

VONEDIRCE MARIA SANTOS BORGES

**FORMAÇÃO DE UMA NOVA CENTRALIDADE DO SETOR
SUCROENERGÉTICO NO CERRADO: O CASO DE
QUIRINÓPOLIS, ESTADO DE GOIÁS.**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção de título de Doutor em Geografia.

Área de Concentração: Ambiente e Apropriação do Cerrado

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Selma Simões de Castro

Goiânia- GO

2011

VONEDIRCE MARIA SANTOS BORGES

**FORMAÇÃO DE UMA NOVA CENTRALIDADE DO SETOR
SUCROENERGÉTICO NO CERRADO: O CASO DE QUIRINÓPOLIS,
ESTADO DE GOIÁS.**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós- Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Sócio – Ambientais da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção do título de Doutor, aprovada em 16 de dezembro de 2011, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

Prof^a Dr^a Selma Simões de Castro (PPGeo/IESA/UFG)
Orientadora

Prof. Dr. Fausto Miziara – Doutorado em Ciências Ambientais e Mestrado
em Agronegócio (UFG/CIAMB/EEAA) Membro Titular

Dr. Heitor L. C. Coutinho – EMBRAPA- Solos Membro Titular

Prof. Dr. José Paulo Pietrafesa – Departamento de Ciências Sociais / Sociologia
(PUC/Unievangélica) e Faculdade de Educação (UFG) Membro Titular

Prof. Dr. Alfredo Borges de Campos (UFG/IESA/PPGeo) Membro Titular

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues Mendonça (UFG/Campus de Catalão/Geografia)
Membro Suplente

Goiânia - 2011

*Aos meus pais Ojanir e Iracilda
a minha irmã Dêrce
e aos meus filhos Rafael e Danillo
pelo carinho, estímulo e amor.....
DEDICAO*

AGRADECIMENTOS

"A cada vitória o reconhecimento devido ao meu *Deus*, pois só *Ele* é digno de toda honra, glória e louvor". **Senhor, obrigada pelo fim de mais essa etapa!**

À minha família, meu *porto seguro*. Aos meus pais, irmã, meus filhos (tesouros lapidados) minha sobrinha Franscielle e minha nora Júlia que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Em especial à minha irmã *Dirce* pelo carinho e força que sempre me deu, por estarmos sempre juntas nos momentos mais importantes, por "contar" com você!

A professora e orientadora Dr^a Selma Simões de Castro pelo seu apoio e contribuições teóricas, inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que subsidiou novas reflexões e construções. Pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta Tese.

Em especial à amiga e *irmã* do coração Iolanda. Obrigada por fazer presente em minha História de Vida e desfrutar comigo os bons e maus momentos. Grande incentivadora desta pesquisa e valiosa parceira na vida. Obrigada *guerreira!*

Às amigas da UEG Gilma, Sirlene, Rose, Lara e Daniela, pelas horas de lazer, por serem companheiras, sempre na tentativa de me suportar com o estresse pré Tese.

As colegas de pesquisa Georgia e Adriana, pelo incentivo, cooperação e amizade que partilhamos durante nosso caminhar nas viagens de campo, nos artigos, nas reuniões e em horas e horas de laboratórios. Homenagens *às meninas da cana!*

Ao Sr. José Carlos Caldeira e Marcos Gondim Oliveira pela ajuda incondicional e terem se tornado, colaboradores ímpares desta pesquisa. Profissionais que contribuíram diretamente na construção deste trabalho.

Aos colaboradores do LABOGEF, Diego, Héllbia, Karla e Felipe da Agronomia, que não mediram esforços contribuindo nesta pesquisa com seus trabalhos de geoprocessamento.

À Universidade Estadual de Goiás – Unu Quirinópolis pela oportunidade e pela credibilidade.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG, pelo apoio prestado com a concessão de bolsa de Doutorado.

Às Usinas São Francisco e Boa Vista pelo empenho e responsabilidade social, disponibilizando dados considerados imprescindíveis à realização dessa pesquisa.

Aos professores Marcelo Mendonça, Frances Lee e Tadeu Arrais pelas valiosas contribuições na banca de qualificação.

Às instituições públicas e privadas da cidade de Quirinópolis, que me receberam nas visitas para o levantamento dos dados censitários e de campo.

