicuns	7,92	0,23	0,42	0,32	0,63	0,20
Cachoeira Dourada	7,18	0,31	0,60	0,52	0,35	0,18
São Simão	7,01	0,16	0,28	0,21	0,84	0,18
Inhumas	6,75	0,19	0,38	0,26	0,67	0,17
Jandaia	6,75	0,15	0,38	0,28	0,63	0,17
Quirinópolis	6,68	0,15	0,40	0,30	0,57	0,17
Bom Jesus de Goiás	6,67	0,45	0,61	0,65	0,26	0,17
Edéia	6,21	0,60	0,54	0,80	0,20	0,16
Castelândia	6,12	0,33	0,61	0,54	0,29	0,16
Vicentinópolis	5,86	0,47	0,56	0,67	0,23	0,15
Rubiataba	5,69	0,17	0,24	0,66	0,85	0,15
Goianésia	5,56	0,13	0,32	0,21	0,67	0,14
São Patrício	5,47	0,16	0,27	0,18	0,76	0,14
Itumbiara	5,44	0,25	0,55	0,46	0,31	0,14
Paranaiguara	4,99	0,18	0,20	0,14	0,92	0,13
Goiatuba	4,92	0,32	0,59	0,53	0,24	0,13
Vila Propício	4,87	0,10	0,35	0,23	0,54	0,12
Nazário	4,80	0,17	0,41	0,28	0,44	0,12

Fonte: resultados da pesquisa

A Tabela 5 apresenta ainda, para cada município, as seguintes relações entre as categorias de uso do solo: área colhida de culturas temporárias (Ct) no total de área agropecuária (Tot), composto por Ct + área de pastagens; área colhida de

cana-de-açúcar (Cn) no total da área colhida de culturas temporárias (Ct) e área colhida de cana-de-açúcar (Cn) no total de área agropecuária (Tot). Estes resultados foram submetidos à análise de correlação, a qual é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os indicadores de localização e especialização e as categorias de uso do solo.

	QL	CE	IT
Ct/Tot	0,357	0,881**	0,737**
Cn/Ct	0,357	-0,435*	-0,833**
Cn/Tot	1,000**	0,554**	0,155

Fonte: resultados da pesquisa

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Os resultados apresentados na Tabela 6 indicam, segundo o CE, que a participação das culturas temporárias no total das atividades agropecuárias é mais significativa que a participação da cana no total, sugerindo que, em relação à média do estado de Goiás, as culturas temporárias exercem maior influência na especialização do que a cana isoladamente e, isto se deve ao fato da elevada participação da área de pastagens no estado, 77,6% (Tabela 1), e da maior participação da soja e do milho em relação à cana na composição das culturas temporárias. Este resultado confirma a influência da região padrão no Coeficiente de Especialização.

De fato, quando essas relações são analisadas pelo Índice de Theil, o qual elimina a comparação com a região padrão, verifica-se que a maior participação das culturas temporárias na composição agropecuária do município está correlacionada à maior diversificação do mesmo, novamente tendo em vista a elevada participação da agropecuária na maioria dos municípios apresentados na Tabela 4, ou seja, dos 29 municípios, 17 apresentam participação das culturas temporárias inferior a 50% do total.

Finalmente, a elevada correlação do Índice de Theil para a participação da cana-de-açúcar na composição das culturas temporárias, sugere que quanto maior a participação da cana nas culturas temporárias, mais especializado é o município. Esta análise, quando comparada a não significância da correlação da participação da cana no total agropecuário, permite inferir que os municípios mais especializados

em cana são, também mais especializados em culturas temporárias, confirmando a hipótese de Castro et all (2007), de que a expansão sucroalcooleira em Goiás estaria se direcionando para áreas de culturas temporárias em detrimento às áreas de pastagens.

Conforme exposto anteriormente, os indicadores apresentados até o momento permitem apenas uma análise estática, para um ano agrícola, não refletindo a evolução da dinâmica dos setores agropecuários. Diante disso, a seguir são apresentados os resultados do modelo “shift-share” para a dinâmica de competição pelo uso do solo entre os complexos.

### **3.3 Análise da dinâmica de competição pelo uso do solo entre os complexos da cana-de-açúcar, bovinocultura, soja e milho**

Uma vez que a dinâmica de competição pelo uso do solo será analisada segundo a maior concentração da atividade de produção de cana-de-açúcar em relação à totalidade da produção agropecuária em cada município, adotou-se como indicador de referência, para as correlações, o Quociente de Localização.

A Tabela 7 apresenta os resultados do modelo *Shift-Share* com os indicadores analisados para cada município. A fim de tornar mais clara a exposição, a seguinte legenda define as variáveis utilizadas.

QL – quociente de localização

EA – Efeito área = área final- área inicial

EL% - efeito localização geográfica – evolução percentual ao ano

EA% - efeito área – evolução percentual ao ano

ER% - efeito rendimento – evolução percentual ao ano

Cn – cana-de-açúcar

P - pastagens

S - soja

M – milho

Oc – outras culturas temporárias

Saldo – somatória da variação da área total agropecuária no município.

Tabela 7 - Quocientes de localização e indicadores analisados pelo modelo shift-share, para os municípios especializados em cana-de-açúcar no estado de Goiás.

Ind. município	QL	EA Cn	EL% Cn	EA%	ER%	EA p	EA s	EA m	EA oc	Saldo
Gouvelândia	18,91	22.999	1152,44 <sup>12</sup>	205,23	0,75	-33.532	9.000	-2.267	-1.641	-23.441
Porteirão	18,61	23.854	36,87	40,84	1,26	-6.131	5.389	667	-5.420	7.581
Maurilândia	14,35	410	-29,68	0,48	0,22	5.146	1.667	1.067	-427	4.529
Nova Glória	13,68	7.350	2,62	17,27	-0,48	-37.394	-60	-183	-770	-31.057
São Luiz do Norte	11,69	8.850	173,61	96,83	-0,35	-19.401	107	-714	-536	-11.694
Santa Helena de Goiás	11,33	20.238	-10,59	9,61	-0,04	3.014	-333	-990	-4.036	17.893
Rialma	10,29	4.623	45,4	44,32	4,89	-7.178	150	-567	-367	-3.339
Americano do Brasil	9,7	-7	-30,14	-0,04	-0,25	-767	250	-17	-337	-878
Carmo do Rio Verde	9,66	5.733	8,1	20,91	-0,48	-10.541	0	-2.887	-584	-8.279
Turvelândia	8,75	-767	-32,08	-0,67	0,09	-10.092	2.167	767	-3.097	-15.356
Ipiranga de Goiás	8,47	1.870	-10,82	9,73	0,35	-11.748	0	-983	-118	-10.979
Anicuns	7,92	2.758	-21,06	4,22	-0,35	-23.304	367	425	-396	-20.150
Cachoeira Dourada	7,18	5.999	1716,34 <sup>13</sup>	162,9	0	-10.584	1.333	2.433	-1.154	-4.639
São Simão	7,01	3.999	1462 <sup>14</sup>	151,32	-0,51	-11.032	-563	33	-197	-7.760
Inhumas	6,75	1.675	-22,58	4	0,69	-9.233	150	-1.155	-1.577	-10.140
Jandaia	6,75	1.201	-25,67	1,3	-1,42	-5.401	-200	1.167	-416	-3.649
Quirinópolis	6,68	38.399	1290,04 <sup>15</sup>	223,1	-0,31	-20.229	9.900	-4.900	-1.575	1.795
Bom Jesus de Goiás	6,67	20.700	31,54	36,92	0,9	18.242	4.667	765	-1.645	33.395
Edéia	6,21	13.087	12140 <sup>16</sup>	186,7	1,51	-13.592	6.933	-215	-3.465	2.748
Castelândia	6,12	740	-26,52	3,62	3,43	2.123	1.000	1.133	-558	2.438
Vicentinópolis	5,86	9.999	2063,04 <sup>17</sup>	178,2	0,14	-8.753	2.493	-5.808	-880	-7.935
Rubiataba	5,69	-2.400	-53,26	-9,67	0	-16.556	150	-567	-1.508	-20.881
Goianésia	5,56	-820	-33,02	-0,66	0,67	-33.423	653	793	-296	-33.093
São Patrício	5,47	700	-19,81	4,9	-0,24	-5.130	0	-1.400	-320	-6.150
Itumbiara	5,44	17.106	3,73	17,57	2,69	4.527	67	368	-3.829	18.239
Paranaiguara	4,99	9.199	9032,73 <sup>18</sup>	175,6	-1,07	-24.661	-883	-1.233	-32	-17.610
Goiatuba	4,92	14.756	0,65	16,03	0,48	-2.388	4.000	2.840	-1.023	18.185
Vila Propício	4,87	13.500	5,56	19,19	-0,85	-140.587	4.083	567	649	-121.788
Nazário	4,8	1.248	-2,24	14,4	-0,82	-18.575	217	867	-153	-16.396

<sup>12</sup> a partir de 2005<sup>13</sup> a partir de 2007<sup>14</sup> a partir de 2006<sup>15</sup> a partir de 2005<sup>16</sup> a partir de 2008<sup>17</sup> a partir de 2006<sup>18</sup> a partir de 2008

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise dos coeficientes de correlação de Pearson. O Quociente de Localização foi significativamente correlacionado ao efeito área para a cultura da soja, o sinal negativo indica que uma maior concentração da localização da cultura da cana corresponde a uma diminuição da cultura da soja, sendo, portanto, esta cultura a que mais cedeu área para a cana.

O efeito área para a cultura da cana está também negativamente correlacionado ao efeito área para outras culturas, indicando que a expansão da cana, além de ocupar áreas de soja, ocupa áreas de outras culturas temporárias, conforme comprovado também na análise de correlação da taxa de expansão anual da cana com o efeito área do milho.

A correlação entre a taxa anual de expansão da cana (EA Cn %) e o efeito localização geográfica, para esta cultura, indica que a maior expansão da mesma ocorre em municípios com maior efeito localização geográfica, permitindo assim, identificar tais municípios e investigar os fatores locais que promovem vantagem comparativa aos mesmos.

Tabela 8 – Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas no modelo shift-share

	QL	EA Cn	EL Cn %	EA Cn %	ER Cn%	EA P	EA S	EA M	EA Oc	Saldo
QL	1	0,257	-0,189	0,065	0,1	0,086	-,465*	-0,065	-0,35	0,101
EA Cn	0,257	1	0,151	,528**	0,067	-0,068	-,512**	-0,34	-,487**	0,182
EL Cn %	-0,189	0,151	1	,618**	-0,019	-0,029	0,26	-0,144	-0,136	0,041
EA Cn %	0,065	,528**	,618**	1	-0,069	-0,063	-,369*	-,485**	-0,062	0,045
ER Cn %	0,1	0,067	-0,019	-0,069	1	0,293	0,008	0,107	-0,289	0,319
EA P	0,086	-0,068	-0,029	-0,063	0,293	1	-0,213	0,026	-0,339	,959**
EA S	-,465*	-,512**	0,26	-,369*	0,008	-0,213	1	,428*	0,196	-0,24
EA M	-0,065	-0,34	-0,144	-,485**	0,107	0,026	,428*	1	-0,019	0,025
EA Oc	-0,35	-,487**	-0,136	-0,062	-0,289	-0,339	0,196	-0,019	1	-,450*
Saldo	0,101	0,182	0,041	0,045	0,319	,959**	-0,24	0,025	-,450*	1

Fonte: resultados da pesquisa

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Observa-se ainda na Tabela 8 elevada correlação positiva entre o efeito área de pastagens e o saldo final das áreas agropecuárias, entretanto, um saldo final

positivo indica que para o aumento total da área agropecuária necessita-se de um estoque de terras, o qual não foi apresentado nesta análise. Este estoque corresponde à: (i) áreas urbanas, (ii) mananciais hídricos, (iii) terras inaproveitáveis, (iv) culturas permanentes e, (v) remanescentes florestais, dos quais, apenas os remanescentes florestais e as culturas permanentes constituem áreas com potencial de utilização. Uma vez que a área de culturas permanentes no estado de Goiás é insignificante, 0,18% (Tabela 1), a correlação entre o efeito área de pastagens e o saldo final positivo indica que as pastagens são as maiores responsáveis pelo desflorestamento nos municípios analisados. De fato, inversamente, o efeito área das outras culturas temporárias, negativamente correlacionado ao saldo, reforça esta hipótese.

Para analisar o efeito da especialização no uso consuntivo da água, utilizou-se como referência os resultados do trabalho de Silva et al. (2009), que fornece o mapa com as classes de risco de disponibilidade hídrica para atender a demanda da cultura da cana-de-açúcar.

A partir deste mapa o presente trabalho alocou os municípios com maior Quociente de Localização para a cultura da cana, distribuídos segundo sua localização nas microrregiões do estado de Goiás. Os resultados são apresentados na Figura 1.

O resultado indica que a maioria dos municípios (45) com maiores Quocientes de Localização para a cultura da cana está distribuída em microrregiões com moderado a elevado risco de deficiência hídrica, revelando que os gestores empresariais do setor sucroalcooleiro não têm levado em consideração a disponibilidade hídrica para a instalação de seus empreendimentos e sugerindo conflitos pelo uso da água nestas regiões.

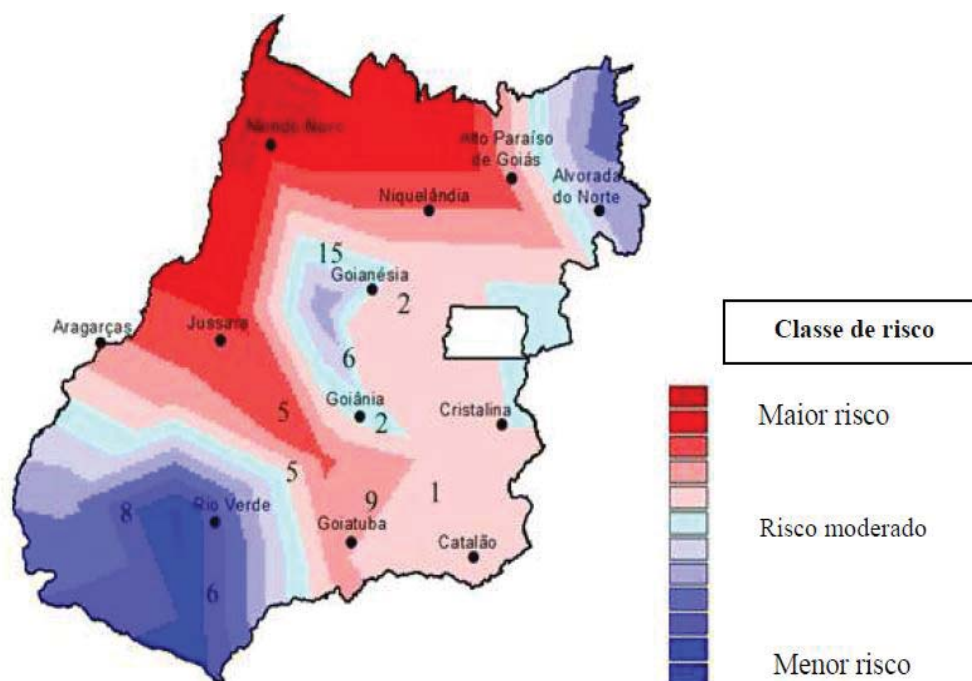


Figura 3 – Classes de risco de deficiência hídrica para atender a demanda de irrigação da cultura de cana-de-açúcar no estado de Goiás e distribuição quantitativa dos municípios com maior quociente de localização.  
Fonte: Silva et all, 2009 – (adaptado pelo autor)

### 3.4 Análise da expansão sucroalcooleira nas microrregiões do estado de Goiás.

A expansão sucroalcooleira nas microrregiões do estado de Goiás foi analisada segundo os efeitos área, decomposto em efeitos escala e substituição, e efeito localização geográfica, o qual quantifica o ganho ou perda de produção na região em relação à variação média observada para o Estado. Foi analisada ainda a variação do valor bruto da produção para as principais culturas e para o rebanho bovino (pastagens) a fim de identificar as vantagens econômicas de competitividade da cana-de-açúcar.

Segundo os resultados obtidos, as microrregiões com maior expansão da cultura da cana-de-açúcar foram a Meia Ponte e Quirinópolis com 102.473 ha e 81.845 ha de aumento de área plantada, respectivamente. Ambas apresentaram resultados positivos para o efeito localização geográfica, indicando que a expansão de área foi acima da média observada no estado de Goiás. Segundo a literatura (Mizziara, 2009; Castro et all, 2007 e Moreira 1996) esse efeito indica vantagens



comparativas, provavelmente advindas de estímulos logísticos apresentados por essas regiões.

A microrregião Meia Ponte (Tabela 9) apresentou ainda, acentuada expansão da área de soja 40.512 ha, com forte retração da área de pastagens – 65.339 ha, porém não forte o suficiente para suprir a expansão das demais culturas, sugerindo o desmatamento de 85,9 mil ha apresentado no total da variação da área no período.

A cana-de-açúcar e o rebanho bovino foram responsáveis pelo saldo positivo de R\$ 92.532.068 na composição final da produção da microrregião.

Tabela 9 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Meia Ponte entre 2000 e 2009.

Culturas	EA	EL	VVBP
Algodão	-16.928	-15.841.115	-57.598.972
Arroz	3.837	10.623.114	475.507
Cana-de-açúcar	102.473	3.884.631.142	289.205.163
Feijão	-548	-1.915.412	-7.327.961
Milho	-1.763	-66.035.207	-50.744.487
Soja	40.512	-153.572.590	-84.533.019
Pastagem	-65.339	14.838	15.976.690
Total	85.910		92.532.068

Fonte: resultados da pesquisa

Os municípios que mais se destacaram foram Bom Jesus, Itumbiara e Goiatuba, com, respectivamente, 20.700 ha, 17.106 ha e 14.756 ha de expansão de área de cana-de-açúcar. Bom Jesus obteve a maior taxa de variação anual do efeito localização geográfica, 32% de um total de 38% variação anual da produção. Itumbiara destacou-se pela expressividade do efeito rendimento, com uma taxa anual de aumento de 5,35%, comparada a menos de 1% para os outros dois municípios, indica maior aptidão dos solos e/ou maior aporte tecnológico na produtividade da terra neste município.

A microrregião Quirinópolis (Tabela 10) apresentou efeito escala zero para a cana-de-açúcar, indicando ser a expansão da cultura recente na região, ou seja, iniciando após 2004. A entrada desta cultura na região foi responsável pelo saldo final positivo na composição de culturas no final do período, vez que a variação do

valor bruto da produção foi negativa para todos os outros produtos, assim, com R\$ 267 milhões de saldo, a cultura recuperou a perda de participação de R\$174 milhões dos demais produtos, gerando um superávit de R\$93 milhões.

Nesta microrregião verifica-se ainda que a cana entrou em substituição as demais culturas apresentadas na tabela 10. Os resultados sugerem ainda desmatamento da ordem de 14 mil hectares na microrregião. Os municípios de Quirinópolis e Gouvelândia destacaram-se com o aumento da quantidade produzida advindas exclusivamente de vantagens locais uma vez que a cultura inicia a participação nestes municípios a partir de 2006.

Tabela 10 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Quirinópolis entre 2000 e 2009.

Culturas	EA	EL	VVBP
Algodão	-1.585	-2.656.173	-9.441.532
Arroz	-2.317	-3.076.240	-6.098.525
Cana-de-açúcar	81.845	5.848.476.276	267.294.681
Feijão	-586	-1.247.535	-2.796.371
Milho	-10.247	-72.772.494	-42.843.090
Soja	-17.990	-91.385.717	-69.216.497
Pastagem	-35.627	2.198	-42.073.848
Total	14.157	_____	93.192.926

Fonte: resultados da pesquisa

As demais microrregiões que se destacaram pela expansão sucroalcooleira foram respectivamente: MR Sudoeste de Goiás, MR Ceres, MR Rio dos Bois, MR Entorno de Brasília, MR Anápolis e MR Anicuns.

A microrregião Sudoeste de Goiás (Tabela 11) apresentou elevada expansão de área total, com 557 mil ha, indicando acentuado desmatamento no período. Essa expansão se deu, sobretudo, devido às culturas de pastagens, soja, milho, cana-de-açúcar e algodão. Arroz e feijão perdem área embora contribuindo apenas com 14 mil hectares para as culturas em expansão. Apesar da cana-de-açúcar e do algodão terem contribuído positivamente na composição final do valor da produção, a microrregião foi prejudicada pela perda relativa de participação das demais culturas

gerando um déficit de R\$ 29 milhões no final do período. O município de Santa Helena se destaca com aumento de 20 mil hectares de área colhida com cana, com uma taxa de 9% de crescimento da produção explicada principalmente pelo efeito substituição de culturas que perderam área para a cana.

Tabela 11 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Sudoeste de Goiás entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EL	VVBP
Algodão	19.256	115.814.768	76.603.158
Arroz	-9.385	-11.215.530	-28.355.026
Cana-de-açúcar	54.977	-579.3097.730	136.397.122
Feijão	-6.049	-18.202.564	-39.158.466
Milho	65.341	109.430.567	-44.583.406
Soja	146.892	-478.784.093	-84.577.441
Pastagem	209.053	344.652	-52.070.715
Total	557.580	_____	-29.722.428

Fonte: resultados da pesquisa

Na microrregião Ceres (Tabela 12), a pastagem sofreu acentuada redução de área (-348.863 ha), alimentando a redução da área total agropecuária (-310.634 ha). Uma vez que uma redução do total de área agropecuária corresponde a um aumento do estoque de terras disponíveis, este resultado sugere aumento de área para os demais usos (urbano, mineração, mananciais hídricos, florestal, culturas permanentes e inaproveitáveis).

A expansão da cana-de-açúcar na microrregião Ceres foi de 52.275 ha e foi a melhor distribuída dentre todas, irradiando-se por 60% dos municípios nesta microrregião. Esse processo foi comprovado pelo resultado da variação na taxa anual da quantidade produzida, que em média, apresentou um aumento anual de 70% ao ano em 10 dos 22 municípios que compõe a microrregião. Apesar disso, o município de Goianésia, o mais tradicional representante do setor sucroalcooleiro em Goiás (ABDALA E CASTRO, 2010), teve uma retração de 800 ha na área cultivada com cana-de-açúcar.

Apesar da expansão equilibrada e do valor adicionado pela cultura da cana à composição da produção agropecuária no final do período, a perda de participação das demais culturas gerou um déficit de R\$ 24,4 milhões na composição final na MR Ceres.

Tabela 12 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Ceres entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EL	VVBP
Arroz	-3.749	-2.797.390	-9.014.073
Cana-de-açúcar	52.275	-4.633.955.342	129.551.194
Feijão	-3.449	-3.225.631	-10.895.712
Milho	-11.512	-57.578.831	-27.452.056
Soja	3.821	7.485.283	-1.260.290
Pastagem	-348.863	-494.261	-54.281.905
Total	-310.634	_____	-24.451.009

Fonte: resultados da pesquisa

Na microrregião Vale do Rio dos Bois (Tabela 13), a expansão da cana-de-açúcar ocorreu em substituição as áreas de algodão e pastagens. Uma perda de 71 mil hectares na área total cultivada sugere aumento de área disponível para outros usos (urbano, mineração, mananciais hídricos, florestal, culturas permanentes e inaproveitáveis). Apesar da contribuição da cana e da soja na composição do valor da produção, a perda de participação relativa de bovinos e algodão contribuem para um déficit de R\$ 58 milhões no final do período. O município de Edéia se destaca na microrregião, com 13 mil hectares de expansão da cana a partir de 2007, explicado pela vantagem comparativa apresentada no efeito localização geográfica.