RESUMO

O setor sucroalcooleiro vem apresentando um processo notável de expansão desde 2000, rumo ao Cerrado central, reconhecidamente favorecido por conjuntura ancorada na defesa da energia renovável e soberania nacional. O estado de Goiás é um dos alvos preferenciais dessa expansão, desde 2004, principalmente 2006-2007, e vem concentrando uma forte agroindústria canavieira na região Sul Goiano/Sudoeste, Microrregião de Quirinópolis (MRQ), onde passou de cerca de 4 mil ha a mais de 150 mil ha plantados no período, com grande impacto na socioeconomia local, segundo estudos anteriores e subsidiários desta tese. Essa microrregião conta com características edafoclimáticas favoráveis e logísticas de grande relevância econômica intra e inter-regional para exportação, porém as mudanças de uso do solo e impactos ambientais relacionados a esse processo ainda são pouco estudados. A presente tese objetiva compreender o padrão espacial de expansão da cana para e na MRQ, com ênfase em solos e suas mudanças de uso, entendidas por vários autores como expansão da Fronteira Agrícola da década de 1970, porém mais organizada, tecnicizada e capitalizada, visando comprovar a hipótese de que aí vem se configurando uma nova centralidade do setor sucroenergético no Cerrado, voltado à produção de etanol e bioenergia, cujas consequências multiescalares afetam, dentre outros aspectos, as demais cadeias produtivas pré-existentes, especialmente de produção de alimentos. Analisou-se com mais detalhe a sucessão de usos do solo no período desde 2004, anterior à chegada da cana, de modo a identificar os padrões de substituição de culturas e pastagens pela nova cultura e o potencial de impactos ambientais diretos da cana devida constatação de pressão sobre os recursos hídricos para fins de irrigação e sobre os solos associados ao sistema de manejo de elevado padrão tecnológico, envolvendo insumos e defensivos, além de maquinaria pesada, dentre outros. A pesquisa baseou-se principalmente na compilação de dados e mapas, e elaboração de documentos cartográficos temáticos multiescalares, incluindo uso de imagens de satélite e SIG, análise de dados censitários diversos e estudo detalhado de impactos através de entrevistas dos principais atores, de descrição e coleta de amostras de solos e recursos hídricos e análise laboratorial. Conclui-se que a cana se concentrou inicialmente nas melhores terras da MRQ, onde conta com a melhor infra-estrutura regional/estadual, e vem concorrendo, vitoriosa, com outros usos, em particular, grãos (soja), e

secundariamente pastagens, nas quais prossegue com a expansão atual. O processo, como no passado está amparado em política federal, ora o PNE - 2030, e recebe subsídios federais e estaduais. Ainda está acelerado e reproduz o mesmo modelo de expansão da Fronteira Agrícola anterior, de ocupação do Cerrado dos anos de 1970, diferenciando-se, entretanto pela rápida e mais bem planejada atuação de grandes grupos financeiros e formação rápida de *joint ventures* e complexos agroindustriais sucroalcooleiros horizontais em extensão daqueles do Sul-Sudeste e mesmo multinacionais. Esses grupos selecionaram previamente as áreas de expansão onde desencadearam a instalação das usinas induzindo um novo zoneamento, mas mantiveram a estratégia de produção de *commodities* agrícolas. Por fim, constatou-se que os principais impactos ambientais diretos nas áreas cultivadas são a perda de biodiversidade dos solos e dos recursos hídricos a compactação dos solos e a aumento de sua resistência à penetração, indicando compactação, e supõe-se que há potencial de erosão subsequente e também de sua contaminação com o tempo, devido manejo da cultura. Conclui-se também que a MRQ vivencia, paradoxalmente, os impactos socioambientais positivos e negativos decorrentes de uma expansão sucroalcooleira que materializou rapidamente uma nova centralidade espacial do setor no Cerrado Central, similar àquela ocorrida no passado no estado de São Paulo, porém desta feita contando com um setor já consolidado no Sul-Sudeste e que juntos se configuram no que se está chamando de polígono da cana e numa nova centralidade, esta como parte do arco de expansão da cana, já de inegável e grande expressão estadual e nacional, e aos poucos se tornando referência também internacional.

Palavras Chave: *Plano Nacional de Agroenergia; Cerrado; Região Sudoeste Goiano; Quirinópolis, cana-de-açúcar; centralidade espacial; complexo agroindustrial; mudanças de uso e de funções das terras; Latossolos Vermelhos; impactos ambientais.*

ABSTRACT

The alcohol sector has shown a remarkable process of expansion since 2000, towards the central Cerrado, admittedly favored by situation anchored in renewable energy and defense of national sovereignty. The state of Goiás is one of the prime targets of this expansion, since 2004, primarily from 2006 to 2007, and has been concentrating a strong sugar industry in southern Goiás / Southwest Microregion of Quirinópolis (MRQ), where he spent about 4 000 ha more than 150 000 ha planted in the period, with great impact on the local socio-economy, according to previous studies, and subsidiaries of this thesis. This micro-region has favorable soil and climatic characteristics and economic importance of high logistics intra-and inter-regional exports, but the changes in land use and environmental impacts related to this process are still poorly studied. This thesis aims to understand the spatial pattern of expansion of sugarcane and the MRQ, with emphasis on soil and its use changes, considered by many authors as the agricultural frontier expansion of the 1970s, but more organized and capitalized technified, aiming prove the hypothesis that there has been setting a new centrality of the sugarcane industry in the Cerrado, focusing on production of ethanol and bio-energy, multi-scale consequences of which affect, among other things, the other pre-existing supply chains, especially food production. We analyzed in more detail the succession of land uses in the period since 2004, before the arrival of the cane in order to identify the substitution patterns of crops and pastures by the new culture and the potential for direct environmental impacts of sugarcane due observation of pressure on water resources for irrigation purposes and on soils associated with the management system of high technological standards, involving inputs and pesticides, and heavy machinery, among others. The research was based mainly on compiling data and maps, and thematic development of multi-scale cartographic documents, including use of satellite imagery and GIS analysis of census data and detailed study of various impacts on soil and water resources, with sampling Field and laboratory analysis. It is concluded that sugarcane has focused initially on the best land of the MRQ, where it has the best infrastructure in regional / state, where it stood, triumphant, with other uses, in particular, grains (soybeans), and secondarily pastures, in which continues with the current expansion. The process as in the past is supported by federal policy, now the

PNE - 2030, and receives federal and state subsidies. It's still fast and plays the same model of previous agricultural expansion, occupation of Savannah in the 1970s, differing, however the fastest and well-planned action of large financial groups and the rapid formation of joint ventures and sugar and alcohol agribusiness complexes horizontal extension of those South-East and even multinationals. These groups previously selected areas where expansion triggered the installation of plants inducing a re-zoning, but retained the strategy of producing agricultural commodities. Finally, it was found that the main direct environmental impacts cultivated areas are the loss of soil biodiversity and water resources soil compaction and increase their resistance to penetration, indicating compression, and it is assumed that there is potential for erosion and also the subsequent contamination of their time, because crop management. It was concluded that MRQ experience, paradoxically, both positive and negative social and environmental impacts arising from a rapidly expanding sugarcane which materialized a new centrality of the space sector in the Central Cerrado, similar to that which occurred in the past the state of São Paulo, but this time relying on an industry already established in the south-southeast and which together make up what is called the polygon of the cane and a new center, as part of this arc expansion of sugar cane, as undeniable and great expression of state and national levels, and gradually reference also becoming international.

Keywords: National Agro-Energy, Savannah; Region Southwest Goiás; Quirinópolis, cane sugar, central space; agroindustrial complex, changes of use and functions of the land; Red Oxisols; environmental impacts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Fluxograma de operacionalização da pesquisa.....	32
Figura 02 - Área plantada de culturas selecionadas para a Mesorregião Sul Goiano, 1990 a 2006	48
Figura 03 - Área dos estabelecimentos agropecuários de Goiás por utilização das terras.....	48
Figura 04 - Os maiores produtores brasileiros de soja/cana em área (ha) na safra 2010/11.....	52
Figura 05 – Produção brasileira de cana de 1996/2007.....	54
Figura 06 - Área de produção de cana-de-açúcar na mesorregião Sul Goiano.....	59
Figura 07 – Eixo de expansão da cana em Goiás (2005 a 2010).....	62
Figura 08 – Os estados maiores produtores brasileiros de cana na safra 2010/11.....	63
Figura 09 - Os municípios goianos maiores produtores de cana em área.....	65
Figura 10 - Microrregião de Quirinópolis, Goiás, e localização das usinas sucroalcooleiras instaladas desde 2004.....	82
Figura 11 – Mapa da Geologia da MRQ.....	85
Figura 12 – Mapa de Geomorfologia da MRQ.....	86
Figura 13 – Mapa Hipsométrico da MRQ.....	87
Figura 14 – Mapa de Declividade da MRQ.....	88
Figura 15 – Mapa de Solos da MRQ.....	90
Figura 16 - Cobertura Vegetal original da MRQ.....	92
Figura 17 – Mapa de Uso e cobertura da terra de 2004 – MRQ.....	96
Figura 18 – Uso e Ocupação do solo na MRQ – GO (2004).....	97
Figura 19 – Produtos agrícolas cultivados na MRQ – GO (1990 – 2010).....	98
Figura 20 - Dinâmica da cultura de soja nos municípios da MRQ.....	99
Figura 21 - Dinâmica da cultura de milho nos municípios da MRQ.....	100
Figura 22 – Dinâmica e expansão da cultura da cana por municípios na MRQ.....	102
Figura 23 - Tipos de solos com o cultivo de cana na MRQ.....	103
Figura 24 – As classes de Latossolos com cultivo de cana na MRQ.....	104
Figura 25 - Mapa de Uso e cobertura da terra de 2010- MRQ.....	105