Tabela 13 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Vale do Rio dos Bois entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EL	VVBP
Algodão	-36.109	-59.160.314	-142.311.588
Arroz	-1.191	-500.517	-1.667.779
Cana-de-açúcar	26.518	-4.548.433.998	82.813.765
Feijão	-1.113	-3.142.009	-5.855.879
Milho	5.875	1.506.447	-3.435.740
Soja	47.525	-2.610.217	31.093.423
Pastagem	-117.258	-193.008	-20.131.192
Total	-71.174	_____	-58.052.406

Fonte: resultados da pesquisa

Na microrregião Entorno de Brasília (Tabela 14) a pastagem cede área à expansão das demais culturas analisadas, as quais apresentam o fator efeito locacional positivo, indicando que a região apresenta vantagens competitivas para todas essas culturas, contudo a expansão de 46 mil hectares de área agropecuária total sugere a ocorrência de desmatamento na microrregião. Com um aumento de 13,5 mil hectares, Vila Propício é o município de maior destaque na expansão da cultura de cana-de-açúcar, com um aumento de 18% ao ano explicado principalmente pelo efeito substituição de culturas.

Tabela 14 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Entorno de Brasília entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EL	VVBP
Algodão	844	17.092.262	265.157
Arroz	1.578	4.733.486	-3.735.898
Cana-de-açúcar	14.569	125.554.754	24.275.844
Feijão	20.294	39.379.781	-70.574.263
Milho	28.666	84.977.249	-129.445.219
Soja	175.904	319.519.791	111.751.948
Pastagem	-231.951	-126.121	45.310.687
Total	46.519	_____	35.246.105

Fonte: resultados da pesquisa

A microrregião Anápolis (Tabela 15), destaca-se pela retração em área de pastagens e na área total, sugerindo aumento de área disponível para outros usos (urbano, mineração, mananciais hídricos, florestal, culturas permanentes e inaproveitáveis). O fator efeito localização geográfica foi negativo para todas as culturas apresentadas indicando expansão abaixo da média do estado de Goiás, entretanto, as culturas de cana-de-açúcar, soja e o rebanho bovino, sustentaram o saldo positivo de R\$ 5,4 milhões verificado na variação da composição de culturas no período. Vale destacar que, apesar da retração da área de pastagens, o valor bruto da produção bovina foi positivo, devido ao aumento da produtividade das pastagens na microrregião. Itaberaí, Inhumas e Caturai destacam-se, juntos, com uma expansão de 8 mil hectares na região explicada principalmente pelo efeito substituição.

Tabela 15 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Anápolis entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EL	VVBP
Arroz	-3.430	-4.700.835	-6.154.468
Cana-de-açúcar	9.367	-1.076.929.374	26.622.464
Feijão	-8.961	-23.093.098	-34.078.733
Milho	387	-19.075.067	-1.475.966
Soja	2.606	-1.699.719	4.603.607
Pastagem	-112.612	-164.951	5.226.887
Total	-109.501		5.486.590

Fonte: resultados da pesquisa

A expansão da cana-de-açúcar é sustentada pela diminuição das demais culturas na microrregião de Anicuns (Tabela 16). A diminuição de 36.321 ha de área total sugere aumento de área disponível para outros usos (urbano, mineração, mananciais hídricos, florestal, culturas permanentes e inaproveitáveis). A vantagem comparativa refletida no efeito localização geográfica ocorre somente para a cultura da soja que, juntamente com a cana-de-açúcar e o rebanho bovino, sustentam um saldo positivo de R\$ 47,7 milhões na composição final do valor da produção. A retração de pastagens associada ao saldo positivo do valor bruto da produção de bovinos sugere tecnologia aplicada as mesmas aumentado sua produtividade. Anicuns, Nazário e, a partir de 2005, Turvânia, destacam-se, juntos, com

aproximadamente 7 mil hectares, como municípios de maior expansão da cultura. Essa expansão é explicada, sobretudo, pelo efeito substituição de culturas, particularmente a de pastagens.

Tabela 16 - Variação da área ocupada, efeito localização geográfica e variação no valor bruto da produção (VVBP) na MR Anicuns entre 2000 e 2009.

Culturas	AF-AI	EL	VVBP
Arroz	-967	-227.865	-2.313.544
Cana-de-açúcar	8.531	-1.698.949.442	18.535.804
Feijão	-1.514	-2.544.705	-6.011.456
Milho	-3.558	-27.282.898	-6.267.237
Soja	1.354	2.507.636	1.415.581
Pastagem	-40.731	-86814	32.171.991
Total	-36.321	_____	47.673.698

Fonte: resultados da pesquisa

As demais regiões do estado de Goiás apresentaram variação marginal na área da cultura de cana-de-açúcar, indicando ser essa variação proveniente da atividade pecuária ou da atividade sucroalcooleira para municípios específicos.

## 4 CONCLUSÕES

Ao longo do período analisado foi possível concluir que a cana-de-açúcar foi a cultura com maior taxa anual de expansão da quantidade produzida.

As culturas temporárias foram as que mais cederam área para as demais culturas que mostraram aumento de área. Assim, culturas tradicionais como milho, algodão, arroz e feijão, entre outras, diminuíram sua participação relativa no total de área cultivada e, mesmo com o superávit gerado pela expansão da cana-de-açúcar, geram um déficit na composição total do valor bruto da produção de culturas temporárias. Tal déficit foi equilibrado pelo aumento do rebanho bovino, que proporcionou saldo final positivo na composição total do conjunto de produtos analisados, confirmando a importância da pecuária na geração de divisas para o estado de Goiás.

Entretanto, para os municípios que apresentaram maior especialização em cana-de-açúcar, as culturas temporárias foram as mais substituídas pela cana. Esse fato sugere que a cana-de-açúcar realmente tem deslocado culturas temporárias, as quais substituem áreas de pastagem em outras localidades, além disso, a categoria área de pastagens foi responsável pela maior variação no saldo final de área agropecuária, indicando ser a maior responsável pela variação de área disponível para outros usos (urbano, mineração, mananciais hídricos, florestal, culturas permanentes e inaproveitáveis), todavia, esta afirmativa carece de maiores investigações.

Sugere-se, portanto, a extensão das análises realizadas neste trabalho para os municípios especializados nessas culturas, bem como o uso de SIG em dinâmica do uso do solo para identificar, georreferenciadamente, as fontes de substituição.

A correlação entre a taxa anual de expansão da cana (EA Cn %) e o efeito localização geográfica para a cana, indicando a maior expansão da mesma em municípios com maior efeito localização geográfica, permitiu identificar estes municípios e posteriormente investigar os fatores locais que promovem vantagem comparativa aos mesmos, constituindo subsídios às políticas de desenvolvimento local.



Em relação ao uso consuntivo de água, percebe-se que a expansão das lavouras de cana-de-açúcar pode gerar conflitos futuros pelo uso deste recurso, uma vez que esta expansão está ocorrendo em áreas com médio a elevado risco de deficiência hídrica para a irrigação da cultura.

Das 18 microrregiões analisadas, apenas duas microrregiões, Meia Ponte e Quirinópolis, apresentaram vantagens comparativas para a cana-de-açúcar em relação às demais microrregiões.

Considerando que Meia Ponte é tradicional produtora de cana-de-açúcar e Quirinópolis é recente no cultivo da mesma, pode-se inferir a existência de vantagens comparativas advindas de outras fontes, não necessariamente logísticas, tornando-se necessário aprofundar a análise, para verificação de fatores tais como aptidão edafoclimática para a cultura, além de pesquisas de campo que pretendam evidenciar os fatores de atratividade para a expansão sucroalcooleira no Estado.

Apesar dos impactos decorrentes do processo de especialização dos municípios, a cana-de-açúcar teve valor positivo no valor bruto da produção em todas as regiões onde se verificou sua expansão, contribuindo assim, para agregação de valor na composição agropecuária das mesmas e revelando vantagem econômica competitiva em relação aos demais complexos analisados. Assim, sugerem-se pesquisas, no âmbito de desenvolvimento regional, a fim de identificar como essa vantagem econômica é apropriada pelos municípios em termos de desenvolvimento local sustentável e quais os impactos ambientais dessa vantagem.

A análise da variação da área total cultivada nas microrregiões revelou-se diretamente correlacionada à variação das áreas de pastagens, portanto, sugerindo existência de desmatamento nas microrregiões em que houve aumento da área de pastagens. Para a verificação de tal ocorrência, faz-se necessário um levantamento por meio de pesquisa de campo.

Ao evidenciar a variação do saldo de área agropecuária final, este trabalho identifica municípios para investigação dos motivos relacionados ao desflorestamento sugerido nos resultados.

A utilização conjunta dos indicadores de especialização, do método “shift-share” e das análises de correlação permitiu maior precisão na identificação das

fontes de substituição entre as categorias analisadas que o uso individual destas análises, aplicado aos trabalhos aqui referenciados.

## 5 REFERÊNCIAS

ABDALA, K. O.; CASTRO, S. S. **Dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, estado de Goiás, Brasil.** Rio de Janeiro RBC - Revista Brasileira de Cartografia n<sup>o</sup> 62/4, dezembro 2010.

ALMEIDA, Paulo Nazareno Alves. **Fontes de crescimento e sistema produtivo da orizicultura no Mato Grosso.** 2003. 203 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

ALVES, L. R. A. **Fontes de crescimento das principais culturas no Estado do Paraná (1981 – 1999).** 2000. 77 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial:** Gepai: Grupo de estudo e pesquisas agroindustriais. p. 690, Atlas. (2001).

CARDOSO, C. E. L. **Efeitos das políticas públicas sobre a produção de mandioca no Brasil. 1995.** 180 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CASTRO, S. S. ; BORGES, R.O.; SILVA, R. A. A.; BARBALHO, M.G.S. Estudo da expansão da cana-de-açúcar 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 de açúcar no território goiano.** Goiânia : SBPC, 2007. v. único. p. 09-17.

CURTIS, W.C. **Shift-Share analysis as a technique in rural development research.** American Journal of Agricultural Economics, v. 54, n.2, p. 267-270, May, 1972.

EMBRAPA (CNPQ). **Impacto Ambiental da Cana-de-Açúcar.** Disponível em: < <http://www.cana.cnpm.embrapa.br/index.html> > Acesso em 10/05/2011

FILGUEIRAS, Gisalda Carvalho. **Crescimento Agrícola no Estado do Pará e a Ação de Políticas Públicas: Avaliação pelo Método shift-share.**2002. 156 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade da Amazônia, Belém do Pará.

HADDAD, P. R. (org). **Economia Regional: Teorias e Métodos de Análise.** Fortaleza, BNB. ETEBE, 1989.

IBGE – Pesquisa Agropecuária Municipal. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=p&t=1&z=t&o=3> > Acesso em 30/08/2010.

IGREJA, A.C. M. et all. **Fator locacional na produção brasileira de carne bovina: uma análise comparada utilizando estatísticas de produção inspecionada versus produção total.** Agric. São Paulo, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 63-80, jan./jun. 2006

IGREJA, A.C.M.; CARMO, M.S.; GALVÃO, C.A.; PELLEGRINI, R.M.P. **Análise quantitativa do desempenho da agricultura paulista, 1966-77.** Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 30, p.117-158, 1983.

IPEAdata. **Tema: agropecuária. nível: municípios.** Disponível em: < [http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=705564879&Tick=125228854781&VAR\\_FUNCAO=RedirecionaFrameConteudo%28%22iframe\\_dados\\_r.htm22%29&Mod=R](http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?SessionID=705564879&Tick=125228854781&VAR_FUNCAO=RedirecionaFrameConteudo%28%22iframe_dados_r.htm22%29&Mod=R)> Acesso em 30/08/2010

LOPES, A. S. - **Desenvolvimento Regional** . Lisboa:Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN 972-31-0106-8, 2001

MAPA- Ministerio da Agricultura. **Relação das Unidades Produtoras Cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia POSIÇÃO 01/04/2010.** < [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/1984\\_posicao\\_04\\_2010.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/1984_posicao_04_2010.pdf) >

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.

MOREIRA, C. G. **Fontes de crescimento das principais culturas do Rio Grande do Norte,1981- 1992.** 1996. 109 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

MRE. **O Estado de Goiás.** Disponível em: < <http://www.mre.gov.br/dc/textos/revista4mat10.pdf> >. Acesso em: 11 ago. 2010

NOGUEIRA, M. P. **Os avanços da pecuária de corte.**São Paulo: Bigma Consultoria, 2010. Disponível em: < <http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=49> >. Acesso em: 11 dez. 2010

PARANAÍBA, A. C.; PIRES, M. J. S. **Dinâmica da agropecuária goiana: um estudo sobre composição agrícola no período 2000 a 2007**. Disponível em: < <http://www.seplan.go.gov.br/sep/sep/pub/conj/conj10/artigo07.pdf> > Acesso em: 11 dez. 2010

PATRICK, G. F. Fontes de crescimento da agricultura brasileira: o setor de culturas. In CONTADOR, C. R. **Tecnologia e desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1975. p.89-110. (Série Monográfica, 17).

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.

SCHEER, M. A. P. S. **Geoprocessamento e o modelo shift-share na análise das transformações do uso da terra em municípios da Bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu**. (SP), 1979 a 2001. GeoTextos, vol. 4, n . 1 e 2, 2008. M. Scheer 53-75

SHIKIDA, P. F. A.; ALVES, L. R. A. A. **Panorama estrutural, dinâmica de crescimento e estratégias tecnológicas da agroindústria canavieira paranaense**. Nova Economia, Belo Horizonte, v. 11, n.2, p 123- 149, dez. 2001.

SILVA, C. R. L.; & SANTOS, S. A. **Política agrícola e eficiência econômica: O caso da agricultura paulista**. São Paulo, SP, 2001. PEPGEP – Pontifícia Universidade Católica – SP.

SILVA, F. A. M.; MÜLLER, A. G.; WERNECK LIMA, J.E. F.;MEDRADO DA SILVA E.; MARIN F.; SOUZA LOPES,T. Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás. In:**IX Simpósio nacional cerrado**. Brasília:Parla Mundi, 2008.

SILVA, G.L.S.P. da. **Produtividade, pesquisa e extensão rural**. São Paulo: IPE/USP, 1984. 143p.

SOUZA, P. M.; & LIMA, J. E. **Mudanças na composição da produção agrícola no Brasil, 1975 – 1995**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 33, n.3, jul-set. 2002.

TAVARES, É. C..N.; CARVALHO, T. B.; ZEN, S. Rentabilidade econômica da bovinocultura de corte no estado de Goiás. In: **XLVII congresso sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural**, 2009, Porto Alegre.Anais da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Brasília:SOBER,2009.

ÚNICA. **Agroindústria da cana-de-açúcar: alta competitividade canavieira**. Disponível em < [http://www.unica.com.br/pages/agroindustria\\_alta.asp](http://www.unica.com.br/pages/agroindustria_alta.asp) > acesso em: 11 de dezembro de 2010.

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. ; LIMA, F. ; SILVEIRA, J. M. F. . **Produção Brasileira de Cana-de-açúcar e deslocamento da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso.** Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, v. 38, p. 58-77, 2008.

YOKOYAMA, L. P; IGREJA, A.C.M. **Principais lavouras da região centro-oeste: variações no período 1975-1987.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.27, p727 736, 1992

ZOCKUN, M. H. G. P. **A expansão da soja no Brasil:** Alguns aspectos da produção. Dissertação (Mestrado), USP/FEA. (1978).

APÊNDICE B - Riscos de impactos ambientais gerados pela dinâmica de uso do solo entre a bovinocultura e as culturas de soja e milho no estado de Goiás no período de 2000 a 2010.

Riscos de impactos ambientais gerados pela dinâmica de uso do solo entre a bovinocultura e as culturas de soja e milho no estado de Goiás no período de 2000 a 2010

Klaus de Oliveira Abdala, Francis Lee

### Resumo

Este artigo analisou a dinâmica de uso do solo entre as principais atividades agropecuárias no estado de Goiás e os riscos de impactos decorrentes deste processo na substituição de culturas, no uso consuntivo de água, nos remanescentes florestais e nos riscos de degradação dos solos e contaminação hídrica. Foi possível identificar, como resultado dessa dinâmica, municípios especializados em cada uma destas atividades. Nestes municípios, as culturas de soja e milho substituem o cultivo de pastagem deslocando-o para outras áreas nas quais se torna o maior responsável pelo desflorestamento. Além disso, parte desta especialização localizou-se em áreas de risco indicando que essas atividades agropecuárias podem ser as maiores responsáveis pelos impactos edáficos e hidrológicos observados nestas bacias.

Palavras-chave: impactos ambientais; bovinocultura; soja; milho; dinâmica de uso do solo

### Abstract

This paper analyzed the specialization of municipalities in Goiás in soybean, corn and cattle and the risks of the impacts of this process on: crop substitution, in the consumptive use of water, forest remnants and in the risks of land degradation and water contamination by runoff. Were identified, as a result of this dynamic, counties specializing in each of these activities. In these counties, soybean and corn replace the cultivation of pasture shifting it to other areas in which becomes the most responsible for deforestation. In addition, part of this specialization is located in areas



at risk, indicating that these agricultural activities may be the most responsible for edaphic and hydrological impacts observed in these watersheds.

Keywords: environmental impacts; cattle; soybean; corn; dynamic of land use

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório *Livestock's long shadow* (STEINFELD et al., 2006) o setor pecuário é considerado como o setor de maior crescimento dentro do agronegócio mundial fornecendo meios de subsistência para cerca de 1,3 bilhão de pessoas, contribuindo com aproximadamente 40 por cento da produção agropecuária mundial e sendo responsável pela ocupação de 30 % da superfície terrestre global.

Com aproximadamente 191 milhões de cabeças, o Brasil, segundo as estimativas do USDA (2011), possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, sendo superado apenas pela Índia. É o segundo maior produtor mundial de carne bovina, após os Estados Unidos e é o líder mundial em exportações, exportando cerca de 17,0% da demanda mundial em 2010. Em relação à distribuição regional do efetivo brasileiro de bovinos em 2010, 34,6% encontrava-se na região Centro-Oeste, 20,1% no Norte e 18,3% no Sudeste do país (IBGE, 2010).

O Brasil é detentor ainda da maior produtividade mundial de soja (3.106 Kg/ha) e segundo maior produtor mundial desta oleaginosa, com uma produção de 75,0 milhões de toneladas, em uma área plantada de 24,2 milhões de hectares, sendo superado apenas pelos Estados Unidos (EMBRAPA, 2011).

Segundo MDIC (2011), a exportação do complexo soja em 2010 (grão, farelo, óleo) rendeu para o saldo da balança comercial brasileira US\$ 17,1 bilhões, principalmente na forma de grão (US\$ 11,0 bilhões, obtidos da exportação de 30 milhões de toneladas) seguido da exportação de farelo (US\$ 4,7 bilhões) e de óleo (US\$ 1,4 bilhões). As estimativas do USDA (2012) indicam que o país será o maior exportador mundial de grãos de soja, na safra 2011/2012, alcançando um total de 39 milhões de toneladas, contra 34,7 milhões de toneladas exportadas pelos Estados Unidos.

Segundo WWF-Brasil (1999), a soja atua como um grande potencializador das economias locais e regionais envolvendo atividades complementares que vão desde o fornecimento de máquinas, insumos e assistência técnica, à logística de comercialização e transportes. A necessidade de rotação de culturas acaba

gerando, ainda, outros produtos como o milho que também dinamiza setores mais diversos, estimulando segmentos os demais segmentos da cadeia.

De acordo com a SEPIN (2010), o rebanho bovino goiano somou em 2010 um total de 21,348 milhões de cabeças, mantendo o estado na 4ª posição de maior rebanho bovino nacional, atrás de Mato Grosso, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. A produção nacional de leite, atingindo a marca de 30,715 bilhões de litros, teve como principais produtores: Minas Gerais, com 27,3% de participação, Rio Grande do Sul, com 11,8%, Paraná, com 11,7% e Goiás, com 10,4%, onde foram ordenhadas 2,5 milhões de vacas, representando 11,6% do efetivo total de bovinos do Estado.

O estado de Goiás detém ainda a terceira maior concentração de frigoríficos sob inspeção federal no país, com um total de 10 plantas instaladas, ficando atrás apenas de Mato Grosso, com 18 plantas e São Paulo, com 14 plantas (ABIEC, 2011).

O estado de Goiás se insere ainda como o quarto maior produtor nacional de soja, com uma área plantada de 2.445.600 ha em 2010, equivalente a 10,5% da área total de produção de soja no Brasil, ficando atrás do Mato Grosso (26,7%), Paraná (19,2%) e Rio Grande do Sul (17,2%). Detém ainda a sexta maior posição dentre os produtores nacionais de milho, com 862.841 ha plantados em 2010. (IBGE, 2011)

Apesar do destaque do Brasil e particularmente do estado de Goiás nestas atividades agropecuárias, as mesmas têm sido descrita na literatura como geradoras de uma série de impactos ambientais ao longo da cadeia de produção.

Tais impactos estão relacionados à alteração da paisagem local, devido ao desflorestamento e introdução de espécies exóticas, ocorrendo conseqüentemente perda de biodiversidade (IUCN, 2008; STEINFELD, ET ALL, 2006; CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2005), além disso, alterações promovidas no solo, decorrentes de processos erosivos, podem ocasionar a contaminação dos recursos hídricos, devido à descarga de resíduos no ambiente ao longo da cadeia produtiva (SCHLESINGER, 2010; DIAS FILHO & FERREIRA, 2008; ZEN, 2008; DEDECEK ET ALL, 2006; SCHLESINGER, 2005; ZHANG ET AL., 2001 NOVAES, 2000; MUELLER, 1995).

Apesar do nível de impactos ambientais, decorrentes de processos erosivos, poderem ser minimizados pela tecnologia de plantio direto (CUNHA, 1997), as condições climáticas do Cerrado, no qual Goiás e o Distrito Federal estão completamente inseridos, não permitem associar o controle da erosão a esta tecnologia, uma vez que, neste bioma, a técnica tem proporcionado uma cobertura do solo de apenas 54% contra os 86% promovidos pelas condições climáticas do sul do país. (SÁ et al, 2004)

Além desses impactos, é importante salientar que o milho é uma das culturas mais plantadas sob irrigação no Brasil. Quando sistemas de irrigação são utilizados de forma não controlada provocam grande perda de água do lençol freático, comprometendo o abastecimento futuro, inclusive para o consumo humano. (SANTOS & CÂMARA, 2002)

Como pôde ser observada, apesar de sua representatividade na economia, a atividade agropecuária é detentora de um dos maiores passivos ambientais no Brasil e no mundo. Estes impactos comprometem a biodiversidade e produzem efeitos deletérios ao meio ambiente, afetando a qualidade de vida dos seres humanos.

A literatura que descreve os impactos ambientais da atividade e propõe medidas mitigadoras é vasta, porém não exaustiva, uma vez que, segundo Schlesinger (2010), Dias Filho & Ferreira (2008) e Steinfeld et all. (2006), vários desses impactos têm em suas quantificações dificuldades ou imprecisões inerentes.

Apesar dessas limitações relativas à mensuração, este trabalho questiona se é possível relacionar determinados impactos à dinâmica de expansão da atividade, às características geológicas das regiões de ocupação e aos índices de produtividade dos locais de concentração da mesma.

A alocação destes impactos para regiões especializadas nestas culturas, sendo possível, constituirá suporte ao aprimoramento de medidas de gestão, públicas e privadas, que permitam mitigar tais impactos, tornando a atividade mais competitiva e sustentável.

Além disso, segundo Cunha (2005), a falta de informações sobre como diferentes ecossistemas reagem a diversas atividades, agrícolas e técnicas, de exploração é um dos fatores que dificultam a coordenação entre políticas ambientais e agrícolas. Diante desse dilema, o autor propõe que Sistemas de Informações

Geográficas (SIG) sobre as relações entre a agricultura e o meio ambiente sejam combinados em um “índice de risco ambiental da agricultura” (IRAA).

Tal índice seria utilizado como subsídio em projetos de infraestrutura, decisões a respeito de assentamentos da reforma agrária, subsídio ao seguro agrícola e ao crédito rural e, especialmente, na gestão de opções tecnológicas (privadas) para a agricultura que haveria de fazer bom uso das informações nele contidas.

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho teve por objetivos identificar os municípios especializados em bovinocultura e nas culturas de soja e milho e alocar, dentro do estado de Goiás, os riscos de impactos hidrológicos e edáficos e a influência que a expansão da bovinocultura e das culturas de soja e milho exerceu sobre o desflorestamento promovido na última década, mais precisamente no período de 2000 a 2010.