Figura 26- Mapa de Aptidão Agrícola de solos para o cultivo da cana na Microrregião de Quirinópolis.....	108
Figura 27 – Zoneamento Agroecológico da cana no estado de Goiás.....	111
Figura 28 - Áreas de Preservação Permanente na MRQ.....	113
Figura 29- Tipos de uso da terra na MRQ – Goiás (2006).....	117
Figura 30- Mapa de uso da terra na MRQ – Goiás (2006).....	118
Figura 31 – Mapa do Uso do solo em 2004 sobrepostos pelas áreas de cana em 2005/2006 na USF – MRQ – Goiás.....	120
Figura 32 – Mapa de Solos com enfoque nas áreas de expansão da cana na USF Microrregião de Quirinópolis – Goiás.....	121
Figura 33 – Tipos de uso da terra na MRQ – Goiás (2008).....	123
Figura 34 - Mapa de uso da terra na MRQ – Goiás (2008).....	124
Figura 35 – Tipos de uso da terra na MRQ – Goiás (2010).....	125
Figura 36 – Mapa de uso da terra na MRQ – Goiás (2010).....	126
Figura 37 – Mapa de suscetibilidade à erosão hídrica da MRQ.....	131
Figura 38 - Mapa do Uso da Terra nas ÁPP na MRQ.....	138
Figura 39 – Mapeamento das principais unidades de solos encontradas nos talhões de cana-de-açúcar na Usina São Francisco.....	174
Figura 40 – Mapa dos Ambientes de Produção dos talhões de cana-de-açúcar e o Uso da terra em 2010, na Usina São Francisco.....	177
Figura 41 – Distribuição dos Ambientes de Produção Edafoclimáticos dos talhões com cana na USF e produção.....	178
Figura 42 – Mapa de solos amostrados e talhões de cana na USF.....	180
Figura 43 – Mapa dos talhões amostrados sobre Mapa de Uso do Solo (2004) onde Agricultura significa cultura de grãos.....	181
Figura 44 – Mapa dos talhões amostrados sobre Mapa de Uso do Solo (2010) indicando os Ambientes de Produção.....	183

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Principais Produtos Agrícolas e Pastagens de Goiás – 2010.....	54
Tabela 02 - Os Gigantes do Setor de açúcar e álcool no Brasil.....	61
Tabela 03 - Goiás no <i>ranking</i> da produção de açúcar e álcool.....	64
Tabela 04- Área total cultivada de cana nos municípios goianos na safra 2010 em ordem decrescente de produção.....	66
Tabela 05- Área total cultivada de cana nos municípios da MRQ – GO.....	66
Tabela 06 – A Área de colheita de cana na USF – safras 2006 a 2011.....	69
Tabela 07 – A Produção e a Produtividade da cana na USF.....	70
Tabela 08 - A Área de colheita de cana na Usina Boa Vista.....	74
Tabela 09- A Produção da cana na Usina Boa Vista.....	74
Tabela 10 - Municípios que compõem a microrregião (018) – Quirinópolis.....	83
Tabela 11- Utilização da terra na MRQ – GO (1970– 2006).....	95
Tabela 12- Efetivo de rebanho bovino da MRQ – GO.....	100
Tabela 13- Efetivo de rebanho bovino – vacas ordenhadas 2000-2009.....	101
Tabela 14- A dinâmica e a expansão da cultura da cana na MRQ.....	102
Tabela 15 - Distribuição das Aptidões Agrícolas para o cultivo de cana.....	109
Tabela 16- Uso do solo e expansão da cana-de-açúcar na MRQ.....	127
Tabela 17- Planejamento de produção agrícola/industrial da USF.....	129
Tabela 18 – Uso em Áreas de Preservação Permanente.....	139
Tabela 19 – Índices mensais e anuais de pluviosidade de Quirinópolis	140
Tabela 20 - Precipitação Pluviométrica Ideal e Ocorrida no ano de 2010 na USF	141
Tabela 21- Ciclo típico de produtividade de cana na região Centro-Sul.....	148
Tabela 22 - Caracterização físico-química das áreas em LVdf.....	168
Tabela 23 - Caracterização físico-química das áreas em LVd.....	169
Tabela 24 – Estimativa de Produtividade de Valores de TCH e TPH para os Ambientes de Produção Edafoclimáticos na USF.....	175
Tabela 25 – Demanda consolidada de insumos, grãos, açúcar e etanol.....	188
Tabela 26 - Produtos com potencial de circulação pelo terminal de cargas da Ferrovia Norte – Sul no município de Quirinópolis - 2010.....	198

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Grupos de classificação de aptidão agrícola para o cultivo de cana.....	39
Quadro 02- <i>Status</i> e Categorias das Usinas na MRQ– GO.....	83
Quadro 03 - As etapas de expansão da cana para a MRQ – Goiás.....	116
Quadro 04- Uso da terra (2004) e inserção da cana na MRQ.....	118
Quadro 05 – Características das principais variedades de cana plantada na microrregião Quirinópolis e recomendações de manejo.....	153
Quadro 06 - Os grupos de manejo nos diferentes tipos de solos.....	155
Quadro 07 - Síntese do Preparo do solo no cultivo da cana na USF.....	156
Quadro 08 - Síntese dos tratos culturais no cultivo da cana na USF.....	160
Quadro 09 - Síntese das atividades de conservação do solo na USF.....	161
Quadro 10 - Descrição do Manejo- cultivo de cana fertirrigada na USF.....	163
Quadro 11 – Os Ambientes de Produção de cana-de-açúcar da Região Centro Sul do Brasil – CTC (2011).....	172
Quadro 12 – Características agronômicas do cultivar SP 81-3250 de cana.....	179
Quadro 13 – Características das Áreas amostrais para classificação dos Ambientes de Produção na Usina São Francisco.....	179
Quadro 14 – Produtividade das áreas amostrais (talhões) cultivadas com cana na Usina São Francisco – safra 2010/2011.....	181
Quadro 15- Os Ambientes de Produção das áreas amostradas na USF.....	182
Quadro 16 – Quadro síntese das Usinas em operação na MRQ – 2004 a 2010.....	209

SIGLAS UTILIZADAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas
- ACIQ - Associação Comercial e Industrial de Quirinópolis
- AIA - Análises e Indicadores do Agronegócio
- AGRODEFESA - Agencia Goiana de Defesa Agropecuária.
- AGROVALE - Cooperativa dos Produtores Rurais do Vale do Paranaíba Ltda.
- ANA – Agência Nacional das Águas
- ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
- APA – Área de Preservação Ambiental
- APP – Área de Preservação Permanente
- APROCANA – Associação dos Produtores de cana-de-açúcar
- ATR - Açúcar Total Recuperável
- BNDS – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CAIs - Complexos Agroindustriais
- CANASAT – Cana-de-açúcar por imagem de satélite
- CANAVIALIS - Companhia de Melhoramento de cana-de-açúcar
- CELG - Centrais Elétricas de Goiás
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de SP.
- CI - Conservation International
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de S. Paulo.
- CTC – Centro Tecnológico Canavieiro
- CTC – Capacidade de Troca catiônica
- EMATER – Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EPE - Plano Decenal de Expansão de Energia
- EPA - *Environmental Protection Agency*
- FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás

FAO - *Food and Agriculture Organization*
FCO - Fundo Constitucional do Centro-Oeste
GEE – Gases Efeito Estufa
IAC – Instituto Agronômico de Campinas
IDEA – Instituto de Desenvolvimento Agroindustrial
IEA - Instituto de Economia Agrícola
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA/data - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO - International Organization for Standardization
ISRIC - World *Soil* Information
LABOGEF – Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física.
LANSAT – Land Satélite
MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.
MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
MRQ – Microrregião de Quirinópolis
NBR – Normas Brasileiras
PETROBRAS – Companhia Brasileira de Petróleo
PLANALÇUCAR – Programa Nacional de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar
PND – Plano Nacional de Desenvolvimento
PNE – Plano Nacional de Energia
POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento das Áreas de Cerrado
PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool
PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PRODECER – Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados

PRODUZIR - Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RIDESA - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento Sucroalcooleiro.