## 2 ESPECIALIZAÇÃO PRODUTIVA DOS MUNICÍPIOS

Para identificar os municípios especializados nas atividades agropecuárias no estado de Goiás, foi utilizado como referencial analítico o Quociente de Localização. Segundo Lopes (2001), o Quociente de Localização é uma medida essencialmente voltada para avaliar o grau relativo de concentração de uma determinada atividade, a estrutura dos seus resultados permite fazer uma análise centrada numa região específica, para todos os setores de atividade em causa e, deste modo, tecer considerações sobre o grau de especialização/diversificação desse território.

Entretanto, o Quociente de Localização permite apenas a análise estática, para um ano agrícola, não refletindo a evolução da dinâmica dos setores agropecuários. Portanto, optou-se por adotar também, o modelo Shift-Share, ou modelo diferencial-estrutural, conforme Abdala & Ribeiro Lee (2011). O modelo Shift-Share consiste, basicamente, na descrição do crescimento econômico de uma região em termos de sua estrutura produtiva. Sua aplicação no setor agropecuário procura explicar o comportamento da produção agrícola mediante a decomposição dos fatores responsáveis pela variação da produção.

Segundo Moreira (1996), o método utiliza três efeitos explicativos na variação da produção: i) efeito área - EA; ii) efeito rendimento ou produtividade - ER; iii) efeito localização geográfica – EL.

O efeito área constitui um indicador de mudanças na produção provenientes de alterações na estrutura agrária, supondo que os demais efeitos permanecem constantes no decorrer do tempo. Dessa forma, um aumento na produção é atribuído à incorporação de novas áreas, indicando um uso extensivo do solo. O efeito rendimento quantifica a variação na quantidade produzida decorrente da variação exclusivamente na produtividade, refletindo diferenciais tecnológicos nos fatores de produção. O efeito localização geográfica quantifica as variações na quantidade produzida provenientes das vantagens comparativas das regiões, ou seja, da mudança na localização das culturas entre as microrregiões estudadas, mantendo-se os demais componentes constantes.

Zockun (1978) demonstra que a área cultivada por determinada cultura, dentro do sistema de produção, pode ser modificada por dois fatores: i) escala:

variação da área total das culturas estudadas; ii) substituição: variação da participação de cada cultura dentro do sistema de produção. Esse último fator, quando positivo, indica que no período analisado a cultura considerada se expandiu, ganhando área de outras culturas e aumentando sua participação. Quando for negativo, indica substituição por outra cultura dentro do sistema.

## 2.1 Quociente de Localização

Para o cálculo do Quociente de Localização (QL), foram utilizadas as seguintes variáveis:

- X<sub>rj</sub> -Área colhida da cultura j no município r;
- X<sub>r</sub> -Área colhida total das culturas consideradas, no município r;
- X<sub>pj</sub> -Área colhida da cultura j no estado de Goiás;
- X<sub>p</sub> - Área colhida total das culturas consideradas no estado de Goiás.

$$QL = \frac{x_{rj}/x_r}{x_{pj}/x_p} \quad (2)$$

Na interpretação dos resultados, valores inferiores a 1 significam uma expressão da cultura j no município r inferior à expressão dessa cultura no estado de Goiás ; valores superiores a 1 significam uma expressão da cultura j superior à verificada no estado de Goiás, ou seja, a região em questão é mais especializada na cultura j do que o estado de Goiás.

## 2.2 Shift-Share

Para o cálculo do Shift- share foram utilizadas as seguintes variáveis:

- Q<sub>ct</sub> -quantidade colhida da c-ésima cultura no estado de Goiás, no período t;
- A<sub>cmt</sub> -área total colhida da c-ésima cultura, no m-ésimo município, no período t;

- Act* -área total colhida da c-ésima cultura no estado de Goiás, no período t;  
*Amt* -área total colhida das culturas no m-ésimo município do estado de Goiás, no período t;  
*At* -área total colhida das culturas no estado de Goiás, no período t;  
*Rcmt* -rendimento da c-ésima cultura, no m-ésimo município do estado, no período t;  
 $\gamma_{cmt}$  -proporção da área cultivada com a c-ésima cultura no m-ésimo município, na área cultivada da c-ésima cultura no estado ( $A_{cmt}/A_{ct}$ ), no período t;  
 $\lambda$  -coeficiente que mensura a modificação na área total cultivada das culturas entre o período inicial e final ( $A_f/A_i$ ).  
*n* -número de anos analisados  
*Pc* -preço unitário da cultura analisada

O presente trabalho utilizou o método “shift-share” para verificar as alterações na estrutura de produção agropecuária dos municípios em decorrência dos efeitos de variação da área das culturas e da substituição entre estas culturas. Assim, a variação da área ocupada por determinada cultura no sistema de produção é expressa por:

$$EA = (A_{cf} - A_{ci}) \quad (3)$$

Sendo sua variação anual, expressa em porcentagem, obtida pela expressão:

$$EA\%_{aa} = \left( \left( \sqrt[n]{\frac{A_{cf}}{A_{ci}}} \right) - 1 \right) 100 \quad (4)$$

Considerando  $\lambda$  como o coeficiente que mede a modificação do tamanho do sistema, a variação da área ocupada pelo sistema pode ser decomposta no efeito escala e no efeito substituição:

$$(\lambda A_{ci} - A_{ci}) \text{ é o efeito escala (EE);} \quad (5)$$

$$(A_{cf} - \lambda A_{ci}) \text{ é o efeito substituição (ES).} \quad (6)$$

Ou seja:



$$(A_{cf} - A_{ci}) = (\lambda A_{ci} - A_{ci}) + (A_{cf} - \lambda A_{ci}) \quad (7)$$

Esses efeitos também podem ser apresentados na forma de taxas anuais de crescimento, seguindo os mesmos procedimentos da transformação anteriormente demonstrada. Isso significa que, dividindo-se ambos os lados da equação (7) por  $(A_{cf} - A_{ci})$  tem-se:

$$1 = \frac{(\lambda A_{ci} - A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} + \frac{(A_{cf} - \lambda A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} \quad (8)$$

Multiplicando-se ambos os lados da identidade (8) pelo efeito área (EA) expresso em taxa de crescimento ao ano (%), definido anteriormente, tem-se:

$$EA_{(\%aa)} = \frac{(\lambda A_{ci} - A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA_{\%aa} + \frac{(A_{cf} - \lambda A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA_{\%aa} \quad (9)$$

Em que:

$$\frac{(\lambda A_{ci} - A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA_{\%aa} \quad \text{- efeito escala expresso em porcentagem ao ano}$$

$$\frac{(A_{cf} - \lambda A_{ci})}{(A_{cf} - A_{ci})} EA_{\%aa} \quad \text{- efeito substituição expresso em porcentagem ao ano}$$

O efeito rendimento foi utilizado para analisar a vantagem tecnológica locacional de competitividade dos municípios analisados, para tanto, foi expresso na forma de taxa anual de variação do rendimento, dada pela seguinte expressão:

$$R\% = \left( \left( \sqrt[n]{\frac{R_{cf}}{R_{ci}}} \right) - 1 \right) 100 \quad (10)$$

Também foi utilizado o efeito localização geográfica, na forma de sua porcentagem de crescimento ao ano, evidenciando as vantagens comparativas locais, conforme descrito na expressão (10)

$$EL_{\%aa} = \left( \left( \sqrt[n]{\frac{Y_{cmf} A_{cf} R_{cmf}}{Y_{cmi} A_{cf} R_{cmf}}} \right) - 1 \right) 100 \quad (11)$$

Para analisar a expressão econômica da atividade pecuária bovina, utilizou-se ainda o cálculo do efeito da variação do valor da produção, que é a diferença entre o valor da produção agropecuária entre o final e o início do período, conforme a expressão abaixo:

$$VVP = (A_{cmf} R_{cmf} P_c) - (A_{cmi} R_{cmi} P_c) \quad (12)$$

Finalmente, utilizaram-se os resultados do Shift-Share, através do qual foi equacionada a variação da área agropecuária de cada município, para os temas culturas temporárias, pastagens e outras culturas, segundo a expressão:

$$\Delta(\text{área agropecuária}) = \Delta(\text{área culturas temporárias}) + \Delta(\text{área pastagens}) + \Delta(\text{área outras culturas}) \quad (13)$$

Partindo-se da premissa de que a área territorial é composta pelas categorias área agropecuária, vegetação remanescente, parques, lagos, áreas urbanas e culturas permanentes e, dentre estas categorias, a mais expressiva e que não foi compreendida na análise é a de remanescentes florestais, é possível inferir que variações acentuadas na área agropecuária ocorrem em função da variação da área de remanescentes florestais, ou seja:

$$\Delta(\text{Saldo de área agropecuária}) = f \Delta(\text{Remanescentes florestais}) \quad (14)$$

Dessa forma, o saldo de área agropecuária constitui uma variável proxy sinalizadora de desmatamento ou recomposição florestal

Para efetuar os cálculos do Quociente de Localização e do Shift-Share, os dados de área e rendimento das culturas para todos os municípios do estado de Goiás e para o Distrito Federal foram coletados da Pesquisa Agrícola Municipal - IBGE (2011), e são referentes ao período 2000 a 2010. Para eliminar o efeito de variações sazonais na produção, foi utilizada a média dos três primeiros anos, ou seja, entre 2000 e 2002, como período inicial e dos três últimos anos, 2008 a 2010, como período final.

Os dados referentes à área de pastagens foram dos censos agropecuários<sup>19</sup> de 1975, 1985, 1995 e 2006, por meio dos quais foi possível estimar a equação para determinação dos valores correspondentes ao período analisado, conforme Nogueira (2009)<sup>20</sup>. Tal análise foi executada para todos os municípios do estado de Goiás mais o Distrito Federal, sendo os resultados apresentados na figura 1.

<sup>19</sup> Para os demais anos a PPM - IBGE só fornece a quantidade de cabeças anual em cada município.

<sup>20</sup> O autor utiliza os dados censitários que fornecem a área de pastagem e a quantidade de cabeças bovinas para os anos 1975, 1985, 1995 e 2006, para obter a produtividade das pastagens em cada ano de realização do censo, com esses resultados estima a equação que fornece a produtividade das pastagens para os demais anos

O valor bruto da produção pecuária foi estimado como valor relativo à unidade bovina, a partir dos resultados de Tavares (2009). O autor estabelece a rentabilidade econômica da bovinocultura de corte no estado de Goiás, por meio da configuração de propriedades pecuárias de tipo padrão para 10 regiões no Estado e, para cada propriedade, determina a receita bruta total a partir da quantidade de animais existentes em cada propriedade padrão.

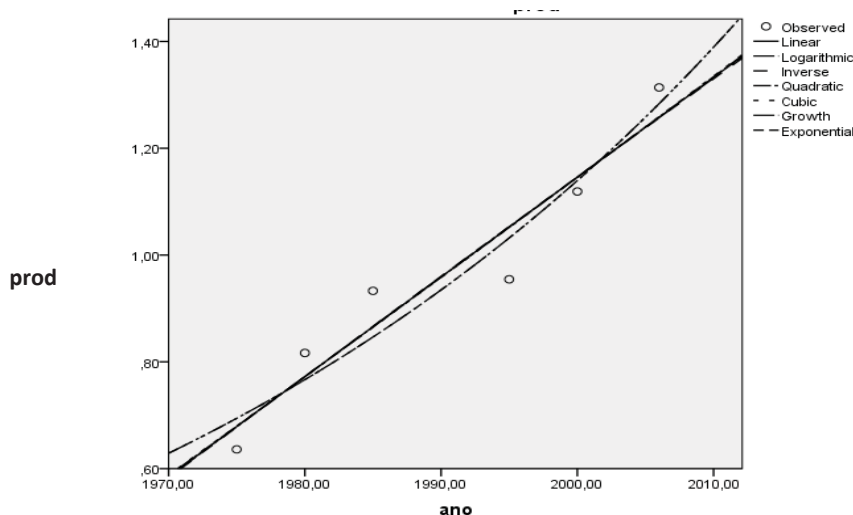


Figura 1 - Curvas estimadas para produtividade de pastagens no estado de Goiás.  
Fonte: elaboração dos autores

Assim, o presente trabalho elaborou uma média ponderada das regiões analisadas por Tavares (2009) e estimou o valor de R\$ 659,80 como valor bruto da produção pecuária equivalente à unidade de cabeça bovina por município, uma vez que a quantidade anual de cabeças bovinas por município é disponibilizada pelo IBGE nas séries históricas. Considerou-se também a participação da pecuária de leite (11,5%) na produção da bovinocultura no Estado, a partir da qual foi calculado o valor da produção de leite por unidade animal (R\$ 852,47). De posse destes dados elaborou-se a média ponderada, entre os valores da produção de corte e leite, obtendo-se o valor (R\$ 682,14) de referencia para os cálculos no modelo Shift-Share.

---

compreendidos em sua análise. A partir desses dados, é possível estimar a área de pastagens a cada ano para qualquer município, através do quociente: produtividade / número de cabeças.

Para as demais culturas, foram utilizados os preços pagos ao produtor IBGE (2011). Foram tomados como base de cálculo, os preços médios para o estado de Goiás, a partir dos quais se elaborou a média de preços, deflacionados para o ano de 2009, entre os anos de 2005 a 2009.

### 3 IMPACTOS E VULNERABILIDADE AMBIENTAIS

Dentre os impactos ambientais gerados pelas atividades agropecuárias, este trabalho pretende analisar a poluição hídrica, a degradação dos solos e o processo de desmatamento na referida área de estudo. Observa-se que serão calculados os riscos de contaminação hídrica por percolação e contaminação hídrica por escoamento superficial e degradação dos solos.

A poluição hídrica gerada pela agropecuária é resultante da combinação da concentração de resíduos poluentes, sobretudo a uréia, antibióticos e demais medicamentos excretados pelo animal, ou de defensivos e fertilizantes utilizados nas culturas (STEINFELD ET AL., 2006; ROOK ET AL., 2004) e da taxa de escoamento superficial (MANSO & FERREIRA, 2007) ou de percolação dos mesmos, no caso específico da bovinocultura (ZHANG ET AL, 2001; CORRELL,1999). Assim, uma alta concentração desses resíduos associada a elevadas taxas de escoamento superficial, ou de percolação para águas subterrâneas, irão constituir condição de elevado risco do local à poluição hídrica.

Dias Filho & Ferreira (2008) e Steinfeld et al (2006), descrevem ainda a degradação de pastagens como agente responsável pelo processo de erosão dos solos, com a conseqüente poluição hídrica. Tal processo resulta da presença de terrenos declivosos, com solos de elevada vulnerabilidade à erosão, associado a pastagens de baixo rendimento e alta lotação.

Segundo Mindrisz (2006), a vulnerabilidade à contaminação de um aquífero refere-se ao grau de proteção natural desse às possíveis ameaças de contaminação, sendo esta proteção função das características litológicas e hidrogeológicas dos estratos que o separam da fonte de contaminação e dos gradientes hidráulicos que determinam os fluxos e o transporte das substâncias contaminantes através dos sucessivos estratos até o aquífero.

Narciso & Gomes (2005), elaboraram um índice de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos, adaptado a partir do método DRASTIC, o qual é descrito por Aller *et al.* (1987). Tal índice foi calculado a partir das características intrínsecas da bacia hidrográfica e das atividades relativas à simples ocupação humana, conforme os temas: Declividade (D), Geologia (G), Falhas (F), Recursos Hídricos

(RH), Uso do Solo (US) e Ocupação Humana (OH). Para estimar o índice, os autores consideraram: i- a declividade e a geologia como estimadores da velocidade de infiltração; ii- as falhas e os recursos hídricos, como estimadores da atividade hidrológica do terreno e iii- o uso do solo e a ocupação humana, como estimadores do potencial de contaminação da área.

Imagem & WWF-Brasil (2004), desenvolveram um mapa de escalas de vulnerabilidade à erosão para os solos do estado de Goiás e Distrito Federal. Seguindo a metodologia descrita em Crepani et. al. (2001), estimaram os valores de vulnerabilidade para os solos como função dos temas: declividade, permeabilidade do solo, uso e cobertura vegetal. Segundo o método, quanto maior a declividade, menor a permeabilidade do solo e menor o nível de cobertura vegetal do mesmo, maior será a vulnerabilidade deste à erosão.

Os métodos para os cálculos de vulnerabilidade descritos acima utilizaram sistema de informações geográficas, através da álgebra de mapas temáticos (BARBOSA, 1997). Segundo esse sistema, um valor relativo é atribuído a cada tema, os quais são somados para a obtenção do mapa final.

Assim, o Indicador de vulnerabilidade é obtido da seguinte forma:

$$Iv = \sum_{i=1}^n pTi/n \quad (1)$$

Em que:

T= tema

Iv = índice de vulnerabilidade

n = quantidade de temas

p = valor relativo, entre cada tema, atribuindo ao mesmo sua magnitude de importância no processo analisado.

Outro fator a ser considerado na análise de risco referente à poluição hídrica de determinado local é a hidrologia do mesmo. Neste sentido, mantendo-se as demais condições constantes, quanto maior a concentração de recursos hídricos e pontos de drenagem, maior o risco de contaminação das águas por escoamento superficial.

Segundo Crhistofoletti (1978), a densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica. Desse modo,

onde a infiltração é mais dificultada há maior escoamento superficial, gerando possibilidades maiores para esculturação de canais permanentes e consequente densidade de drenagem mais elevada e, em uma situação oposta, ou seja, de menor escoamento superficial, a percolação é acentuada.

Para a análise do uso consultivo de água, para as culturas de soja e milho, foi utilizado como referência, o trabalho de Matos et al (2007), o qual apresenta as bacias hidrográficas em condições de risco de deficiência hídrica. Tais bacias foram identificadas no Sistema de Informações Geográficas (SIG) de hidrografia, fornecido pelo SIEG (2011) e intersectadas com o mapa de quociente de localização, identificando-se assim, os municípios especializados em soja e milho e que pertencem as regiões de risco.

Além disso, foram utilizadas as informações sobre a localização dos sistemas de irrigação via pivot central (SIEG, 2006) a qual foi submetida a análises estatísticas de correlação, permitindo inferir o uso desses sistemas pelas culturas de soja e milho.

### **3.1 Álgebra de Mapas**

No cálculo do risco de impactos hidrológicos foi utilizada a álgebra de mapas, conforme metodologia descrita por Barbosa (1997). Para a geração dos mapas de risco de impactos hidrológicos, foram considerados os temas Quociente de Localização (QL), como indicador da intensidade de uso do solo; efeito rendimento de pastagens (ER), como indicador da intensidade de cobertura vegetal; mapa de vulnerabilidade dos solos à erosão (VE), como indicador de permeabilidade dos solos e declividade, e densidade de drenagem (Dd), como indicador de hidrologia.

Os mapas de Quociente de Localização e rendimento de pastagens foram gerados a partir dos resultados obtidos dos cálculos do Shift-Share e do próprio Quociente de Localização. Tais resultados foram espacializados (transformados em formato vetorial), sendo intersectados com o limite político dos municípios em Goiás. O mapa densidade de drenagem foi gerado a partir do mapa de drenagem para o estado de Goiás e DF (SIEG, 2011), o qual foi submetido ao algoritmo Kernel, conforme metodologia adotada por Silverman (1986). O mapa de vulnerabilidade

dos solos à erosão (IMAGEM E WWF-BRASIL, 2004) foi obtido diretamente no site SIEG (2011) <sup>21</sup>.

A figura 2 representa, esquematicamente, a operação de álgebra de mapas. No cálculo do risco de contaminação hídrica por percolação, considerou-se que quanto mais intensa a atividade de ocupação por pastagens no município (uso antrópico), aferida através do Quociente de Localização (QL), maior o rendimento de pastagens (ER), o qual corresponde à intensidade de cobertura vegetal do solo, menor a vulnerabilidade do solo (VE), que afere o grau de escoamento superficial e menor a densidade de drenagem (Dd), indicador de hidrologia superficial, maior o risco de infiltração da água e, portanto, maior o potencial de contaminação do lençol freático.

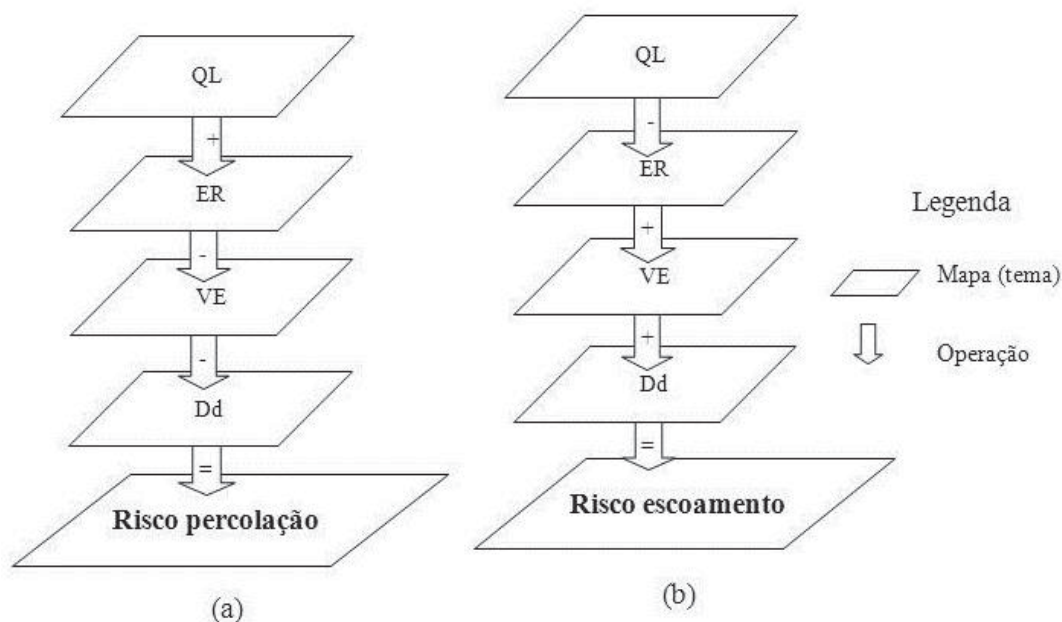


Figura 2 – Álgebra de mapas para o cálculo do risco de contaminação hídrica por percolação (a) e risco de contaminação hídrica por escoamento superficial e degradação dos solos (b).

Fonte: elaboração dos autores

<sup>21</sup> Os mapas obtidos apresentavam valores com diferentes dimensões para cada tema; diante disso, estes valores foram normalizados entre 0 a 1, a fim de que representassem a mesma faixa de pesos no cálculo do risco. Após a normalização, os mapas foram transformados para o formato *raster* (imagem) e então submetidos à álgebra de mapas.



O cálculo do risco de contaminação hídrica por escoamento superficial e degradação dos solos considera que quanto mais intensa a ocupação, menor o efeito rendimento de pastagens, maior a taxa de escoamento superficial e maior a densidade de drenagem, maior será o risco de escoamento superficial e degradação dos solos.

Para os cálculos referentes à soja e milho, foi elaborado apenas o mapa de risco de contaminação hídrica por escoamento e de degradação dos solos, uma vez que, não foram encontradas na literatura, evidências que suportassem a contaminação por percolação. Além disso, não foi considerado o efeito rendimento, vez que o mesmo, para essas culturas apresenta elevada variabilidade relacionada a fatores climáticos e, portanto, não constitui um parâmetro estável para confecção do risco calculado.

Importante salientar que, conforme Narciso e Gomes (2005) e Imagem & WWF-Brasil (2004), quanto maior a cobertura vegetal, maior a taxa de infiltração do solo, logo, o rendimento de pastagens constitui um indicador relativo de cobertura vegetal do solo. Apesar de o maior rendimento de pastagens representar o uso mais intenso das mesmas, com possibilidade de degradação, partiu-se da constatação empírica de que pastagens que aumentaram seu rendimento ao longo do período são pastagens com melhor manejo e, portanto com maior produção de massa vegetal.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na análise dos impactos da dinâmica de uso do solo pelas atividades agropecuárias no estado de Goiás, os resultados serão apresentados em três etapas. Primeiramente, faz-se uma abordagem global na qual o Estado é analisado pelo modelo Shift-Share, através da decomposição da variação da área cultivada em efeitos escala e substituição, assim como das taxas de crescimento da produção. A expressão econômica das atividades é analisada através da variação do valor bruto da produção de cada cultura.

A seguir, esses resultados são discriminados em nível municipal, evidenciando os municípios com maior especialização na bovinocultura, e em soja e milho e os efeitos dessa especialização na composição agropecuária dos municípios e, conseqüentemente, nos remanescentes de Cerrado. Por fim, é apresentada a análise de risco de impactos hidrológicos, sendo utilizado, para tanto, Sistema de Informações Geográficas (SIG) contendo as classes de risco, o qual permite discutir os efeitos da especialização nos recursos hídricos.

### **4.1 Expansão agropecuária no estado de Goiás.**

O estado de Goiás e o DF, em 2010, apresentaram juntos em sua composição de uso do solo, o predomínio de pastagens e culturas temporárias. Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se que, com 0,2% de participação na área agropecuária, as culturas permanentes são pouco significativas, motivo pelo qual se optou por excluir as mesmas das análises neste trabalho.

A pastagem é a categoria de uso e ocupação do solo predominante no estado de Goiás, ocupando aproximadamente 77% dos solos. Segundo os estudos de Ferreira et al (2007), restam ainda 35% do território goiano coberto por remanescentes florestais, esse dado permite inferir que a pastagem ocuparia aproximadamente 50% da superfície territorial goiana (77% dos 65% restantes) o que demonstra que o estado de Goiás está acentuadamente acima da média de uso e ocupação do solo por pastagens no mundo (30%) conforme indicam os dados de Steinfeld et al. (2006).

Tabela 1 - Distribuição relativa do uso do solo para agropecuária no estado de Goiás e DF em 2010

	Culturas temporárias (Ct)				Pastagem	Culturas perman.	Total
	Soja	Milho	Cana	Outras			
Área (ha)	2.462.904	416.302	687.708	1.083.369	15.645.517	39.896	20.335.696
% Ct	53	9	15	23			
% Ct	77			23			
% total	12,14	2,01	3,43	5,26	76,9	0,2	100

Fonte: PAM IBGE (2010) – elaboração autor

Na distribuição das culturas temporárias dentro do Estado, as culturas de soja e milho ocupam juntas aproximadamente 62% do uso do solo para esta categoria e 14% do total, dessa forma constituindo, junto com as pastagens, 91,05% das fontes de substituição entre cultivos no período analisado.

Ao longo do período 2000-2010, observa-se, conforme apresentado na Tabela 2, uma diminuição de 746.158 ha na área cultivada no Estado pelo conjunto das culturas analisadas. Essa retração pode ser explicada pelo efeito da variação das categorias que não foram compreendidas na análise, tais como matas e florestas, parques, lagos, áreas urbanas e culturas permanentes. Tais categorias foram excluídas por não serem significativas, como no caso de culturas permanentes, ou por não haver dados disponíveis que permitam quantificá-las com precisão similar às demais.

Entretanto, conforme IBGE (2006), a partir de 2006 o censo agropecuário deixou de considerar determinadas áreas de matas naturais (cerrado ralo, campo sujo, capoeirão) como potenciais para uso por pastejo, desse modo, observa-se redução da área na categoria pastagens naturais, as quais foram reincorporadas à categoria de matas (naturais).

As culturas que apresentaram maior expansão de área cultivada no Estado, entre 2000 e 2010, foram soja (685.309 ha), cana-de-açúcar (349.254 ha) e milho (70.873 ha) que, juntas, ocuparam 98% da área cedida pelas culturas em retração. Analogamente, a cultura que apresentou maior retração foi a de pastagens (1.621.828 ha), equivalente à 95% da área agropecuária substituída no período.

Tabela 2 - Decomposição da variação da área ocupada (EA) em efeitos escala (EE) e substituição (ES) no estado de Goiás e DF, entre 2000 e 2010.

	EA (ha)	EE (ha)	ES (ha)
Soja	685.309	-47.595	732.904
Cana-de-açúcar	349.254	-4.474	353.728
Milho	70.973	-24.400	95.373
Trigo	7.136	-415	7.551
Tomate	5.558	-322	5.880
Batata-inglesa	3.321	-77	3.399
Mandioca	1.675	-654	2.329
Mamona	1.576	-9	1.585
Amendoim	869	-9	878
Cebola	821	-9	830
Melancia	707	-188	895
Alho	294	-55	349
Sub total	1.127.493	-78.206	1.205.699
Batata-doce	-142	-7	-134
Abacaxi	-193	-69	-124
Ervilha	-350	-32	-318
Cevada	-1.172	-33	-1.138
Feijão	-6.694	-3.813	-2.880
Arroz	-28.980	-3.602	-25.378
Algodão herbáceo	-46.100	-2.920	-43.180
Pastagem	-1.621.828	-489.282	-1.132.546
Sub total	-1.705.457	-499.759	-1.205.699
Total	-577.965	-577.965	0

Fonte: resultados da pesquisa

A análise da taxa de expansão da produção das culturas (Tabela 3) revela que as com maior taxa foram, respectivamente, amendoim (17,52%), mamona (16,34%), cebola (14,53%) e cana-de-açúcar (13,15%). Salientando-se o fato de

que as culturas do amendoim, cebola e mamona possuem pouca expressão (0,008%) dentre os 20.221.193 ha cultivados (Tabela 1), conclui-se que a cana-de-açúcar apresentou a maior taxa de expansão da produção, sendo que esta taxa é explicada sobretudo pelo efeito substituição, com 8,43% dos 13,15% de crescimento anual apresentado.

De maneira análoga, a expansão da produção de soja (4,35% a.a.) teve como maior condicionante o efeito substituição (3,66% a.a.). Já a produção de milho, teve no efeito rendimento de 2,02% a.a. a maior explicação da taxa de expansão de sua produção (2,83% a.a.).

Tabela 3 - Taxa média anual de crescimento para: quantidade produzida (EQP), efeitos área (EA), escala (EA) e substituição (ES), e rendimento e variação do valor bruto da produção (VVBP) das culturas selecionadas no estado de Goiás entre 2000 e 2010.

	EQP%	EA%	EE%	ES%	ER%	VVBP	VBP/ha	
Abacaxi	-0,7	-0,82	-0,22	-0,6	0,12	-3.711.490	19.280	
Algodão herb.	-2,43	-5,76	-0,28	-5,48	3,54	-249.173.600	8.335	
Alho	6,16	1,42	-0,2	1,62	4,67	51.360.807	39.713	
Amendoim	17,52	13,96	-0,11	14,07	3,13	4.256.034	4.156	
Arroz	0,12	-2,55	-0,24	-2,31	2,75	1.666.555	1.416	
Batata-doce	-8,1	-7,82	-0,3	-7,52	-0,31	-346.831	2.300	
Batata-inglesa	10,84	8,28	-0,15	8,43	2,36	113.278.732	25.702	
Cana-de-açúcar	13,15	12,38	-0,12	12,5	0,69	1.024.448.916	3.073	
Cebola	14,53	13,37	-0,11	13,48	1,03	60.789.595	36.569	
Cevada	-50,67	-50,67	-1,08	-49,59	0	-1.889.079	1.601	
Ervilha	-2,71	-3,64	-0,25	-3,39	0,96	-864.813	3.359	
Feijão	1,98	-0,51	-0,22	-0,29	2,5	105.528.724	2.527	
Mamona	16,34	20,12	-0,08	20,2	-3,14	975.495	475	
Mandioca	1,65	0,7	-0,21	0,91	0,94	16.204.429	4.419	
Melancia	7,55	1,02	-0,2	1,22	6,46	49.103.499	9.857	
Milho	2,83	0,8	-0,21	1	2,02	358.741.198	1.387	
Soja	4,35	3,48	-0,18	3,66	0,84	1.523.853.339	1.921	
Tomate	5,27	4,07	-0,18	4,24	1,16	191.428.168	19.068	
Trigo	15,43	4,05	-0,18	4,23	10,94	35.612.788	1.846	
	Sub total culturas temporárias						3.281.262.464	
Pastagem	0,83	-0,98	-0,22	-0,76	1,83	1.136.762.662	682	
				TOTAL		4.418.025.126		

Fonte: resultados da pesquisa

Apesar da redução da área de pastagens, apresentada na Tabela 2, verifica-se, na Tabela 3, um aumento de 0,83% ao ano na quantidade de rebanho bovino no Estado, explicado pelo aumento de 1,83% ao ano no rendimento das pastagens em detrimento à redução de 0,98% ao ano em área das mesmas.

Com relação à variação do valor bruto da produção, a Tabela 3 mostra que a variação da composição das culturas ao longo do período gerou um saldo positivo de R\$ 4.418.025.126 para o Estado, esse saldo foi sustentado principalmente pela expansão das áreas e, conseqüentemente, dos valores de produção de soja R\$ 1.523.853.339 e cana-de-açúcar 1.024.448.916 e pelo aumento da produtividade de pastagens da bovinocultura que, apesar da retração em área, e de ser uma das categorias de uso do solo com menor rentabilidade (R\$ 682/ha), gerou um saldo positivo de R\$ 1.136.762.662. Esse fato salienta a importância do fator tecnológico no aproveitamento de recursos escassos neste caso os solos, conforme salienta Abdala, Ribeiro Lee & Figueiredo (2010), ou seja, com aumento da produtividade dos solos destinados a bovinocultura foi possível aumentar a rentabilidade da produção pecuária e ainda liberar área para outros usos.

Apesar da acentuada contribuição do valor bruto da produção das culturas de soja e milho no saldo positivo, verifica-se na Tabela 3 que estas culturas estão entre as que apresentam menor valor bruto da produção por hectare. Considerando que o efeito escala foi negativo e que o efeito substituição foi positivo para essas culturas, conclui-se que as mesmas estejam substituindo culturas de menor valor para gerarem o saldo apresentado.

#### **4.2 Análise da especialização dos municípios em bovinocultura no estado de Goiás.**

O resultado do Quociente de Localização identificou, em 2010, 177 municípios com concentração da área em pastagens acima da média em Goiás (76,9%). Estes municípios foram agrupados e os resultados dos seus modelos Shift-Share foram submetidos, juntamente com os respectivos Quocientes de

Localização, à análise de correlação de Spearman, uma vez constatado que a distribuição dos dados não conferia normalidade à mesma. (Tabela 4).

Os resultados mostram que o Quociente de Localização foi significativamente correlacionado ao efeito área para a cultura da soja e cana de açúcar. O sinal negativo indica que quanto maior a concentração de pastagens, menor a de cana e soja. Este resultado sugere que as regiões em que as pastagens mais se concentram, são desfavoráveis à produção econômica de soja e cana. Segundo Abdala & Ribeiro Lee (2011) e Abdala & Castro (2010), as culturas de cana e soja tendem a pressionar as pastagens, deslocando as mesmas para regiões marginais.

O Quociente de Localização foi ainda positivamente correlacionado com as variações anuais de área, rendimento, localização geográfica e variação do valor bruto da produção da bovinocultura. Entretanto, o baixo valor do coeficiente de sugere que a maioria das regiões já eram especializadas em bovinocultura antes de 2000.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Spearman, entre as variáveis utilizadas no modelo shift-share

	QL	EAOC	EAC	EAS	EAM	ER	EA
QL	1,000	-,057	-,223**	-,303**	-,037	,323**	,161*
EAM	-,037	,380**	-,013	-,006	1,00	,197**	,086
ER	,323**	,211**	-,148	-,020	,197**	1,000	,202**
EL	,161*	,117	-,007	,161*	,088	,216**	,998**
SALDO	,044	,197**	,077	,219**	,126	,129	,886**
VVP	,301**	,212**	-,172*	,119	,147	,838**	,203**

Fonte: resultados da pesquisa

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

QL = concentração de pastagens em relação a média do estado

SALDO = saldo de área agropecuária final

EA = área final - área inicial

OC = outras culturas temporárias

P = pastagens

C = cana

S= soja

M = milho

EA;ER;EL= variação percentual anual de área;rendimento e localização geográfica para a bovinocultura

VVBP=variação do valor bruto da produção pecuária no período

O efeito Localização geográfica foi positivamente correlacionado ao aumento de área e rendimento, este resultado era esperado, uma vez que as regiões com maior aptidão para a atividade (EL) apresentam um conjunto de fatores de atratividade para a mesma, implicando em aumento de área, produção e valor bruto da produção. Entretanto, a baixa correlação entre EL e ER sugere que os empresários não estariam investindo em tecnologia que aumentasse a produtividade de pastagens nestas regiões, ou então que a principal vantagem comparativa destas regiões seria o preço das terras, indicando a preferência pela expansão extensiva da atividade.

O aumento de área de milho (EAm) estando correlacionado positivamente ao aumento do rendimento de pastagens (ER), indica ser este produto uma das matérias primas mais utilizadas para complementação das pastagens e consequente aumento da produtividade das mesmas.

O efeito rendimento (ER) apresentou acentuadamente maior correlação com a VVBP do que o efeito área (EA), confirmando ser o principal responsável pelo saldo positivo na variação do valor bruto da produção pecuária (Tabela 3).

Finalmente, é possível observar, ainda na tabela 4, que a variação da área de pastagens (EAP) esta positivamente correlacionada ao saldo de área total agropecuária. Chama a atenção o elevado valor deste coeficiente, indicando ser esta categoria a maior responsável pelo desflorestamento nas regiões de especialização da bovinocultura.

#### **4.3 Análise da especialização dos municípios em soja e milho no estado de Goiás.**

O resultado do Quociente de Localização identificou, em 2010, 42 municípios com concentração da área de soja acima da média em Goiás (12,14%). Estes municípios foram agrupados e os resultados dos seus modelos Shift-Share foram submetidos à análise de correlação de Pearson, após conferida a distribuição normal para os dados apresentados (Tabela 5).

Os resultados mostram que o Efeito Área para soja (EA-S) foi significativamente correlacionado ao Efeito Área para outras culturas (EA-OC). O



sinal positivo indica que a soja não esta competindo com essa categoria. De fato, a correlação significativa e com valor negativo, entre o EA-S e o Efeito Área para pastagem (EA-P), indica ser esta a categoria preferencialmente substituída pela soja, além disso, tal fato apoia a análise anterior (Tabela 3) que indicou que a soja estaria substituindo culturas de menor valor.

Tabela 5 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas no modelo Shift-Share

Variáveis	EA-S	SALDO	EL-S	VVBP-S
EA-OC	<b>,335*</b>	0,13	<b>,327*</b>	0,29
SALDO	<b>-,329*</b>	1,00	<b>-,343*</b>	0,28
EA-C	-0,25	0,24	-0,25	-0,01
VVBP-M	0,09	,235	0,09	<b>,730**</b>
QL-M	0,02	0,13	0,03	<b>,351*</b>
EA-SOJA	1,00	<b>-,329*</b>	<b>,998**</b>	<b>,358*</b>
ER-S	<b>,352*</b>	<b>-,306*</b>	<b>,364*</b>	0,15
VVBP-S	<b>,358*</b>	0,28	<b>,356*</b>	1,00
QL-S	-0,14	0,27	-0,13	<b>,337*</b>
EA-P	<b>-,385*</b>	<b>,818**</b>	<b>-,407**</b>	0,02

Fonte: resultados da pesquisa

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

QL = concentração de soja ou milho em relação a media do estado

SALDO = saldo de área agropecuária final

EA = área final - área inicial

OC = outras culturas temporárias

P = pastagens

C = cana

S= soja

M = milho

EA;ER;EL= variação percentual anual de

área;rendimento e localização geográfica para a soja

VVBP=variação do valor bruto da produção pecuária no período

O EA-S também foi negativamente correlacionado ao saldo agropecuário, indicando que, nos municípios com maior expansão desta cultura, pode ter havido reflorestamento, uma vez que o saldo agropecuário diminuiu. Entretanto, o EA-P acentuadamente correlacionado ao saldo indica ser a categoria pastagem a maior responsável pelos desflorestamentos nesses municípios.

Estas correlações entre os EA-S, EA-P e Saldo agropecuário, confirmam as evidências da literatura (FBOMS, 2004), as quais indicam que a expansão da soja substitui áreas de pastagem, deslocando esta categoria para outras regiões nas quais ela se torna responsável pelos desflorestamentos.

O saldo agropecuário foi ainda negativamente correlacionado ao Efeito Rendimento para soja (ER-S), indicando que regiões com maiores incrementos em rendimento correspondem a regiões com diminuição no saldo agropecuário. Este fato sugere que a maior capacitação técnica do produtor de soja estaria relacionada a uma maior conscientização fiscal ou ecológica.

O Efeito Localização Geográfica para soja (EL-S) foi positivamente correlacionado com as variações anuais de área, rendimento, produção e variação do valor bruto da produção desta cultura. Este resultado era esperado, uma vez que as regiões com maior aptidão para a atividade apresentam um conjunto de fatores de atratividade para a mesma (EL), implicando em aumento de área, produção e valor bruto da produção.

Finalmente, a Variação do Valor Bruto da Produção de Soja (VVBP-S) positivamente correlacionado à VVBP-Milho, ao Quociente de Localização para o Milho (QL-M) e ao QL-Soja, confirmam a associação dessas duas culturas. Além disso, uma vez que o conceito de VVBP agrupa as variáveis referentes à área e rendimento para as culturas, este resultado confirma os efeitos em incremento de produtividade devido à associação entre as mesmas.

#### **4.4 Análises do Sistema de Informações Geográficas**

A terceira etapa deste trabalho consistiu na elaboração dos mapas: saldo de área agropecuária, riscos hidrológicos e de degradação dos solos e relação entre disponibilidade e demanda hídrica.

##### **4.4.1 Saldo de área agropecuária**

O mapa de saldo de área agropecuária é fruto do resultado do modelo Shift-Share, assim, o resultado indica expansão ou retração da área agropecuária ao longo do período analisado. A Figura 3 apresenta o resultado do saldo agropecuário

ao longo do período. Os municípios que apresentaram maior redução de área agropecuária, foram Crixás (-267.887 ha); Niquelandia (-194.014 ha); Nova Crixás(-124.547 ha) e Vila Propício(-121.788 ha).

Entende-se que esta redução de área ocorreu em função da alteração metodológica promovida pelo IBGE (2006). Apesar desta alteração, que reincorporou determinadas categorias de pastagens naturais à de remanescentes florestais, estes municípios carecem de investigação, e sobretudo, fiscalização, no sentido de se evitar o pastejo nestas áreas uma vez que segundo IDS-IBGE (2008), tal atividade é particularmente danosa devido ao acentuado endemismo de plantas medicinais do Cerrado, especialmente em áreas de cerrado ralo.

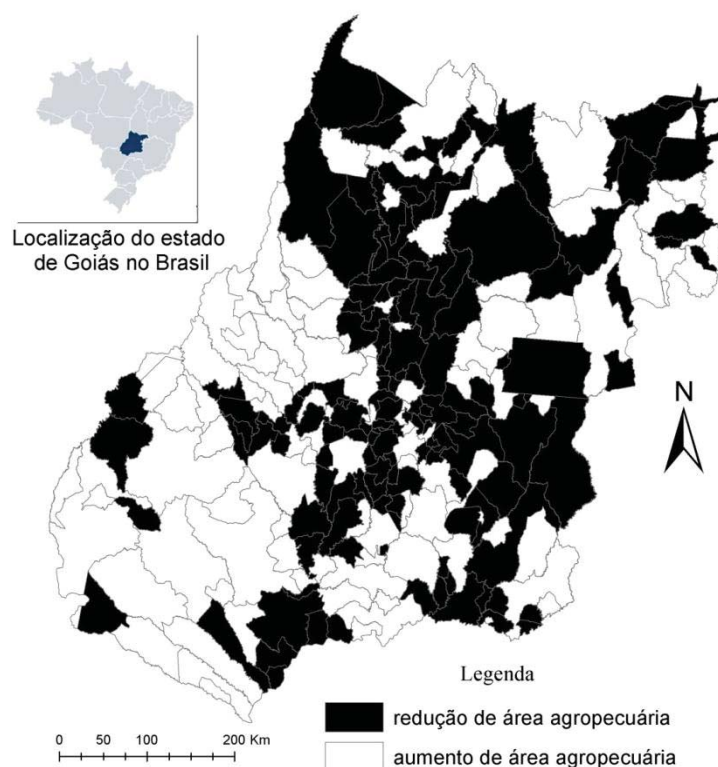


Figura 3 – Mapa indicador de variação de área agropecuária para os municípios do estado de Goiás e DF. Fonte: elaboração dos autores.

Os municípios que apresentaram maior expansão de área agropecuária foram São João da Paraúna (156.317 ha); Serranópolis (133.527 ha); Mineiros (126.699 ha) e Cristianópolis (101.763 ha). Apesar da alteração metodológica do censo

agropecuário de 2006 dificultar comparações com dados obtidos via sensoriamento remoto, tal alteração não afetaria significativamente os resultados referentes ao aumento de área agropecuária, uma vez que estas áreas são caracterizadas pelo elevado padrão de aptidão agrícola dos solos e, portanto, com baixa presença das categorias que foram revertidas para matas naturais (cerrado ralo, campo sujo, capoeirão).

#### **4.4.2 Risco de contaminação por percolação promovido pela bovinocultura**

O risco de contaminação por percolação é apresentado na Figura 4. Observa-se que as áreas que apresentaram maior risco de contaminação das águas subterrâneas estão localizadas nas regiões centro-oeste, noroeste e sudoeste do Estado. Tais regiões são caracterizadas por apresentarem solos mais planos, menor densidade de drenagem, pastagens com maior rendimento e concentração da bovinocultura acima da média do Estado. Tais condições conferem, a essas regiões, elevado risco de acúmulo de contaminantes na superfície com potencial de percolação para águas subterrâneas.

Correll (1999) e Zhang et al. (2001) alertam para o risco de percolação de nitrato dos campos em que altas doses de esterco são aplicadas, ou dos pontos de confinamento, com a transferência de patógenos e ameaças particulares, como os antibióticos, para a qualidade da água potável, com a possível contaminação do lençol freático e rios.

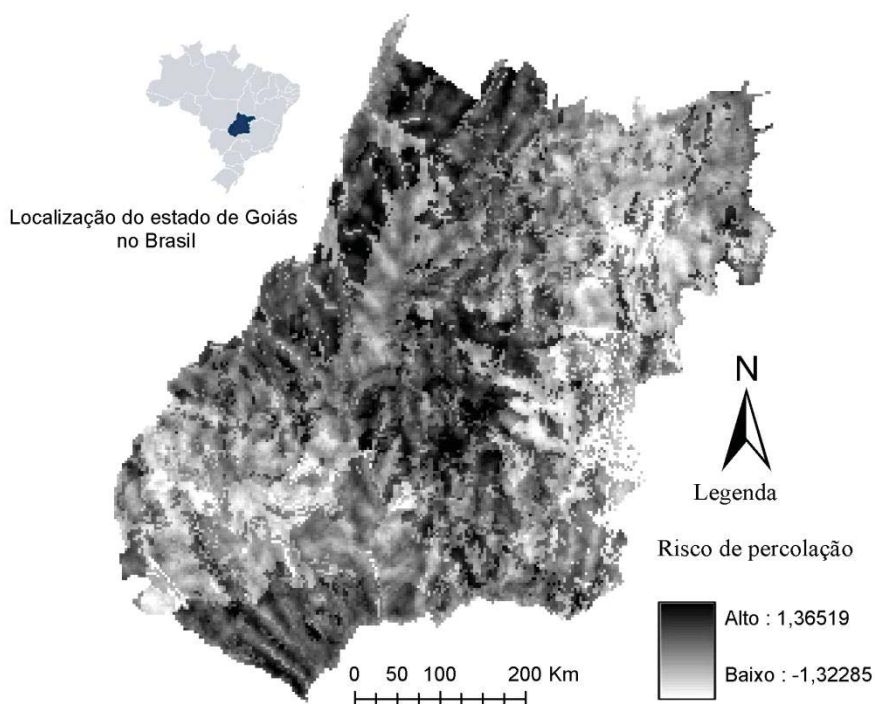


Figura 4 – Mapa de risco de contaminação hídrica por percolação de poluentes da bovinocultura no estado de Goiás.  
 Fonte: elaboração dos autores.

#### 4.4.3 Riscos de contaminação hídrica por escoamento superficial e de degradação dos solos promovidos pela bovinocultura

A Figura 5 apresenta o mapa de riscos de contaminação hídrica por escoamento superficial e de degradação dos solos. De maneira geral, as regiões que evidenciaram os maiores riscos analisados situam-se ao longo dos limites norte e oeste do estado. Estas regiões são caracterizadas por apresentarem solos mais declivosos, elevada rede de drenagem, baixo rendimento de pastagens e elevada concentração de bovinocultura.

O baixo rendimento de pastagens é característica do processo de degradação das mesmas sendo especialmente importante em climas onde ocorrem estações secas, pois nestes locais a produção de biomassa é irregular, resultando em uma série de problemas ambientais, incluindo a erosão do solo, degradação da vegetação, liberação de carbono a partir da decomposição de matéria orgânica,

perda de biodiversidade devido às mudanças do habitat e prejuízos diversos ao ciclo da água, sendo que, nesse sentido, o setor pecuário é responsável por cerca de 55% da erosão e 33% da descarga de Nitrogênio e Fósforo em cursos de água doce (STEINFELD et al, 2006).

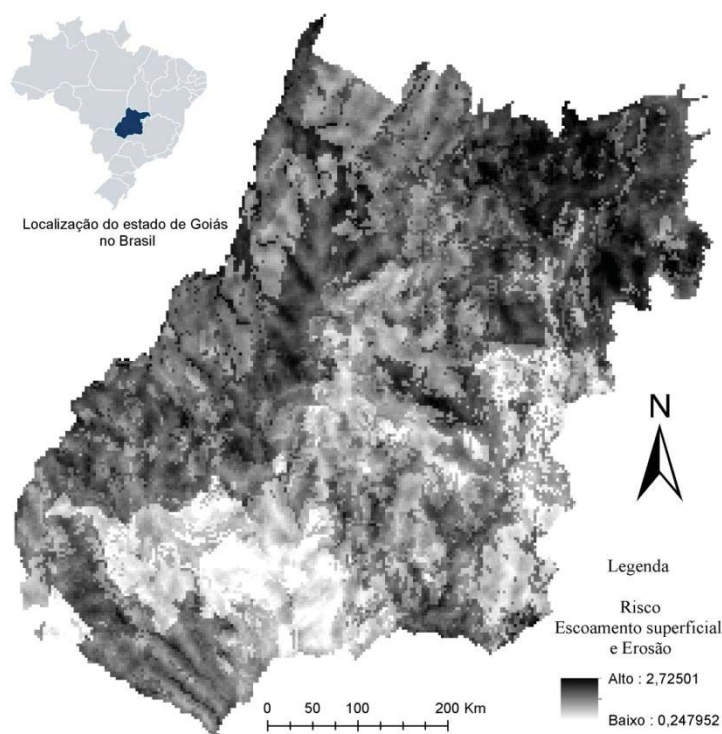


Figura 5 - Mapa de riscos de contaminação hídrica por escoamento superficial e de degradação dos solos provenientes da atividade da bovinocultura no estado de Goiás.

Fonte: elaboração dos autores.

A Tabela 6 apresenta ainda o resultado da análise de correlação entre os resultados dos mapas de riscos e os temas utilizados para o cálculo dos mesmos. Observa-se que as áreas de maior concentração da bovinocultura (QL) estão mais correlacionadas às regiões de risco de contaminação por percolação (RP) do que as regiões sujeitas aos riscos de degradação dos solos e contaminação hídrica por escoamento superficial (REE). O índice de concentração da bovinocultura (QL) foi inversamente correlacionado ao rendimento das pastagens (R), tal situação alerta para as áreas de maior risco de degradação dos solos e contaminação por escoamento superficial, uma vez que o baixo rendimento de pastagens é fator de agravamento para esta categoria de risco.

Tabela 6 – Correlação espacial entre os mapas de risco e as variáveis utilizadas no cálculo dos mesmos

TEMAS	QL	R P	R E E	R	V	Dd
QL	1,00000	0,64634	0,37376	-0,87982	-0,29441	-0,78628
RP	0,64634	1,00000	-0,46010	0,40353	-0,72172	-0,49201
REE	0,37376	-0,46010	1,00000	-0,51773	0,53386	-0,32573
R	-0,87982	0,40353	-0,51773	1,00000	-0,68155	-0,58660
V	-0,29441	-0,72172	0,53386	-0,68155	1,00000	-0,62809
Dd	-0,78628	-0,49201	-0,32573	-0,58660	-0,62809	1,00000

Fonte: resultados da pesquisa

O tema vulnerabilidade dos solos (V) foi o que conferiu maior explicação ao risco de contaminação por percolação com um  $R^2$  de 49%. Como este tema é um indicador de escoamento, era esperado o sinal negativo na correlação, indicando que áreas mais planas estão mais sujeitas à contaminação por percolação. Já o risco de contaminação por escoamento superficial e degradação dos solos teve no rendimento das pastagens (R) e na vulnerabilidade dos solos (V) os dois fatores que mais explicaram os resultados, com  $R^2$  de 25% para cada tema, resultado que concorda com a literatura (MANSO & FERREIRA, 2007; DIAS FILHO & FERREIRA, 2008; E STEINFELD ET ALL, 2006) que relata serem estes dois temas os maiores responsáveis pelos processos analisados.

#### 4.4.4 Riscos de contaminação hídrica por escoamento superficial e de degradação dos solos

A Figura 6 apresenta o mapa de riscos de contaminação hídrica por escoamento superficial e de degradação dos solos. As regiões que evidenciaram os maiores riscos analisados situam-se nas regiões sudoeste, sudeste e centro-leste do estado de Goiás.

É importante salientar que os municípios de Mineiros, Jataí, Chapadão do Céu, Portelândia e Perolândia, citados por Gomes et all, (2006) e Peres Filho (2003) como sendo a região de afloramento do aquífero Guarani, estão localizados na

porção sudoeste, e portanto, em regiões de médio a alto risco de contaminação hídrica por escoamento superficial.

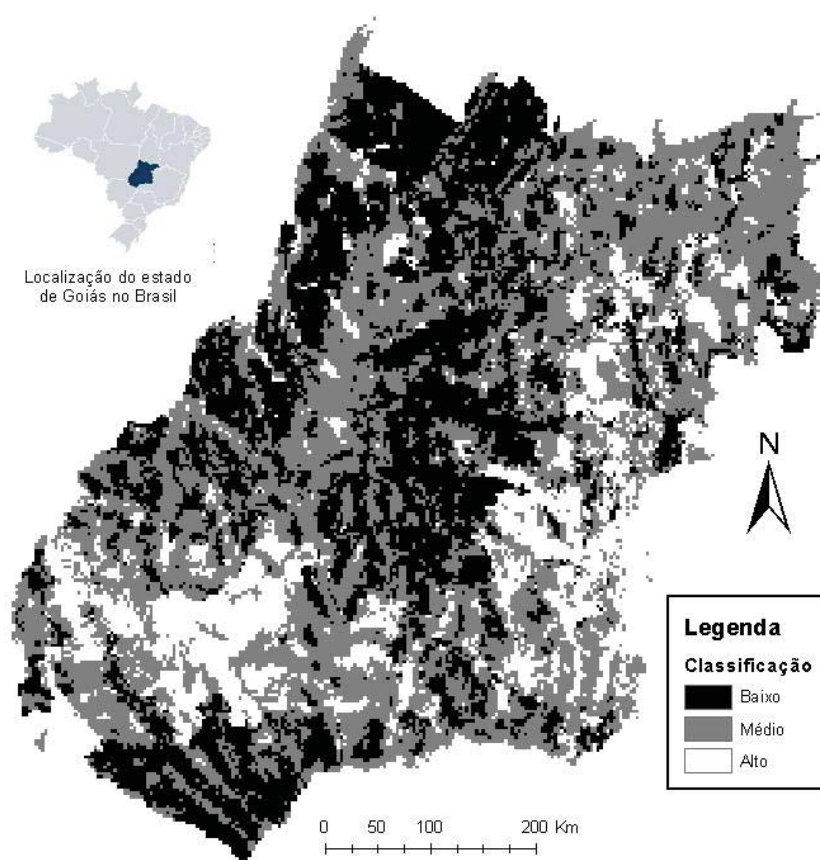


Figura 6 - Mapa de riscos de contaminação hídrica por escoamento superficial de poluentes e degradação dos solos pelas culturas de soja e milho no estado de Goiás e DF. Fonte: elaboração dos autores

Finalmente, a análise dos resultados de comparação entre as bacias hidrográficas com situação crítica em termos de disponibilidade hídrica e os municípios especializados nas culturas de soja e milho (Figura 7) revelou que dos 42 municípios, 15 pertencem às bacias consideradas como tendo relação hídrica preocupante, com destaque para os municípios de Cristalina e Luziânia e para o DF, com elevado índice de desmatamento.



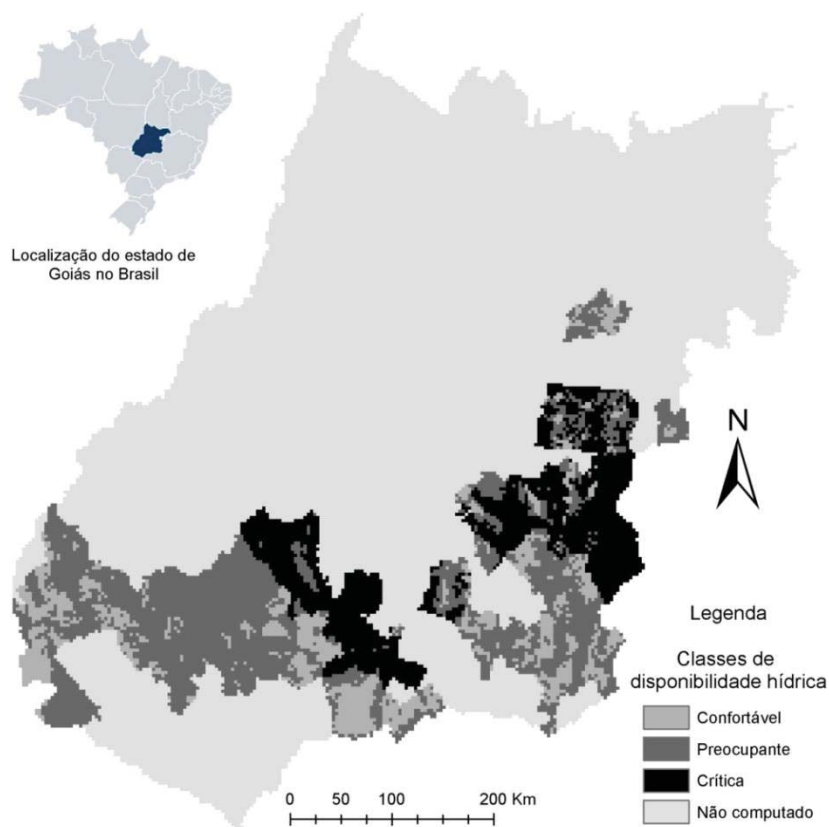


Figura 7 – Mapa de localização dos municípios especializados em soja e milho segundo as classes de disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas.

Fonte: elaboração dos autores

A Tabela 7 apresenta a relação entre a área irrigada pelos sistemas tipo pivot central, a área total de culturas irrigáveis, com exceção das culturas de soja e milho, e o superávit de área irrigada nos municípios especializados em soja e milho, para os anos de 2006 e 2010. Os dados mostraram que dos 42 municípios especializados, 38 apresentam sistemas de irrigação e dentre esses, 23 apresentaram superávit de área irrigada.

Este superávit indica a área irrigada para culturas de soja, milho, cana e pastagem, sendo possível inferir que a maior parte desta área estaria sendo utilizada para as culturas de soja e/ou milho, vez que os municípios são especializados nessas culturas. Dessa forma, a área irrigada para a soja e/ou milho nos municípios especializados nessas culturas equivale a aproximadamente 20% da área total irrigada nestes municípios.

Tabela 7 – Comparação entre área total irrigada (AI), área de outras culturas irrigáveis (AOC) e Superávit de área irrigada (SAI) pelos sistemas tipo pivot central para os municípios especializados em soja e milho no estado de Goiás e DF em 2006 e 2010.

MUNICÍPIO	AI 2006 (a)	AOC 2006 (b)	SAI 2006 (a)-(b)	SAI 2006 (%)	AOC 2010 (c)	SAI 2010 (a-c)	SAI 2010 (%)
Turvelândia	1655	50	1605	97,0	30	1625	<b>98,2</b>
Maurilândia	1083	50	1033	95,4	30	1053	<b>97,2</b>
Ipameri	3330	555	2775	83,3	2127	1203	36,1
<b>Acreúna</b>	2179	415	1764	81,0	365	1814	<b>83,2</b>
<b>Goiatuba</b>	3416	700	2716	79,5	1200	2216	64,9
Bom Jesus de Goiás	3395	850	2545	75,0	150	3245	<b>95,6</b>
<b>São João da Paraúna</b>	660	200	460	69,7	220	440	66,7
<b>Vicentinópolis</b>	3383	1080	2303	68,1	1205	2178	64,4
Santa Helena de Goiás	656	210	446	68,0	0	656	<b>100,0</b>
Santo Antônio da Barra	1049	400	649	61,9	50	999	<b>95,2</b>
<b>Paraúna</b>	7011	2735	4276	61,0	2265	4746	<b>67,7</b>
Inaciolândia	739	300	439	59,4	280	459	<b>62,1</b>
<b>Edeia</b>	942	383	559	59,3	255	687	<b>72,9</b>
Cachoeira dourada	849	410	439	51,7	400	449	<b>52,9</b>
Itumbiara	1375	700	675	49,1	600	775	<b>56,4</b>
<b>Joviânia</b>	797	500	297	37,3	511	286	35,9
Porteirão	76	50	26	34,2	40	36	<b>47,4</b>
Catalão	5063	3565	1498	29,6	3000	2063	<b>40,7</b>
Campo Alegre de Goiás	5426	4368	1058	19,5	5068	358	6,6
<b>Vianópolis</b>	1528	1390	138	9,0	1110	418	<b>27,4</b>
<b>Edealina</b>	690	1120	0	0	465	225	<b>32,6</b>
Cabeceiras	4466	7760	0	0	3370	1096	<b>24,5</b>
Água Fria de Goiás	7859	9600	0	0	7241	618	<b>7,9</b>
Cristalina	42380	47543	0	0	54503	0	0
Luziânia	5459	27120	0	0	22835	0	0
Total Goiás DF	191512						
Total Mun esp soja	126616		25701	20,3		27645	21,8

Fonte: SIEG –GO – elaboração: autores

A Tabela 7 destaca ainda os municípios com superávit de área irrigada para as culturas de soja e/ou milho e que se localizam em regiões de elevado risco de erosão e com disponibilidade hídrica preocupante. Tais municípios, localizados na

região centro sul da Figura 5, apresentam acentuada ameaça em seus mananciais hídricos devido ao consumo de água pela irrigação e ao risco de assoreamento dos canais decorrentes dos processos erosivos.

Finalmente, observa-se na Tabela 7 o aumento de superávit de área irrigada para as culturas de soja e/ou milho para o ano de 2010 em relação ao ano de 2006, na maioria dos municípios, indicando que nestes houve a substituição da categoria outras culturas irrigadas pelas culturas de soja e/ou milho irrigados, aumentando assim, o uso de água de irrigação para soja e/ou milho.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de bovinocultura é a mais expressiva, em termos de uso e ocupação do solo, no estado de Goiás, ocupando cerca de 77% da área agropecuária do Estado. Apesar dessa expressão, a atividade apresentou-se como uma das produtoras de menor valor bruto da produção por hectare. Entretanto, devido ao aumento do rendimento das pastagens, a bovinocultura mostrou ser a segunda maior responsável pelo aumento do valor bruto da produção agropecuária de Estado.

Já as produções de soja e milho ocupando 63% da área de culturas temporárias, são respectivamente a primeira e a quarta culturas dentre aquelas responsáveis pelo aumento do valor bruto da produção agropecuária no Estado ao longo do período 2000 a 2010. Apesar de estas culturas gerarem um dos menores valores brutos da produção por hectare, tal contribuição decorreu do fato de que essas culturas substituíram, preferencialmente, a categoria de pastagens, a qual tem gerado o menor valor bruto de produção por hectare.

Mesmo estando amplamente distribuída ao longo do território Goiano, foi possível a identificação de 177 municípios especializados na atividade de bovinocultura. Para esses municípios, a principal categoria que as pastagens substituem é a de remanescentes de Cerrado, seguidas das de soja e cana-de-açúcar, indicando que as áreas aptas para bovinocultura apresentam menor aptidão para essas outras categorias.

Foi possível ainda a identificação de 42 municípios especializados em soja e milho, entretanto, tais municípios concentram-se mais nas regiões centro sul do Estado, alguns deles com elevado grau de desmatamento. Entretanto, a expansão dessas culturas nessas regiões substituiu preferencialmente as áreas de pastagem, não sendo, portanto, diretamente as responsáveis pelo processo de desmatamento observado. Apesar disso, ao substituírem o cultivo de pastagens, as culturas de soja e milho deslocam esse cultivo para outras áreas, nas quais ele se torna o maior responsável pelo desflorestamento.

As áreas que apresentaram maior risco de contaminação das águas subterrâneas pela bovinocultura foram identificadas como pertencentes às regiões

centro-oeste, noroeste e sudoeste do Estado. Tais áreas são caracterizadas por apresentarem solos mais planos, menor densidade de drenagem, pastagens com maior rendimento e concentração da bovinocultura acima da média do Estado. Essas condições conferem a estas regiões risco elevado de acúmulo de contaminantes na superfície com potencial de percolação para águas subterrâneas.

Já as regiões que evidenciaram os maiores riscos de degradação dos solos e contaminação hídrica por escoamento superficial situam-se no perímetro norte e oeste do estado. Estas regiões são caracterizadas por apresentarem solos mais declivosos, elevada rede de drenagem, baixo rendimento de pastagens e elevada concentração de bovinocultura.

As áreas que apresentaram maiores riscos hidrológicos devido às culturas de soja e milho foram identificadas como pertencentes às regiões: centro-leste, sudeste e sudoeste do Estado. Tais áreas são caracterizadas por apresentarem solos mais declivosos, elevada rede de drenagem e concentração da produção de soja e milho acima da média do Estado, gerando maiores riscos de degradação dos solos e contaminação hídrica por escoamento superficial.

De modo geral, os municípios com maior especialização em bovinocultura estão mais associados a áreas de risco de contaminação por percolação do que por escoamento superficial, entretanto, o resultado da correlação entre os mapas indicou que quanto mais elevada a especialização dos municípios menor o rendimento de pastagens desses, logo, atenção especial deve ser dada as áreas de risco de degradação dos solos e contaminação por escoamento, pois a característica de baixo rendimento potencializa acentuadamente esses riscos.

A região de afloramento do aquífero Guarani, localizada na porção sudoeste de Goiás, apresentou médio a alto risco de contaminação hídrica por escoamento superficial, promovido pelas culturas de soja e milho, justificando atenção especial das autoridades ambientais.

Dos 42 municípios especializados em soja e milho, 15 pertencem às bacias consideradas com relação hidrológica de deficiência hídrica crítica, com destaque para os municípios localizados na região centro sul do Estado e para o DF, uma vez que combinam as características de região de elevado risco de erosão com

disponibilidade hídrica preocupante, além disso, a maioria dos municípios que irrigam preferencialmente as culturas de soja e/ou milho localiza-se nessa região.

Os resultados apresentados constituem subsídios para formulação de políticas agrícolas e ambientais, conforme proposto por Cunha (2005), o qual sugere que as informações levantadas por sistemas de informação geográfica (SIG) sejam combinadas em um índice de “risco ambiental da agricultura” (IRAA). Tal índice seria utilizado para a elaboração de mapas que fornecerão preciosos subsídios a Relatórios de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) que orientarão os projetos públicos e privados.

A associação das metodologias de Sistema de Informações Geográficas, Análise Diferencial-Estrutural, Medidas de Especialização e Análise de Correlações mostrou ser mais esclarecedora do que qualquer delas utilizadas isoladamente ou em grupos para abordar a questão proposta neste trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS

ABDALA, K. O.; CASTRO, S. S. **Dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, estado de Goiás, Brasil.** Rio de Janeiro RBC - Revista Brasileira de Cartografia n° 62/4, dezembro 2010.

ABDALA, K.O. ; RIBEIRO LEE, F. . **Análise dos Impactos da Competição pelo Uso do Solo no Estado de Goiás Durante o Período 2000 a 2009 Provenientes da Expansão do Complexo Sucroalcooleiro.** Revista Brasileira de Economia (Impresso), v. 65, p. 373-400, 2011

ABDALA, RIBEIRO LEE & FIGUEIREDO. Expansion of sugar-alcohol sector and food production: an analysis of the stock. IN:**VII Internacional PENSA Conference. Economic crisis:food, fiber and bioenergy chains.** São Paulo, november26-28, 2010.

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Mapa das Plantas Frigoríficas.** Disponível em [http://www.abiec.com.br/2\\_mapa.asp](http://www.abiec.com.br/2_mapa.asp) Acesso em: 17 nov 2011.

ALLER, L.; BENNET, T.; LEHR, J.H. AND PETTY, R.J .- **DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potencial using hydrogeological setting.** U.S.EPA Report 600/2-85/018; 198

BARBOSA, C.C.F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento.** São José dos Campos, SP, 1997. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE.

CRHISTOFOLETTI, A. **A morfologia de bacias de drenagem.** Notícias Geomorfológicas, Campinas, v.18, n.36, p.130-2, 1978

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. **Hotspot Revisitados**. 2005. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/HotspotsRevisitados.pdf>. Acesso em: 02 dez 2011.

CORRELL, D.L. **Phosphorus**: a rate limiting nutrient in surface waters. *Poultry Science*, 1999, 78(5): 675–682.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. 2001. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento territorial**. São José dos Campos. SAE/INPE. (INPE-8454-RPQ/722).

CUNHA, A.S. **Oportunidades para a coordenação de políticas agrícolas e ambientais no Brasil**. CEPAL - Serie Medio ambiente y desarrollo. Santiago Chile: Nações Unidas, outubro del 2005.

CUNHA, G. **Plantio direto**. 39.ed. São Paulo: IEA, 1997. 28p.

DEDECEK, R.A.; RESK, D.V.S.; FREITAS, J.E. **Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.10, p.265-272, 2006

DIAS FILHO, M. B.; FERREIRA, J.N. Influência do pastejo na biodiversidade do ecossistema da pastagem. In: Pereira, O. G.; Obeid, J. A.; Fonseca, D. M. da; Nascimento Júnior, D. do. (Ed.). **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008, p. 47-74.

EMBRAPA – CNPSO. **Soja em números (safra2010/2011)**. Disponível em [http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=294&cod\\_pai=17](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=17) acesso 02 dez 2011



FBOMS - Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Relação entre cultivo de soja e desmatamento. Brasília: FUNDAÇÃO ESQUEL, 2004.**

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; SPADOTTO, C. A.; PEREIRA A. S. **Caracterização das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: base para uma proposta de gestão sustentável.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?z=p&o=2> .Acesso em: 11 dez 2011.

IBGE - **Produção Agrícola Municipal** -Tabela 1612- Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=3> Acesso em: em 06 dez 2011.

IBGE (2010). **Produção pecuária municipal.** Rio de Janeiro, v. 38, p.1-65, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf> Acesso em: 10 nov 2011.

IDS-IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável:** Brasil 2008. Rio de Janeiro: IBGE o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008.

IMAGEM- WWF BRASIL. **Mapa de vulnerabilidade ambiental do Estado de Goiás, Brasil.** S. J. Campos: Soluções de Inteligência Geográficas, 2004.

LOPES, A. S. **Desenvolvimento regional .** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN 972-31-0106-8, 2001

MANSO, K. E FERREIRA, O. **Confinamento de bovinos**: estudo do gerenciamento dos resíduos. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc64/> Acesso em: 24/09/2011.

MATOS, B. A. ; TEIXEIRA, A.L.F. ; BURNETT, J. A. ; ZOPY, J.L.G ; FREITAS, M.A.S. . **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos nas 12 regiões hidrográficas do Brasil**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.

MDIC- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Balança comercial mensal - Dezembro 2011** Disponível em <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1161> > acesso 02 jan 2012

MINDRISZ, A. C. **Avaliação da contaminação da água subterrânea de Poços Tubulares, por combustíveis fósseis, no Município de Santo André, São Paulo: uma contribuição à gestão ambiental**. 2006. 231 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MOREIRA, C. G. **Fontes de crescimento das principais culturas do Rio Grande do Norte, 1981- 1992**. 1996. 109 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

MUELLER, C. **A sustentabilidade da expansão agrícola nos cerrados**. Instituto Sociedade, População e Natureza – Documento de Trabalho n.36, 1995

NARCISO, M.G., GOMES, L.P. **Análise espacial da área de influência do aquífero da Serra das Areias- carta de vulnerabilidades à poluição**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3851-3861

NOGUEIRA, M. P. **Os avanços da pecuária de corte**. Casa Branca SP:BIGMA, 2010. Disponível em: <http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=49> Acesso em: 07 dez 2011.

NOVAES, W. **Agenda 21 brasileira: bases para discussão**. Brasília: MMA - PNUD,2000.

ROOK, A.J.; DUMONT, B.; ISSELSTEIN, J.; OSORO, K.; WALLISDEVRIES, M.F.; PARENTE, G.; MILLS, J. **Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures** – a review. *Biological Conservation*, v.119, p.137–150, 2004.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C.; FEIGL,B.E.; BUCKNER, J.FORNARI, A.; SÁ, M.F.M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE-FILHO, S.P.; PAULLETI, V. & NETO, M.S. **O plantio direto como base do sistema de produção visando o seqüestro de carbono**. *Revista Plantio Direto*, 84:45-61, 2004.

SANTOS, T. C. C. & CÂMARA, J. B. D. (orgs.) **Geo Brasil 2002 – Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: IBAMA: PNUMA: MMA, 2002

SCHLESINGER, S. **Onde pastar? O gado bovino no Brasil**. – Rio de Janeiro: FASE, 2010.

SCHLESINGER, S. **A soja no Brasil**. Rio de Janeiro:FASE,2005

SIEG. **Base cartográfica e mapas temáticos do estado de Goiás**. Disponível em < <http://www.sieg.go.gov.br/>> acesso em 08 set 2011.

SILVA, E. B.; FERREIRA JÚNIOR, L.G.**Taxas de desmatamento e produção Agropecuária em Goiás - 2003 a 2007**. *Mercator* – v. 9, n.18, 2010: jan./abr.p121-134

SCHLESINGER, S. **Onde pastar? O gado bovino no Brasil.** – Rio de Janeiro: FASE, 2010.

SEPIN - Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas / SEGPLAN / Governo de Goiás - **Pesquisas Anuais - PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal – 2010.** Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/> Acesso em: 03 nov 2011.

SIEG. **Base cartográfica e mapas temáticos do estado de Goiás.** Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/> Acesso em: 08 set 2011.

SILVA, E. B.; FERREIRA JÚNIOR, L.G. **Taxas de desmatamento e produção Agropecuária em Goiás - 2003 a 2007.** Mercator – v. 9, n.18, 2010: jan./abr.p121-134

SILVERMAN, B.W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis.** New York: Chapman and Hall, 1986.176p.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAAN, C. **Livestock's long shadow.** Rome: (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006

TAVARES, É. C. N.; CARVALHO, T. B.; ZEN, S. **Rentabilidade econômica da bovinocultura de corte no estado de Goiás.** Porto Alegre: SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 26 a 30 de julho de 2009.

USDA - United States Department of Agriculture. **Livestock and Poltry: world markets and trade.** Disponível em: [http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2011/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2011/livestock_poultry.pdf) Acesso em: 18 jun 2012.

WORLD WILDLIFE FUND-WWF. **Repercussões Ambientais da Expansão da Soja no Cerrado e seus Vínculos com a Liberalização do Comércio e a Política Macroeconômica Brasileira.** Brasília: WWF Brasil, 1999.

ZEN, S. et.al. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE).** Piracicaba-SP. Esalq/Cepea, 2008.

ZHANG, H.; DAO, THANH H.; WALLACE, H.A.; BASTA, N.T.; DAYTON, E.A.; DANIEL T.C.. **Remediation techniques for manure nutrient loaded soils.** White paper summaries, National center for manure and waste management, 2001.

ZOCKUN, M. H. G. P. **A expansão da soja no Brasil: Alguns aspectos da produção.** Dissertação (Mestrado), USP/FEA, 1978.

APÊNDICE C - Fatores locacionais de atratividade para os complexos agropecuários  
no estado de Goiás

## Fatores locacionais de atratividade para os complexos agropecuários no estado de Goiás

Klaus de Oliveira Abdala, Francis Lee

### RESUMO

O estado de Goiás apresentou, em 2011, 95% dos solos ocupados pelos complexos: bovino, soja, milho e cana-de-açúcar. Estes complexos especializam as regiões cujos fatores locacionais de atratividade apresentam vantagens comparativas ao estabelecimento dos mesmos. O presente artigo identificou os fatores relacionados à infraestrutura como os que mais exercem atratividade aos complexos analisados e dentre estes fatores, a estrutura agrária, especificamente relacionada à qualidade dos solos, é a de maior influencia, seguida dos preços das terras. Foram relevantes também os fatores relacionados ao desenvolvimento humano (IFDM) e mercadológico (Ddt) da região. Na disputa por estes fatores locacionais, a cana-de-açúcar exerce maior poder de competição, seguida pela soja e milho. Estas culturas deslocam a pecuária para regiões marginais, com baixos valores para os fatores destacados. Os resultados apresentados neste trabalho tornam-se subsídios para a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento regional, com o potencial de prestar grande contribuição para o zoneamento agroecológico, econômico ecológico do Estado.

Palavras chave: complexos agropecuários, fatores locacionais, análise canônica.

### ABSTRACT

The state of Goiás presented in 2011, 95% of the land occupied by the complex cattle, soybeans, corn and sugar cane. These complexes specialize regions whose locational factors of attractiveness have comparative advantages to establishing them. The article identified the factors related to infrastructure as the most attractive to these complex and among these factors, the agrarian structure, specifically related to soil quality, is of greater influence, then land prices. Were also relevant factors

related to human development (IFDM) and market (Ddt). In the competition for these locational factors, the sugar cane has more power of competition, followed by soybeans and corn. These cultures moving livestock to marginal regions with low values for the factors highlighted. The results presented in this paper become subsidies for the development of public policies for regional development, with the potential to provide great contribution to the agro-ecological and economic ecological zoning state.

Keywords: agricultural complex, locational factors, canonical analysis.



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que mais se destacam na produção agropecuária mundial. Segundo a Organização Mundial do Comércio – WTO (2011), o país é o terceiro maior exportador agropecuário do mundo, atrás dos Estados Unidos e da União Européia. Com uma participação de 30% na economia nacional, o agronegócio vem se expandindo regularmente a cada ano. De acordo com o Ministério da Agricultura – MAPA (2012), a safra nacional de grãos do ciclo 2010/2011, chegará a 154 milhões de toneladas, um aumento de 3,4% em relação à safra passada.

Nesta ótica de expansão agropecuária, o estado de Goiás vem se destacando continuamente. De acordo com os dados do IBGE (2012), o Estado ocupa a 2ª posição na produção de sorgo e tomate, a 3ª posição na produção de algodão, a 4ª posição na produção de cana-de-açúcar e soja e a 5ª posição na produção de milho, além de deter o 4º maior rebanho bovino do país.

Apesar dessa representatividade na pauta nacional ser marcada por uma diversidade de produtos agropecuários, observa-se, atualmente, a predominância de quatro principais complexos: bovinos, soja, milho e cana-de-açúcar, responsáveis pelo uso e ocupação de aproximadamente 95% dos solos em Goiás. IBGE (2012)

Estes complexos se estabeleceram no estado de Goiás através de uma dinâmica de uso do solo caracterizada como um movimento de expansão de fronteiras agropecuárias, com elevada competição pelo uso do solo, segundo o qual o empresário capitalista decidiu pela instalação do seu empreendimento em locais de revelada vantagem comparativa<sup>22</sup>. Tal dinâmica ocorreu em função de estímulos governamentais, na forma de crédito e infraestrutura, criando as vantagens

---

<sup>22</sup> Segundo Porter (1986) as vantagens comparativas permitem comparar regiões, em um dado momento, de acordo com suas disponibilidades relativas de fatores de produção, quer sejam recursos naturais ou construídos, na forma de capital e estrutura produtiva. Assim, o empreendedor, ao decidir a localização de seu empreendimento, toma decisão, com base em um conjunto de opções disponíveis, no sentido de otimizar as oportunidades de aplicação do capital e sendo consideradas as vantagens comparativas que esta localidade pode oferecer.

comparativas que estimularam investimentos de capitais agroindustriais, como do complexo da soja, na década de 80 e do setor sucroalcooleiro, principalmente a partir de 2004.

Recentemente, Abdala & Lee (2011) identificaram a especialização produtiva de determinados municípios do estado de Goiás nos complexos: cana-de-açúcar, soja e bovinos que, competindo por espaços e recursos, ocuparam preponderantemente os locais que apresentavam vantagens comparativas à sua instalação.

Essas vantagens comparativas são denominadas, na literatura, fatores locais de atratividade, sendo analisadas pela teoria de localização. Procurando equacionar as variáveis que influenciavam na escolha dos locais de instalação das atividades econômicas, autores clássicos da teoria de localização identificaram, como principais determinantes da localização dos empreendimentos, os fatores custos, de transporte e trabalho, e o tamanho do mercado para as firmas. (MARTINS, 2010; RAMOS & MENDES, 2001; FUJITA et al, 1999; LEME, 1982).

Posteriormente, os estudos de localização das atividades econômicas ganham complexidade quando elementos climáticos, legislativos e institucionais foram incorporados às análises. (RAMOS & MENDES, 2001). Atualmente, novos pressupostos, procuram agregar explicações para as opções tomadas na localização dos empreendimentos.

Esta nova orientação à teoria de localização assenta em vários argumentos: a decisão de localização, que tem efeitos em longo prazo, suporta mais do que qualquer outra o efeito da incerteza; a empresa não pode considerar que está em um ambiente onde os preços são conhecidos ou previsíveis não podendo, portanto, apenas aplicar o cálculo econômico.

Diante disso, a melhor escolha já não é a procura de uma maximização dos resultados econômicos, mas sim de minimizar os riscos, adotando uma atitude probabilística, devendo-se colocar primeiramente os fatores de escolha cuja racionalidade não seja financeira (MARTINS, 2010).

Dentre as opções cuja racionalidade não seja financeira, destacam-se as opções pessoais como a afinidade do empreendedor pela região, proximidade geográfica, regiões de dinamismo consolidado, entre outras.

De acordo com Ramos & Mendes (2001) as escolhas fundamentadas em opções pessoais podem revelar-se ótimas, pois levavam à escolha de localizações perfeitamente conhecidas uma vez que as más escolhas são progressivamente eliminadas pela concorrência. Logo, a preferência pelas comodidades pessoais, que levem as empresas para as regiões de maior dinamismo econômico, traz resultados positivos, uma vez que, num futuro incerto, estas oferecem as melhores garantias, pois existe aí uma tendência para o crescimento, bem como para uma maior divulgação de todos os tipos de informação. Apesar dessa sistematização, os autores consideram que os fatores de localização não são os mesmos em todas as regiões.

Diante do contexto de complexidade para a definição dos fatores de localização, apresentado anteriormente, surge a seguinte questão: será possível atribuir a especialização dos municípios do estado de Goiás aos fatores locacionais de atratividade apresentados por esses municípios?

A análise dos fatores locacionais de atratividade, permitindo identificar quais as vantagens comparativas das localidades para os complexos analisados, estabelece subsídios para aplicação de políticas de desenvolvimento regional, tais como a elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico para o estado de Goiás, o estabelecimento de incentivos fiscais e/creditícios para o desenvolvimento das potencialidades regionais e para os estudos de impactos devido à concentração de complexos agropecuários em regiões de menor aptidão, além disso, constitui ferramenta para elaboração e análise de modelos prospectivos de equilíbrio geral.

Procurando responder a questão apresentada, este trabalho é dividido em cinco partes, incluindo a introdução. Na segunda parte, procura-se evidenciar os fatores locacionais de atratividade das regiões para os complexos analisados provendo subsídios às discussões e considerações finais. A terceira parte apresenta a metodologia, descreve o referencial analítico, o modelo e as variáveis a serem analisadas. A quarta parte apresenta os resultados e discussões que permitem tecer as considerações finais, apresentadas na quinta parte.

## **2 EVIDÊNCIAS DE FATORES LOCACIONAIS PARA OS COMPLEXOS ANALISADOS.**

Especificamente em relação aos complexos agropecuários analisados neste trabalho, foi possível encontrar na literatura evidências de fatores locacionais considerados pelos empreendedores ao se instalarem em novas regiões, as quais são apresentadas a seguir, agrupadas segundo os complexos agropecuários.

### **2.1 Complexo bovino**

A literatura relata uma dinâmica de deslocamento da produção pecuária para regiões de fronteira, uma vez que, economicamente, tal complexo é menos competitivo que o da cana e da soja. Além disso, sua exigência por condições de infraestrutura é menor que os demais, sobretudo pelo fato do empreendimento bovinocultura ainda apresentar elevada tolerância tecnológica, sendo possível a existência desde padrões de produção extensiva até os de elevado nível de confinamento. Mesmo assim, o fator locacional relacionado à logística de transportes vem sendo considerado como essencial na definição das regiões especializadas na atividade.

Silva (2007), analisando a governança e coordenação em cadeias agroindustriais da carne bovina no Brasil, constata, através de entrevistas com os produtores e processadores (frigorífico), que a cana-de-açúcar está substituindo as pastagens em regiões tradicionalmente produtoras de gado no estado de São Paulo, uma vez que traz um retorno financeiro maior e o trabalho com o seu cultivo é menor que o trabalho com o manejo com o gado.

Igreja et all (2008) evidenciam a importância dos fatores locacionais: qualidade dos solos, disponibilidade hídrica e proximidade de infraestrutura para a localização do complexo bovino. Entretanto, o autor também relata a vantagem na ocupação de espaços geográficos pela cana-de-açúcar no Brasil.

Segundo Xavier et all (2007) na logística de carne bovina devem ser consideradas as características particulares do produto, que requerem critérios rigorosos na escolha do transporte e nas condições da movimentação, uma vez que

a qualidade do transporte interfere diretamente na qualidade do produto final. Para os autores um componente fundamental para a competitividade dos frigoríficos é a disponibilidade de rebanho em áreas próximas, uma vez que o frete é um item importante dos custos.

Dessa forma, o deslocamento dos rebanhos para as novas regiões de fronteira, gerando a necessidade de aquisição de matéria-prima a grandes distâncias faz com que novas unidades de abate sejam ali instaladas, provocando deslocamento de muitos frigoríficos brasileiros anteriormente instalados em outras regiões. Este regime expansionista foi facilitado por linhas de financiamentos, para o desenvolvimento do setor, nas principais regiões de fronteira. Com isso, ocorreu uma evolução do abate na região Centro-Oeste, que chega a superar os abates da região Sudeste. (IEL, CNA E SEBRAE, 2000)

## **2.2 Complexo soja**

Apesar de o complexo soja ser mais competitivo do que o bovino na disputa por fatores locacionais, tal complexo apresenta maior dependência a determinados fatores, uma vez que a produção de soja, ao contrario da bovinocultura, apresenta baixa tolerância tecnológica<sup>23</sup>. Nesse sentido, o fator qualidade dos solos se torna essencial para a produção econômica desta cultura, pois a mecanização necessária exige solos mais planos e profundos.

Apesar da evidente importância da logística de transporte e armazenagem para o complexo soja estes não são os fatores primordiais na escolha da localização da produção, uma vez que a cultura é mais exigente em termos de condições naturais, especificamente as climáticas e pedológicas. Este fato explica o deslocamento da cultura para fronteiras com menor infraestrutura, mas que oferecem vantagens em condições naturais. Ademais, Martins et al, (2005) verificaram que a instalação da infraestrutura de suporte (estradas e armazéns) vem

---

<sup>23</sup> Segundo Waak (2000) sistemas menos tolerantes apresentam menor espaço para uso de tecnologias diferenciadas, ou seja, praticamente todos os participantes utilizam as mesmas tecnologias, que em geral, são as mais avançadas, constituindo verdadeiros pacotes tecnológicos.

sendo realizada a jusante da instalação das lavouras, sendo em alguns casos, realizadas com investimentos privados.

Segundo Lazzarini & Nunes (1998) apesar da velocidade da expansão da produção de soja estar condicionada a melhorias na infraestrutura, logística e de armazenagem, os autores citam o potencial bastante elevado do cerrado, como decorrente do elevado conhecimento de tecnologias para cultivo tropical, da disponibilidade de novas áreas, planas e extensas, para expansão da cultura e as ótimas condições edafo-climáticas, permitindo escala de produção mais elevada.

Para Pereira (2001), a existência de programas e fundos de desenvolvimento industrial inegavelmente se constitui em fator atrativo à imigração de empresas para as regiões de fronteiras. Entretanto, esses instrumentos estão exercendo efeitos bem menos significativos do que outros, como o fator locacional qualidade do solo, que leva a uma ampla oferta de matéria-prima (soja).

Queiroz e Silva et al (2010) chegam a conclusões semelhantes. Segundo os autores, de forma geral, as indústrias de processamento situam-se perto da matéria-prima, enquanto as indústrias de refino de óleos vegetais se localizam próximas dos grandes centros urbanos.

Verifica-se assim, que apesar da importância da logística de transporte e armazenagem, o complexo soja disputa preferencialmente o fator locacional qualidade dos solos para sua expansão.

### **2.3 Complexo cana de açúcar**

O complexo cana-de-açúcar é evidenciado na literatura como detentor de maior competitividade do que os complexos, bovino e soja, respectivamente (ABDALA & CASTRO, 2009; CARRIJO & MIZZIARA, 2009 E ABDALA & LEE, 2011), sugerindo que tal complexo teria primazia na escolha por regiões de melhor infraestrutura e condições naturais (edafo-climáticas)

Castro et al (2007) estudando a expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás concluem que a expansão da cana no Estado parece obedecer à ocorrência de solos com maior aptidão agrícola, configurando uma espécie de zoneamento

induzido e relacionado aos principais eixos rodoviários, garantindo assim, a exportação dos produtos.

Ao analisar 39 projetos do setor sucroalcooleiro e em pesquisa de campo realizada na Secretaria da Indústria e Comércio do Estado de Goiás (SIC), Carrijo & Mizziara (2009) verificaram que as justificativas das empresas sucroalcooleiras, para serem amplamente difundidas no estado de Goiás, são: preços das terras e dos arrendamentos menores que os praticados na região Sudeste e fatores geográficos como topografia plana, solo e clima favoráveis, disponibilidade de recursos hídricos, excelente infraestrutura urbana e grandes extensões de terras agricultáveis. Além disso, os autores concluíram, com base em entrevistas com os produtores agrícolas da região, que os proprietários do solo têm interesse em arrendar para a usina, uma vez que ela paga um valor bem mais alto que o comumente praticado.

Queiroz (2008), analisando os fatores influentes no processo de escolha da localização de usinas sucroalcooleiras em Goiás, conclui que os fatores mais relevantes estão relacionados à infraestrutura de transportes, energia, comunicação e mão-de-obra disponível, bem como aos fatores naturais (edafoclimáticos) e disponibilidade de terras. Segundo o autor, a infraestrutura logística de Goiás é considerada satisfatória, sendo composta pelos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário. Ainda mais porque está em fase de projeto a instalação no Estado de dutos para transporte de gás e de álcool.

Alves & Wander (2010) utilizam metodologia baseada em entrevistas para hierarquizar os fatores locacionais de competitividade das regiões do estado de Goiás para a implantação de usinas sucroalcooleiras. Os resultados indicaram que os fatores disponibilidade de área para plantação de cana-de-açúcar e logística do campo à usina de processamento foram considerados neutros, uma vez que o estado de Goiás possui satisfatoriamente essas condições, enquanto os outros fatores (natureza de fornecimento; qualidade do solo e recursos hídricos; condições ambientais e climáticas; tecnologia de produção; e tipos de colheita) foram considerados os mais favoráveis à competitividade da cadeia de produção da cana-de-açúcar.

Diante do que foi apresentado acima, pode-se concluir que, apesar da importância dos fatores relacionados à infraestrutura de logística, energia,

comunicações e mão-de-obra, o fator qualidade dos solos é o de maior importância para os três complexos, além disso, na competitividade entre estes, a cana-de-açúcar é mais competitiva do que a soja e esta é mais competitiva do que a bovinocultura, entretanto, ao considerarmos o conjunto de fatores locacionais, o fator qualidade dos solos pode perder sua importância relativa dentro do conjunto para regiões específicas (municípios), além disso, o atributo de qualidade para os solos é composto por um conjunto de variáveis como topografia, fertilidade e acidez e destas a fertilidade e a acidez podem ser corrigidas artificialmente com o uso de fertilizantes e corretivos (calcário).



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Referencial analítico

Esta seção apresenta uma breve descrição do referencial analítico a ser adotado no presente trabalho, bem como da justificativa para adoção do mesmo. Não tem a pretensão de elaborações sofisticadas da metodologia adotada, uma vez que a mesma é amplamente tratada em literaturas específicas, assim, detém-se na exposição que considera suficiente para entendimento das análises realizadas.

Segundo Johnson & Wichern (1988), quando os objetivos da investigação científica incluem a análise da natureza das relações de dependência entre as variáveis, a predição de uma ou mais variáveis, com base nas observações sobre outras variáveis e a construção ou teste de hipóteses, formuladas em termos de parâmetros multivariados de populações, os métodos multivariados são os mais apropriados.

Simões (2005) esclarece também que, quando as variáveis explicativas (independentes) da equação a ser ajustada apresentam significativo grau de auto correlação (o que gera multicolinearidade e previsível rejeição da significância dos parâmetros estimados) é recomendável a utilização das técnicas multivariadas.

A denominação “Análise Multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam, simultaneamente, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos (NETO, 2012).

Os métodos multivariados têm sido amplamente utilizados em economia regional no Brasil (MELO & PARRE, 2007; SILVA et al., 2005; RODRIGUES & SIMÕES, 2004; HADDAD, 1995; HADDAD *et al.*, 1989) dentre outros, existindo, para tanto, várias técnicas de análise multivariada, com finalidades bem diversas entre si.

Segundo Hair et al (2005) a opção por uma técnica específica obedece à premissa de dependência ou interdependência que há entre as variáveis, neste sentido, os autores evidenciam dois grupos: a) técnicas de dependência- Regressão

Múltipla e Correlação Múltipla, Análise Conjunta; Análise Discriminante Múltipla; Modelos Lineares de Probabilidade (Logit e Probit); Análise de Correlação Canônica; Análise Multivariada de Variância (MANOVA); Análise Multivariada de Covariância (MANCOVA) e Modelagem de Equações Estruturais e b) técnicas de interdependência – Análise Fatorial; Análise de Agrupamentos; Escalonamento Multidimensional e Análise de Correspondência.

Além do critério de dependência, outro fator importante a ser considerado na seleção da técnica adotada refere-se à escala utilizada na aferição das variáveis. Considerando estes dois fatores, Hair et al (2005) apresenta um esquema para auxiliar na seleção da melhor técnica a ser executada dentro da análise multivariada (Figura 1)

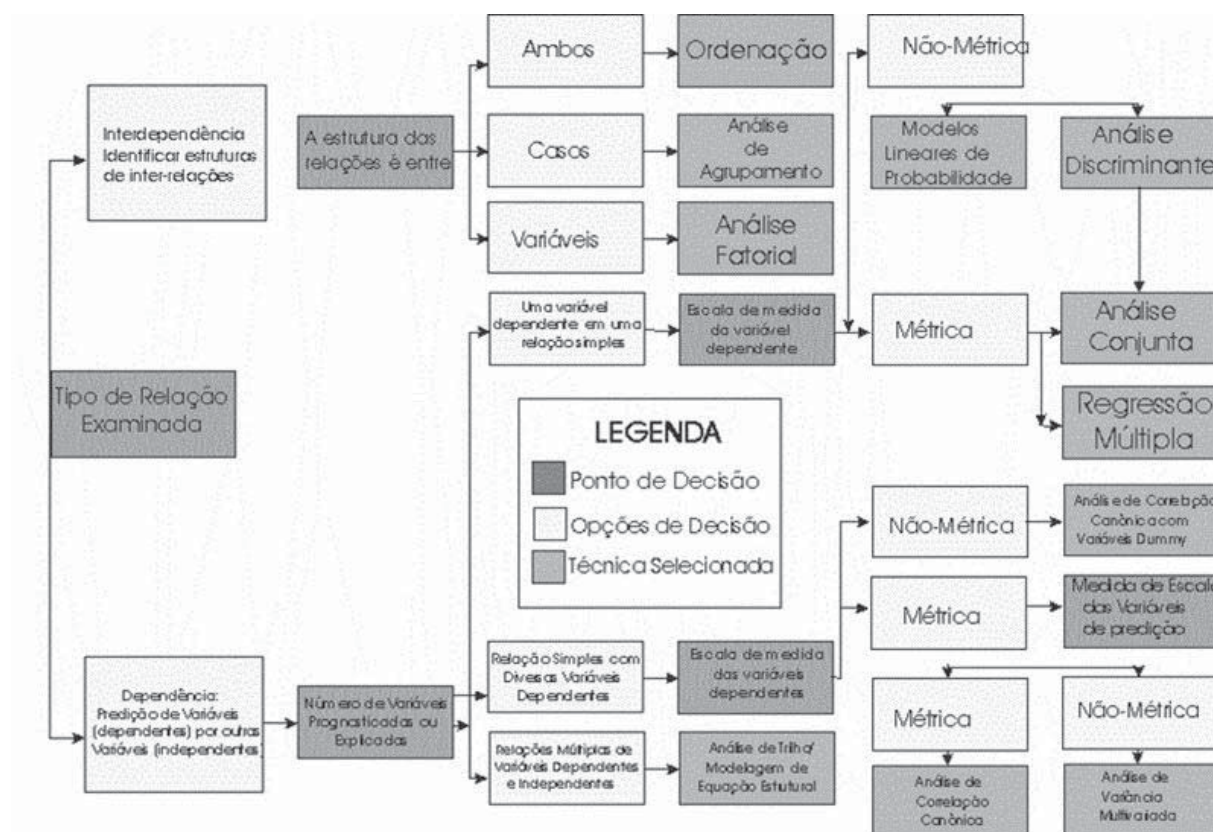


Figura 4 - Guia para seleção de técnicas multivariadas (HAIR et al, 2005)

O presente trabalho adota a premissa de que a distribuição, em nível municipal, dos complexos analisados no estado de Goiás ocorre em função de um conjunto de variáveis explicativas, ou seja, a concentração dos complexos cana,

soja, milho e pastagem, em um determinado município, dependem de variáveis estruturais, econômicas e sociais. Uma vez que todas essas variáveis são aferidas em escala métrica e considerando o guia proposto (Figura 1), optou-se por utilizar a Análise de Correlação Canônica. Além disso, a análise de correlação canônica pode ser vista como uma extensão da regressão múltipla e da análise fatorial, pois analisa a correlação entre variáveis e entre os grupos de variáveis.

Conforme esclarece Malhotra (2001, p. 505) "...matematicamente, a análise fatorial é algo semelhante à análise de regressão múltipla, pelo fato de cada variável ser expressa como uma combinação linear de fatores subjacentes." Além disso, enquanto na regressão múltipla, uma variável é explicada por uma combinação linear de outras variáveis, conforme a equação:

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

Na correlação canônica existem duas ou mais variáveis dependentes, sendo a equação básica expressa por:

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

Segundo Hair et al. (2005) a análise de correlação canônica pode ser definida como um modelo estatístico multivariado que facilita o estudo de inter-relações entre conjuntos de múltiplas variáveis dependentes e múltiplas variáveis independentes, dessa forma, o modelo criado é capaz de prever múltiplas variáveis dependentes a partir de múltiplas variáveis independentes, pois identifica uma estrutura ótima de cada conjunto de variáveis, em que maximiza a relação entre os dois conjuntos. A interação entre esses dois conjuntos (grupos), chamados de variáveis canônicas, é alcançada de forma que as combinações lineares das variáveis atinja a maior correlação possível, com isso, não existe nenhuma outra combinação linear de variáveis cuja correlação seja maior que essa, assemelhando-se assim a análise de fatores.

Hair et al. (2005) acrescentam ainda que os recursos analíticos proporcionados pela análise de correlação canônica, conferem a esta o topo da hierarquia em modelagem de regressão, pois permitem combinar na forma de uma

medida composta o que de outra maneira poderia ser um grande número intratável de correlações bivariadas entre conjuntos de variáveis.

O princípio básico em uma correlação canônica é desenvolver uma combinação linear em cada um dos conjuntos de variáveis tais que a correlação entre os dois conjuntos seja maximizada. As correlações são denominadas correlações canônicas e as combinações lineares, variáveis canônicas.

Como todas as variáveis são medidas nos mesmos objetos, a matriz de dados tem dimensões  $n(p+q)$ , onde  $p$  representa o número de variáveis em  $Y$  e  $q$  o número de variáveis em  $X$ . A matriz de variâncias e covariâncias  $[S]$  é  $(p+q) \times (p+q)$  e pode ser entendida como composta por quatro partes: uma matriz  $[S_{yy}]$ , de dimensões  $p \times p$ , contendo as variâncias e covariâncias de  $Y$ ; uma matriz  $[S_{xx}]$ , de dimensões  $q \times q$ , que contem as variâncias e covariâncias de  $X$ ; uma matriz  $[S_{xy}]$  (e o seu transposto  $S_{xy}'$ ), de dimensões  $p \times q$ , que contem as covariâncias entre  $X$ 's e  $Y$ 's:

$$S = \begin{bmatrix} S_{yy} & S_{xy} \\ S'_{xy} & S_{xx} \end{bmatrix}$$

As matrizes  $[Y]$  e  $[X]$  podem ser transformadas pela multiplicação de vetores arbitrários, que resultará em novas variáveis que serão combinações lineares das originais:  $[YA]$  e  $[XB]$ , onde  $[A]$  é um vetor  $p \times [Y]$  e  $[B]$  é um vetor  $q \times [X]$ . As variâncias das duas variáveis transformadas passam a ser  $[A]'[S_{yy}][A]$  e  $[B]'[S_{xx}][B]$ ; e a covariância entre as variáveis  $X$  e  $Y$  transformadas:  $[A]'[S_{xy}][B]$ .

O objetivo da correlação canônica é selecionar elementos dos dois vetores  $[A]$  e  $[B]$  de modo que a covariância seja maximizada, mantendo a restrição que as variâncias sejam iguais a 1. Se as variâncias forem preliminarmente padronizadas para o valor 1, as covariâncias são simultaneamente padronizadas e tornam-se correlações entre as variáveis.

Calculando os autovalores, vetores de  $[A]$  e de  $[B]$  podem ser encontrados que apresentem as desejadas propriedades, ou seja, que a correlação canônica seja maior que a mais alta correlação entre qualquer variável original  $X$  e qualquer variável original  $Y$ .

Uma vez que este trabalho utiliza o software Statistica (STATSOFT, 2012) para executar a análise de correlação canônica, serão apresentadas a seguir as principais saídas proporcionadas pelo programa, bem como as suas interpretações:

**Raízes canônicas.** Cada raiz representa duas somas ponderadas, uma para cada conjunto de variáveis (dependentes e independentes)

**Autovalores (*Eigenvalues*).** Ao extrair as raízes canônicas, o programa irá calcular os *eigenvalues*. Estes são interpretados como a proporção de variância explicada pela correlação entre as respectivas variáveis canônicas. Esta proporção é calculada em relação à variação das variáveis canônicas, isto é, dos pesos da soma ponderada dos dois conjuntos de variáveis.

**Correlações canônicas.** A raiz quadrada dos *eigenvalues* é interpretada como coeficientes de correlação. Uma vez que as correlações pertencem às Variáveis Canônicas, elas são chamadas de correlações canônicas.

**Significância das raízes.** O software utiliza um método para testar as correlações para cada raiz canônica, uma por uma, começando com a maior. Somente aquelas raízes que são estatisticamente significativas são então retidas para interpretação posterior.

**Estrutura de fatores.** Para interpretar as raízes canônicas devem ser analisadas as correlações simples entre as variáveis canônicas (ou fatores) e as variáveis em cada conjunto. Essas correlações são também chamadas de cargas fatoriais canônicas. A lógica aqui é que as variáveis que estão altamente correlacionadas com variáveis canônicas têm mais em comum com ela. Portanto, deve-se ponderar mais fortemente esta respectiva variável canônica. Este método de interpretação das variáveis canônicas é idêntico à forma em que os fatores são interpretados em análise fatorial.

**Pesos canônicos.** Os pesos canônicos representam as correlações parciais das variáveis com a respectiva raiz canônica, são interpretados de maneira similar aos pesos beta em uma equação de regressão múltipla.

O programa calcula primeiro os pesos que maximizam a correlação dos dois conjuntos de soma. Após a extração dessa primeira raiz, vai encontrar os pesos que produzem a segunda maior correlação entre os conjuntos, sujeito à restrição de que o próximo conjunto de soma não está relacionado com o anterior.

**Escores canônicos.** Os pesos canônicos também podem ser usados para calcular os valores reais das Variáveis Canônicas, ou seja, simplesmente usar os pesos para estimar a equação final do modelo.

**Estrutura dos fatores e pesos canônicos.** Por vezes, os pesos canônicos para uma variável são quase zero, mas a carga respectiva para a variável é muito elevada, isso ocorre caso existam variáveis redundantes, pois um grande peso é atribuído à primeira variável e, devido à contribuição da segunda variável ser redundante, conseqüentemente, ela receberá um peso canônico zero ou desprezível.

**Variância extraída.** Refere-se a quanto da variabilidade (variância) cada raiz canônica explica nas variáveis.

### 3.2 Variáveis adotadas no modelo

O modelo adotado no presente trabalho explora a hipótese de que a configuração da concentração das atividades agropecuárias municipal pode ser caracterizada por um conjunto de variáveis que explicariam a localização destas atividades. Sendo esta configuração resultante da seguinte função:

$$Qlc+Qls+Qlm+Qlp = PIB + Nea + Cee + Dd + IFDM + Dmv + Ddt + Tmpa+ S + Ta + Tb + C + Pa + Pb$$

A descrição destas variáveis é apresentada a seguir.

#### 3.2.1 Variáveis dependentes no modelo

Para identificar os municípios especializados nos complexos analisados no estado de Goiás, foi utilizado o Quociente de Localização.

Segundo Lopes (2001), o Quociente de Localização é uma medida essencialmente voltada para avaliar o grau relativo de concentração de uma determinada atividade, sendo que a estrutura dos seus resultados permite fazer uma análise centrada numa região específica e tecer considerações sobre o grau de especialização/diversificação desse território.

Sendo obtido pela seguinte equação:

$$QL = \frac{\frac{X_{rj}}{X_r}}{\frac{X_{pj}}{X_p}}$$

Onde:

QL - Quociente de localização

$X_{rj}$  - Área colhida da cultura  $j$  no município  $r$ ;

$X_r$  - Área colhida total das culturas consideradas, no município  $r$ ;

$X_{pj}$  - Área colhida da cultura  $j$  no estado de Goiás;

$X_p$  - Área colhida total das culturas consideradas no estado de Goiás.

Na interpretação dos resultados, quanto maior o QL, maior a concentração da atividade na região, e valores superiores a 1 indicam a especialização da região na atividade aferida.

Foram calculados os QL municipais para os complexos cana-de-açúcar (QLc), soja (QLs), milho (QLm) e pastagens (QLp) uma vez que representam 95% da ocupação dos solos no estado de Goiás. Optou-se, ainda por considerar as áreas de soja e milho como pertencentes a uma mesma categoria, a qual foi denominada de municípios especializados em soja (QLsm), uma vez que, conforme EMBRAPA (2004), a associação destas culturas é recomendada tecnicamente em processo de rotação<sup>24</sup>, além disso, é uma prática consagrada no estado de Goiás, pois as duas atividades utilizam semelhantes fatores técnicos de produção (n.a.<sup>25</sup>)

Os dados de área, utilizados nos cálculos, referem-se ao ano de 2010 e foram coletados do IBGE -PAM (2012), para todos os municípios do estado de Goiás. Os dados referentes à área de pastagens para o ano de 2010 foram estimados conforme Nogueira (2010).

### 3.2.2 Variáveis independentes do modelo

---

<sup>24</sup> Rotação de culturas é o processo de alternância entre o plantio das culturas em rotação a cada ciclo recomendado para a cultura principal. Normalmente recomenda-se o plantio de milho a cada três anos de plantio de soja na mesma área.

<sup>25</sup> O autor deste trabalho é engenheiro agrônomo tendo sido consultor na área de agricultura no período de 1994 à 2008.

De acordo com a pesquisa sobre os fatores locacionais evidenciados na literatura, para os complexos analisados, foram coletados os dados referentes a variáveis econômicas, sociais e estruturais. Tais variáveis foram obtidas conforme o critério de disponibilidade das mesmas nas fontes de dados pesquisadas, sendo apresentadas a seguir.

### **3.2.2.1 Variáveis econômicas - representam a dinâmica da economia do município.**

Produto Interno Bruto Municipal (PIB) – aferido em moeda corrente (R\$), é disponibilizado pela Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas - SEGPLAN / Governo de Goiás (SEPIN, 2012), sendo utilizados os valores referentes ao ano de 2004.

Numero de empresas agropecuárias (Nea) – disponibilizado pelo sistema SIDRA - IBGE (2012), sendo coletados os dados referentes ao ano de 2004, constituídos por valor escalar adimensional.

Consumo de energia elétrica (Cee). – aferida em mega wats/hora (mwh), é a energia elétrica que pode ser convertida em outra forma de energia. Essa energia é a que realmente produz trabalho útil, faz os motores e transformadores operarem com carga. Dados disponibilizados pela Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas - SEGPLAN / Governo de Goiás (SEPIN, 2012), sendo coletados os dados referentes ao ano de 2005.

Densidade demográfica (Dd) – aferida em numero de habitantes por quilometro quadrado ( $\text{hab}/\text{km}^2$ ) representa a quantidade de mão de obra disponível. Dados disponibilizados pela Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas - SEGPLAN / Governo de Goiás (SEPIN, 2012), sendo coletados os dados referentes ao ano de 2004.



### **3.2.2.2 Variáveis socioculturais – indicam aspectos qualitativos da mão-de-obra disponível no município.**

Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM) é um estudo anual do sistema FIRJAN (2012) que acompanha o desenvolvimento de todos os 5.564 municípios brasileiros em três áreas: emprego & renda, educação e saúde. Ele é feito, exclusivamente, com base em estatísticas públicas oficiais, disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde. Foram coletados os dados referentes ao ano de 2005.

### **3.2.2.3 Variáveis estruturais – representam os investimentos em infraestrutura logística, bem como a estrutura agrária, disponível na região.**

Densidade de malha viária (Dmv) – é a razão entre quilômetros de rodovias e estradas e a área municipal ( $\text{km}/\text{km}^2$ ), sendo disponibilizada pelo Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás - SIEG (2012), referente ao ano de 2003.

Distância do duto de transporte de álcool (Ddt) – é a distância média do município ao duto de transporte de álcool, sendo aferida em Km. Constitui uma expectativa do complexo sucroalcooleiro, cuja obra foi aprovada pelo governo Federal, sendo sua estimativa de localização disponibilizada pelo Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás - SIEG (2012).

Tamanho médio das propriedades agropecuárias (Tmpa) – representa a possibilidade de expansão dos complexos dentro do município. Obtido pela razão entre a área agropecuária total e o número de estabelecimentos rurais no município, cujo resultado é expresso em  $\text{km}^2$  por propriedade, sendo os dados referentes ao ano de 2004 e disponibilizados pela IBGE-SIDRA (2012).

Qualidade dos solos (S) - indicador elaborado pelo projeto RADAM Brasil (IMAGEM & WWF-BRASIL, 2004) que atribui os valores de aptidão agropecuária aos solos segundo os critérios: geologia, geomorfologia, tipo de solo, uso e cobertura vegetal e clima. Como indicador, é um número escalar puro que varia de 1 a 3, sendo 1 o de maior aptidão agrícola e 3 o de menor aptidão.

Os dados referentes à variável estrutural qualidade do solo são disponibilizados na forma de Sistema de Informações Geográficas (SIG) em escala estadual. Para submetê-los as análises efetuadas neste trabalho, tais dados foram interceptados pelos limites municipais, na plataforma Arc-Map (Arcgis), a seguir foram calculados os seus valores médios por município, conforme a equação:

$$V = \left( \sum_{i=1}^n (A_{pi} X i) \right) / A_m$$

Onde:

V=valor Médio da variável por município;

i = valor da classe de aptidão ( $1 \leq i \leq 3$ );

A<sub>pi</sub> = área do polígono de classe i dentro do município;

A<sub>m</sub> = área do município

Preço das terras em Goiás – avaliado em moeda corrente (R\$) representa a oportunidade de retorno ao investimento para o fator locacional renda da terra. Foram utilizados os dados de preço das terras para os municípios do estado de Goiás em 2006, disponibilizados por Ferreira et al (2007)<sup>26</sup>, os quais analisaram, a partir de métodos de Geoestatística aplicados aos vários tipos de ocupação (Terra agrícola de alta produtividade (Ta) e Terra agrícola de baixa produtividade (Tb); Cerrado (C) e Pastagens de alta produtividade (Pa) e Pastagens de baixa produtividade (Pb)), os padrões de distribuição espacial do preço da terra, identificando elevada participação da variável “Localização” na definição do preço da terra, particularmente considerando-se a distância em relação aos principais mercados consumidores e agroindustriais do Estado.

Barreto e De Marco Jr (2011) identificaram também elevada contribuição do nível de investimentos realizados na propriedade agropecuária, bem como das variáveis recursos hídricos disponíveis e altitude de localização na determinação do preço das propriedades.

---

<sup>26</sup> Os autores agradecem a cordialidade de Ferreira et al (2007) por cederem os dados originais de preços de terras utilizados no seu trabalho.

Os dados das variáveis descritas acima foram coletados conforme o ano disponibilizado. Neste sentido, cabe ressaltar que, apesar dos dados estarem defasados em relação ao ano de coleta para as variáveis dependentes (Quocientes de localização), os quais são referente ao ano de 2010, tal defasagem tem sua utilidade prática no fato de atenuar a premissa de que estas variáveis sejam dependentes da especialização dos municípios nos complexos analisados e não o contrário, além disso, conforme constatado na literatura, o complexo cana-de-açúcar, que apresenta maior competitividade, inicia sua expansão como fronteira para Goiás, a partir de 2004.

Os dados das variáveis dependentes e independentes foram tabulados em planilha Excel e a seguir exportados para o Software Statistica (Statsoft, 2012) aonde foram submetidos às análises canônicas.

Para facilitar a interpretação dos pesos canônicos, conforme indicado Virgilito (2006), os dados originais foram padronizados, expressando cada observação em termos de variações inerentes ao sistema, composto pelas variáveis originais. A redução das variáveis a sua forma padronizada justifica-se ainda, segundo Kageyama & Leone (1999), para que se elimine o problema de diferentes dimensões e escalas entre as variáveis. Esta redução consiste simplesmente em retirar a média de cada observação de cada variável e em seguida dividir essa diferença pelo correspondente desvio padrão.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de partir para a análise de correlação canônica é importante analisar a estrutura original de correlações entre as variáveis a serem utilizadas, uma vez que esta estrutura irá prover subsídios às análises posteriores. Para tanto as Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os coeficientes de correlação entre as variáveis que serão utilizadas como dependentes, como independentes e entre ambas respectivamente.

Os resultados da associação entre as variáveis dependentes (Tabela 1) indicam que os municípios especializados em cana (QLc) estão significativamente correlacionados tanto aos municípios especializados em soja (Qlsm) como aqueles especializados em pastagens (Qlp), entretanto, o sinal negativo para a correlação entre QLc e Qlp sugere que estes complexos são antagônicos, ou seja, que em geral os municípios mais especializados em cana são os menos especializados em pastagens e portanto, estes complexos são atraídos por diferentes fatores locais de atratividade

Os resultados apresentados na Tabela 1 evidenciam ainda forte correlação entre Qlsm e Qlp. O sinal negativo indica, de maneira similar ao ocorrido com a cana, que, quanto mais especializado em soja menos especializado em pastagens é o município. A correlação positiva entre Qlsm e QLc indica que os complexos soja e cana competem por semelhantes fatores locais de atratividade oferecidos pelos municípios.

Tabela 1 – Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis dependentes do modelo de correlação canônica.

	QLc	Qlsm	Qlp
QLc	1,00	0,16*	-0,48*
Qlsm	0,16*	1,00	-0,84*
Qlp	-0,48*	-0,84*	1,00

\*significativos a 0,05

Fonte: resultados da pesquisa

O resultado da correlação entre as variáveis independentes utilizadas para a análise de correlação canônica foram significativos para a maioria das associações (Tabela 2), entretanto, serão retidos para análises apenas os resultados que interessam aos propósitos deste trabalho.

Conforme pode ser visto na Tabela 2, existe forte correlação entre as variáveis PIB, Número de empresas agropecuárias (Nea), Consumo de energia elétrica (Cee) e Densidade demográfica (Dd) justificando, assim, o agrupamento metodológico destas variáveis como sendo um fator relacionado ao dinamismo econômico da região.

Apesar do IFDM também estar correlacionado significativamente a essas variáveis, verifica-se que esta variável também se correlaciona significativamente às demais, com exceção à Densidade de malha viária (Dmv) e à Tamanho médio da propriedade agropecuária (Tmpa), além disso, pela própria concepção teórica deste indicador, optou-se por enquadrá-lo como um fator relacionado aos aspectos socioculturais da região.

Em relação aos fatores estruturais podemos observar, ainda na Tabela 2, que a Densidade de malha viária (Dmv) tende a ser maior nas regiões de maior densidade demográfica (Dd) e nas regiões próximas ao Duto (Ddt), esse resultado era esperado, uma vez que o duto foi projetado para ser construído nas proximidades da BR 153 o que corresponde a regiões de maior densidade demográfica no estado de Goiás.

O Tamanho médio das propriedades agropecuárias (Tmpa) correlacionado negativamente à Dmv e positivamente à Ddt, indica que as maiores propriedades localizam-se nas fronteiras do estado de Goiás, em regiões de menor estruturação viária.

A variável qualidade dos solos (S) em sua concepção possui escala de valores inversos, ou seja, quanto maior o seu valor, tanto pior a qualidade do solo. Diante disso, observa-se na Tabela 2 que a qualidade dos solos é um fator de geração de renda e emprego (IFDM) e um dos principais componentes na formação do preço das terras (Ta; TB; C; Pa e PB) principalmente para as terras de pastagens (Pa e PB), uma vez que as terras de agricultura normalmente já tiveram sua

fertilidade construída (RESENDE, 2003). Além disso, cabe destacar também que os melhores solos estão relativamente distantes do alcoolduto (Ddt).

Finalmente, ainda recorrendo à Tabela 2, é possível observar que os preços das terras (Ta; TB; C; Pa e PB) além de ser condicionado pelo fator qualidade dos solos(S), também o é por fatores econômicos (PIB; Nea; Cee), mercadológicos (IFDM e Ddt)<sup>27</sup> e estruturais (Dmv e S).

---

<sup>27</sup> IFDM neste caso referindo-se à renda e Ddt referindo-se à proximidade dos principais mercados (BR 153).

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis dependentes do modelo de correlação canônica.

	PIB	Nea	Cee	Dd	IFDM	Dmv	Ddt	Tmpa	S	Ta	Tb	C	Pa	Pb
PIB	1,00	0,90*	0,98*	0,64*	0,30*	0,12	-0,12	-0,05	-0,13	0,18*	0,18*	0,19*	0,25*	0,27*
Nea	0,90*	1,00	0,92*	0,49*	0,37*	0,00	-0,09	0,02	-0,17*	0,18*	0,19*	0,20*	0,22*	0,26*
Cee	0,98*	0,92*	1,00	0,63*	0,32*	0,09	-0,13	-0,06	-0,12	0,15*	0,16*	0,17*	0,23*	0,25*
Dd	0,64*	0,49*	0,63*	1,00	0,15*	0,21*	-0,21*	-0,12	-0,14	0,13	0,13	0,13	0,29*	0,32*
IFDM	0,30*	0,37*	0,32*	0,15*	1,00	0,09	-0,19*	0,04	-0,34*	0,21*	0,28*	0,37*	0,36*	0,37*
Dmv	0,12	0,00	0,09	0,21*	0,09	1,00	-0,40*	-0,26*	-0,18*	0,20*	0,27*	0,33*	0,39*	0,32*
Ddt	-0,12	-0,09	-0,13	-0,21*	-0,19*	-0,40*	1,00	0,41*	0,24*	-0,23*	-0,36*	-0,33*	-0,52*	-0,43*
Tmpa	-0,05	0,02	-0,06	-0,12	0,04	-0,26*	0,41*	1,00	-0,09	-0,04	0,01	0,05	-0,03	0,02
S	-0,13	-0,17*	-0,12	-0,14	-0,34*	-0,18*	0,24*	-0,09	1,00	-0,32*	-0,38*	-0,39*	-0,52*	-0,52*
Ta	0,18*	0,18*	0,15*	0,13	0,21*	0,20*	-0,23*	-0,04	-0,32*	1,00	0,87*	0,74*	0,74*	0,75*
Tb	0,18*	0,19*	0,16*	0,13	0,28*	0,27*	-0,36*	0,01	-0,38*	0,87*	1,00	0,80*	0,84*	0,81*
C	0,19*	0,20*	0,17*	0,13	0,37*	0,33*	-0,33*	0,05	-0,39*	0,74*	0,80*	1,00	0,80*	0,80*
Pa	0,25*	0,22*	0,23*	0,29*	0,36*	0,39*	-0,52*	-0,03	-0,52*	0,74*	0,84*	0,80*	1,00	0,94*
Pb	0,27*	0,26*	0,25*	0,32*	0,37*	0,32*	-0,43*	0,02	-0,52*	0,75*	0,81*	0,80*	0,94*	1,00

\*significativos a 0,05

Fonte: resultados da pesquisa

As correlações entre as variáveis dependentes e independentes a serem utilizadas na análise de correlação canônica (Tabela 3) foram mais acentuadas entre todos os QI's e as variáveis qualidade dos solos e preço das terras, indicando que essas são as que mais explicam a especialização dos municípios nos complexos agropecuários ora analisados.

Importante destacar que os municípios especializados em pastagem estão correlacionados aos solos mais fracos (S), aos baixos preços de terras em todas as categorias (Ta; TB; C; Pa e PB), aos baixos índices de desenvolvimento (IFDM) e à regiões de baixa densidade demográfica (Dd) indicando a concentração da atividade pecuária nas regiões marginais do estado de Goiás. Este resultado corrobora as análises apresentadas no item 2 deste trabalho. Além disso, confirma a análise dos dados da Tabela 1 segundo a qual os complexos soja e cana especializam municípios com fatores locais de atratividade diferentes daqueles procurados pelas pastagens.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis dependentes e independentes do modelo de correlação canônica.

	PIB	Nea	Cee	Dd	IFDM	Dmv	Ddt
QLc	-0,02	0,03	-0,03	-0,05	0,16*	0,01	-0,12
Qlsm	0,05	0,18*	0,05	-0,09	0,28*	-0,07	-0,14*
Qlp	-0,04	-0,14*	-0,04	-0,16*	-0,25*	0,03	0,19*
	Tmpa	S	Ta	Tb	C	Pa	Pb
QLc	0,12	-0,38*	0,07	0,19*	0,19*	0,22*	0,27*
Qlsm	0,08	-0,29*	0,32*	0,42*	0,38*	0,28*	0,25*
Qlp	-0,07	0,39*	-0,27*	-0,39*	-0,37*	-0,31*	-0,31*

\*significativos a 0,05

Fonte: resultados da pesquisa

#### 4.1 A Análise de Correlação Canônica

Todas as três equações geradas pela correlação canônica (Tabela 4) apresentaram elevada significância pelo teste Chi quadrado ( $p < 0,0001$ ) indicando que os grupos de variáveis que compõem o modelo não são independentes. O resultado para os coeficientes de correlação (R) indicaram elevada correlação



(>0,6), para a primeira e segunda equação e moderada correlação (>0,4) para a terceira equação, conforme Biskeira et al (2004, p.147).

O coeficiente de determinação, que equivale aos *eigenvalues*, é interpretado como a proporção de variância explicada pela correlação entre as respectivas variáveis canônicas. Conforme observado na Tabela 4, aquele resultante da primeira raiz corresponde ao de maior significância, com um valor de 0,66. No entanto, conforme Virgilito (2006), apesar de ser habitual reter para análise a equação de maior coeficiente de determinação, as outras variáveis canônicas também podem ser correlacionadas de forma significativa e interpretável.

Tabela 4 – Coeficientes de regressão e teste chi-quadrado para as equações de regressão canônicas geradas pelo modelo de especialização agropecuária em função dos fatores locacionais de atratividade dos municípios do estado de Goiás.

Root (equações)	R	R <sup>2</sup> Eigenvalues	Chi-sqr.	Df	p
1	0,816182	0,666154	421,6259	42	0,000000
2	0,631877	0,399268	162,7164	26	0,000000
3	0,405735	0,164621	42,4493	12	0,000028

Fonte: resultados da pesquisa

Diante disso e considerando as análises efetuadas na Tabela 3, segundo as quais foi possível observar que as variáveis qualidade dos solos (S) e preço das terras (Ta; TB; C; Pa e PB) foram as que apresentaram maiores correlações com os indicadores de especialização dos municípios nos complexos agropecuários analisados (Ql's) e que o indicador de especialização em pastagem (Qlp) foi o de maior correlação com tais variáveis, recorre-se a estrutura dos fatores para aprofundar a análise, além disso, ainda de acordo com a Tabela 3, os sinais dos coeficientes de correlação para soja e cana são inversos em relação aos sinais dos coeficientes de correlação para pastagens.

Assim, conforme pode ser observado na Tabela 5, a estrutura de fatores que mais se aproxima da correlação individual entre as variáveis é a da equação 2 (Raiz 2), além disso, é possível observar também que esta equação é a que extrai maior variância (0,66543 ou 66%) das variáveis dependentes utilizadas no modelo.

A terceira equação canônica gerada, praticamente despreza a influência da variável indicadora de especialização em pastagem (Qlp) e explica o processo de substituição de soja por cana relatado no item 2 deste trabalho. Além disso, extrai 28,8% da variância presente nas variáveis dependentes.

Tabela 5 – Estrutura dos fatores relativos às variáveis pendentas utilizadas nas equações de regressão canônicas geradas pelo modelo de especialização agropecuária em função dos fatores locais de atratividade dos municípios do estado de Goiás.

	Raiz 1 1ª equação	Raiz 2 2ª equação	Raiz 3 3ª equação
QLc	-0,201899	-0,530033	0,823591
Qlsm	-0,303569	-0,849617	-0,431274
Qlp	-0,068986	0,996753	0,041538
Variância	0,045892	0,665433	0,288675

Fonte: resultados da pesquisa

A estrutura dos fatores (variáveis) independentes da segunda equação e da terceira equação (Tabela 6) confere maior correlação às variáveis qualidade dos solos e preço das terras, sendo que a segunda equação é a que extrai maior variância (15,98%) das variáveis independentes e apresenta estrutura de fatores que mais corresponde às correlações entre as variáveis isoladamente (Tabela 3)

A terceira equação, que se relaciona mais intensamente com o complexo cana, extrai apenas 3,7% de variância das variáveis, esse dado fortalece a hipótese da associação desta equação com os municípios especializados em cana, uma vez que estes representam a menor participação na população analisada (estado de Goiás), além disso, retomando a análise da Tabela 3, é possível observar que o complexo cana (Qlc) se relaciona mais fortemente com o preço das terras de pastagem de baixa (Pb) e alta (Pa) produtividade respectivamente do que o complexo soja, o qual tem maior correlação com as demais categorias de preços de terras. Esse dado é representado também na terceira equação

Tabela 6 - Estrutura dos fatores (variáveis) independentes utilizados nas equações de regressão canônicas.

	Raiz 1 1ª equação	Raiz 2 2ª equação	Raiz 3 3ª equação
PIB	-0,003050	-0,056798	-0,117557
Nea	-0,096589	-0,227665	-0,171305
Cee	0,011799	-0,060440	-0,130204
Dd	0,727994	-0,184774	0,027859
IFDM	-0,204645	-0,416153	-0,042594
Dmv	0,106256	0,050688	0,121442
Ddt	-0,035041	0,301146	-0,071428
Tmpa	-0,164114	-0,130409	0,149602
S	0,107330	0,644605	-0,451805
Ta	-0,156952	-0,427824	-0,306681
Tb	-0,221024	-0,632130	-0,163342
C	-0,171914	-0,593164	-0,120091
Pa	-0,101562	-0,504496	0,109072
Pb	-0,084213	-0,506643	0,248722
Variância	0,053768	0,159820	0,036999

Fonte: resultados da pesquisa

Uma vez analisadas as cargas fatoriais das variáveis que irão compor as equações que melhor representam o modelo de especialização dos municípios do estado de Goiás nos complexos cana, soja e pastagens, como função dos fatores locais de atratividade, a análise de correlação canônica é finalizada com a apresentação das equações com os respectivos pesos canônicos (Tabela 7), que por definição representa o peso ou medida de ponderação de cada variável utilizada na equação canônica.

Uma vez que o cálculo dos pesos canônicos é efetuado com o objetivo de extrair a maior variância do conjunto de variáveis analisadas e que ao efetuar este cálculo o algoritmo do programa elimina a redundância das variáveis, ou seja, diminui o peso de uma variável, caso sua variância já tenha sido extraída por outra, a interpretação da equação canônica pelos pesos canônicos se torna tanto mais complexa quanto maior a quantidade de variáveis relacionadas ao modelo, sendo recomendável, nestas situações, que a interpretação fique restrita à estrutura dos

fatores (Virgilito, 2006). Portanto, para finalizar a análise de correlação canônica, são apresentadas a seguir as equações geradas pelo modelo.

Tabela - Pesos canônicos de ponderação das variáveis utilizadas na equação de regressão canônica.<sup>7</sup>

Variáveis dependentes			
	Raiz1 1ª equação	Raiz 2 2ª equação	Raiz 3 3ª equação
QLc	-0,98745	-0,106011	0,903901
Qlsm	-2,10947	-0,121198	-0,595123
Qlp	-2,32317	0,843579	-0,026615
Variáveis independentes			
	Raiz 1 1ª equação	Raiz 2 2ª equação	Raiz 3 3ª equação
PIB	-1,11482	0,23503	0,513396
Nea	0,16750	-0,76188	-0,482570
Cee	0,23151	0,79391	-0,140300
Dd	1,30282	-0,48175	-0,232974
IFDM	-0,09550	-0,12232	-0,172429
Dmv	0,04788	0,28131	0,089691
Ddt	0,05650	0,20959	0,047742
Tmpa	-0,03906	-0,01115	0,048187
S	0,04183	0,51876	-0,424396
Ta	0,13431	0,41472	-0,951056
Tb	-0,23790	-1,01106	0,011301
C	0,12922	-0,48633	-0,441605
Pa	0,08561	0,53944	-0,810926
Pb	-0,32608	0,28282	2,001117

Fonte: resultados da pesquisa

Conforme discutido anteriormente, sugere-se a aplicação de duas equações para relacionar a especialização municipal nos complexos agropecuários aos fatores locais de atratividade no estado de Goiás. A aplicação destas equações segue a lógica de que a variável qualidade dos solos (S) foi a variável mais fortemente correlacionada a todos os complexos e às variáveis independentes de maior significância ao modelo (Tabela3), além disso, dentre as variáveis independentes é a única que não sofre alteração com o tempo. Diante disso, são apresentadas as seguintes equações:

-0,106(Qlc)-0,121(Qls)+0,843(Qlp)=0,235(PIB)-0,762(Nea)+0,794(Cee)-0,482(Dd)-  
 0,122(IFDM)+0,281(Dmv)+0,209(Ddt)-0,011(Tmpa)+0,519(S)+ 0,415(Ta)-1,011(Tb)-  
 0,486(C)+0,539(Pa)+0,283(Pb)

Para regiões que apresentem qualidade dos solos abaixo da média de seus valores de classificação e que provavelmente seguem a lógica de especialização em pecuária, e:

0,904(Qlc)-0,595(Qls)-0,027(Qlp)=0,513(PIB)-0,483(Nea)-0,140(Cee)-0,233(Dd)-  
 0,172(IFDM)+0,090(Dmv)+0,048(Ddt)+0,048(Tmpa)-0,424(S)-0,951(Ta)+0,011(Tb)-  
 0,442(C)-0,811(Pa)+2,001(Pb)

Para regiões que apresentem qualidade dos solos acima da média de seus valores de classificação e que provavelmente seguem a lógica de especialização em cana.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica de uso do solo dos complexos agropecuários cana-de-açúcar, soja e bovinos especializa municípios segundo seus fatores locais de atratividade, sendo possível identificar, através da análise de correlação canônica um conjunto de fatores locais de atratividade para os complexos analisados.

Foi possível identificar diferentes níveis de influência que os fatores locais exercem sobre a atratividade dos complexos analisados. Os fatores relacionados à infraestrutura são os que mais exercem atratividade e dentre estes a estrutura agrária, especificamente relacionada à qualidade dos solos, é a de maior influência, seguida dos preços das terras. Foram relevantes também os fatores relacionados ao desenvolvimento humano (IFDM) e mercadológico (Ddt) da região.

Na disputa por estes fatores locais, a cana-de-açúcar exerce maior poder de competição, seguida pela soja. Estas culturas deslocam a pecuária para regiões marginais, com baixos valores para os fatores destacados.

Os resultados apresentados neste trabalho tornam-se subsídios para a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento regional ao indicarem que as regiões especializadas em pecuária carecem de maiores investimentos para seu desenvolvimento, pois a atividade pecuária em si não tem capacidade indutora para esse fim.

Este trabalho evidencia as vantagens comparativas de maior importância para os principais produtos agropecuários do estado de Goiás, além disso, em trabalho anterior, Abdala & Lee (2011), conseguiram associar o Quociente de Localização (QL) a determinados impactos ambientais das atividades agropecuárias, sendo assim, os resultados aqui apresentados tem o potencial de prestar grande contribuição para o zoneamento agroecológico e econômico-ecológico do Estado.

A base de dados do Sistema de Informações Geográficas para uso do solo em Goiás, disponível até o momento de publicação deste artigo, é referente ao ano de 2006 (SIEG, 2012), assim, optou-se por utilizar os dados disponibilizados pelo IBGE, os quais representam apenas os valores das áreas das culturas e, portanto, não são georreferenciados. Apesar de essa alternativa diminuir a precisão do modelo, é possível acentuar os resultados das análises, a partir da atualização da

localização dessas atividades em SIG, pois este procedimento ira permitir a correlação precisa (georreferenciada) entre o tipo de cobertura e as variáveis qualidade do solo e preço das terras. A partir dessa atualização, as equações geradas pelo modelo de análise canônica terão maior precisão, inclusive para a prospecção de cenários de expansão das atividades analisadas neste trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS

ABDALA, K. O.; RIBEIRO LEE, F. . **Análise dos Impactos da Competição pelo Uso do Solo no Estado de Goiás Durante o Período 2000 a 2009 Provenientes da Expansão do Complexo Sucroalcooleiro**. Revista Brasileira de Economia (Impresso) <sup>JCR</sup>, v. 65, p. 373-400, 2011

ABDALA, K. O.; CASTRO, S. S. **Dinâmica de uso do solo da expansão sucroalcooleira na microrregião Meia Ponte, estado de Goiás, Brasil**. Rio de Janeiro RBC - Revista Brasileira de Cartografia n° 62/4, dezembro 2010.

ALVES, N. C. G.F.; WANDER, A. E. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no cerrado goiano**. São Paulo: Informações Econômicas, v.40, n.7, jul. 2010.

Barreto, B. S; De Marco JR. P. Determinantes do Preço da Terra em Goiás. In: **VIII Seminário de Pós-Graduação da UFG – Doutorado**. Goiânia:UFG. 2011.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTINEZ, F. **Introdução à estatística**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CARRIJO, E.L. O.; MIZIARA, F.A **Expansão do setor sucroalcooleiro como uma nova etapa da fronteira agrícola em Goiás: estudo de caso no município de mineiros**. Anápolis-GO: Revista de Economia da UEG, Vol. 05, nº 02, jul-dez, 2009

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.



EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja. 2004.** Disponível em <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/rotacao.htm>> Acesso em: 04 jun 2012.

FIRJAN. **Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal.** Disponível em<[http://www.firjan.org.br/ifdm/ifdm\\_downloads.html](http://www.firjan.org.br/ifdm/ifdm_downloads.html)> Acesso em: 23 mai 2012.

FERREIRA, N. C. ; MIZIARA, F. ; RIBEIRO, N. . **Preço da Terra em Goiás.** Boletim Goiano de Geografia <sup>JCR</sup>, v. 01, p. 01, 2007

FUJITA, M., KRUGMAN, P., VENABLES, A.. **The spatial economy: cities, regions and international trade.** Cambridge, MIT Press. , 1999

HADDAD, E.A. **A estrutura econômica de Minas Gerais:** uma análise de insumo-produto. *Nova Economia*, Belo Horizonte, VIII Prêmio Minas de Economia, 1995.

HADDAD, P. R. (org). **Economia regional: teorias e métodos de análise.** Fortaleza: BNB. ETEBE, 1989.

HAIR JR., Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. et al. **Análise multivariada de dados.** 5. ed. Porto Alegre : Bookman, 2005.

IBGE – **Pesquisa agropecuária municipal.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=p&t=1&z=t&o=3> Acesso em 30 de março de 2012 .

IBGE – SIDRA. **Sistema IBGE de recuperação automática.** Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=p&t=58&z=t&o=3>>Acesso em 10 mai 2012.

IEL, CNA E SEBRAE. **Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil.** Brasília, D.F. : IEL, 2000.

IGREJA, A. C. M. et all. **Fatores locacional e tecnológico na competição cana versus pecuária para as regiões geográficas brasileiras.** São Paulo: Rev. de Economia Agrícola, v. 55, n. 2, p. 89-103, jul./dez. 2008

IMAGEM - WWF Brasil. **Mapa de vulnerabilidade ambiental do Estado de Goiás, Brasil.** S. J. Campos: Soluções de Inteligência Geográficas, 2004

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis.** 2nd.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 607p.

KAGEYAMA, A.; LEONE, E. T. **Uma tipologia dos municípios paulistas a partir de indicadores sociodemográficos.** Jan. 1999. (Texto para discussão, 66). Disponível em: <[www.eco.unicamp.br/nea/rurbano](http://www.eco.unicamp.br/nea/rurbano)>. Acesso em 2012

LAZZARINI, S. G. ; NUNES, R. . Competitividade do sistema agroindustrial da soja. In: Elizabeth Maria Mercier Quirido Farina; Decio Zylbersztajn. (Org.). **Competitividade no Agribusiness Brasileiro.** v. 5, p. 194-420, 1998.

LEME, R.A. **Contribuição à teoria da localização industrial.** São Paulo: IPE/USP, 1982.

LOPES, A. S. **Desenvolvimento regional .** Lisboa:Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN 972-31-0106-8, 2001

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAPA – Ministério da Agricultura. **Safras e estoques.** Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2011/03/safra-de-graos-tem-novo-recorde>> acesso em 10 de junho de 2012.

MARTINS, G. W. **Uma contribuição aos estudos de localização industrial: determinando o potencial de transporte aéreo de uma região com base no modelo de análise hierárquica.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2010.

MARTINS, R.S.; REBECHI, D.; PRATI, C.A. ; Conte, H. **Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no estado do Paraná.** Curitiba: RAC, v. 9, n. 1, Jan./Mar. p53-78, 2005

MELO, Cármem Ozana de e PARRE, José Luiz. **Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização.** *Rev. Econ. Sociol. Rural* [online]. 2007, vol.45, n.2, pp. 329-365. ISSN 0103-2003.

NETO, M. M. J. **Estatística multivariada.** Revista de Filosofia e Ensino. Disponível em: [http://www.criticanarede.com/cien\\_estatistica.html](http://www.criticanarede.com/cien_estatistica.html). Acesso em: 19 jun 2012

NOGUEIRA, M. P. **Os avanços da pecuária de corte.** Casa Branca SP:BIGMA, 2010. Disponível em < <http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=49> > acesso em 07 dez 2011.

PARANAÍBA, A. C; PIRES, M. J. S. **Dinâmica da agropecuária goiana: um estudo sobre composição agrícola no período 2000 a 2007.** Disponível em: <[www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/conj/conj10/artigo07.pdf](http://www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/conj/conj10/artigo07.pdf)> Acesso em: 11 jun. 2012

PEREIRA, B. D.A **Abertura comercial, a inserção de mato grosso no cenário internacional e seus principais eixos.** Cuiabá: Revista de Estudos Sociais. Ano 3, n. 5 p.89-98, 2001.

QUEIROZ, S. T. P. **Usinas de álcool – fatores influentes no processo de escolha da localização de novas unidades.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 150 p. Dissertação de Mestrado.

RAMOS, R.A. R.; MENDES, J. F. G. **Introdução às teorias da localização: orientações recentes na localização industrial.** Braga: Universidade do Minho.? Departamento de Engenharia Civil, 2001.

RODRIGUES, C.G.; SIMÕES, R. **Aglomerados industriais e desenvolvimento socioeconômico: uma análise multivariada para Minas Gerais.** Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 203-232, abr. 2004

SEPIN. **Perfil Socioeconômico dos municípios goianos.** Disponível em < <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>> acesso em 12 de mar de 2012

SIEG. **Base cartográfica e mapas temáticos do estado de Goiás.** Disponível em < <http://www.sieg.go.gov.br/>> acesso em 08 jun 2012.

SILVA, C. R. **Governança e coordenação em cadeias agroindustriais - um estudo na cadeia agroindustrial da carne bovina.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. Dissertação - Mestrado em Administração - Uem/Uel, 2007

SILVA, H. ; RESENDE, A. G. ; ROSA, C. H. ; SIMÕES, R. . Dinâmica agropecuária e urbanização: uma análise multivariada para minas gerais, 1995-2000. IN: XXXIII encontro nacional de economia, 2005, Natal, RN. **Anais do xxxiii encontro nacional de economia, 2005.**

SIMÕES, R. F. **Métodos de análise regional e urbana:** diagnóstico aplicado ao planejamento / Rodrigo Simões. - Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2005.

STATSOFT. **Process Analysis. Electronics Statistic Textbook.** Disponível em: <<http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>> Acesso em: 2012.

VIRGILITO, S. B. **Estatística aplicada.** 3 ed, p. 590. São Paulo: Edicon, 2006

WAAK, R. S. Gerenciamento de tecnologia e inovação em sistemas agroindustriais. In: ZYLBERSZTAJN, D. (Org) & NEVES, M. F. (Org.). **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000.

WTO - World Trade Organization - **International Trade Statistics 2011**. Disponível em [www.wto.org/statistics](http://www.wto.org/statistics) - acesso em 23 mar 2012.

XAVIER, C. E. O. ; CANO, C. J. Z. ; CRUZ JUNIOR, J. C. ; CAIXETA FILHO, J. V. Localização ótima de frigoríficos no Mato Grosso do Sul. In: **XLV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2007**, Londrina. XLV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2007.