SBPE - *Sociedade Brasileira de Planejamento Energético*

SEAGRO - Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do Estado de Goiás.

SEPCAR - Plano de Desenvolvimento Regional da 6ª. Região Administrativa de Ribeirão Preto

SEFAZ – Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás

SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás

SEPIN – Secretaria de Planejamento

SIFAEG – Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool do Estado de Goiás

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

TCH – Tonelada de Cana por Hectare

TPH – Tonelada de Pol por Hectare

UBV – Usina Boa vista

UC – Unidades de Conservação

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia

UEG – Universidade Estadual de Goiás

UFG – Universidade Federal de Goiás

UNEP - *United Nations Environment Programme*

ÚNICA – União das Indústrias de Cana-de-açúcar

UNICAMP – Universidade de Campinas

USF – Usina São Francisco

VHP - Açúcar Bruto

WWF – World Wildlife Fund

WORLD BANK - Banco Mundial

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xiii
SIGLAS UTILIZADAS.....	xiv
INTRODUÇÃO.....	20
Procedimentos Operacionais gerais da pesquisa.....	32
CAPÍTULO I - A RECENTE EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO, O PAPEL DO ESTADO DE GOIÁS E DA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS – GO.....	45
- A formação dos Complexos Agroindustriais- breves considerações.....	49
- Os ciclos da Cana-de-açúcar no estado de Goiás.....	53
-A estruturação do complexo agroindustrial na Microrregião Quirinópolis - O Sudoeste Goiano.....	67
-As Usinas em Operação.....	68
Usina São Francisco Açúcar e Álcool S/A.....	68
Usina Boa Vista S/A.....	72
Usina Rio Claro Agroindustrial S/A.....	75
Usina Energética São Simão S/A.....	77
- As Usinas em implantação.....	80
CAPITULO II - DOS GRÃOS, DOS PASTOS E DO CERRADO À CANA-DE-AÇÚCAR: A APTIDÃO AGRÍCOLA E AS ETAPAS DE EXPANSÃO NA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS – GOIÁS.....	81
- Caracterização da Área de Pesquisa.....	82
- Localização da Área de estudo.....	82
- O meio físico da microrregião de Quirinópolis – GO.....	84
- Uso do solo no período pré-cana (1960 – 2004).....	93
- Uso atual do solo no período cana (2004 - 2010).....	98

- O Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar para o estado de Goiás e a Aptidão agrícola ao cultivo da cana dos solos da MRQ.....	106
- As classes de Aptidão Agrícola nas terras da MRQ.....	107
A Aptidão agrícola <i>versus</i> o Uso do solo.....	113
- As etapas de expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis: a hipótese de uma nova centralidade.....	115
1ª etapa de expansão (2004 – 2006).....	116
2ª etapa de expansão (2006 – 2008).....	122
3ª etapa de expansão (2008 a 2010).....	124
- Projeções dos cenários futuros para MRQ (2015 – 2040).....	128
- Os principais impactos ambientais da agroindústria canavieira na MRQ.....	130
Erosão hídrica.....	131
Compactação dos solos.....	132
Perda de Qualidade do Solo e dos Recursos Hídricos.....	135
Poluição por defensivos agrícolas.....	136
Desmatamento e Perda de Biodiversidade.....	137
Pressão nos recursos hídricos.....	139
- Os impactos da fase industrial.....	142
CAPITULO III - O MANEJO DO SOLO NOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO DA CULTURA CANAVIEIRA NA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS – GOIÁS.....	148
- Análises da caracterização físico-química das áreas amostradas em LVdf e LVd para fins de manejo do solo.....	167
- Os ambientes de produção em áreas cultivadas com cana-de-açúcar na usina São Francisco S/A, em Quirinópolis, Goiás.....	170
CAPITULO IV – AS BASES DA CONSOLIDAÇÃO DE UMA NOVA CENTRALIDADE ECONÔMICA: O ETANOL DO CERRADO E O COMPLEXO SUCROENERGÉTICO DA MRQ.....	185
- A dinâmica de instalação do setor sucroenergético na MRQ – o caso de Quirinópolis.....	186
- Os principais atores do novo complexo sucroalcooleiro.....	190
O Grupo São João de Araras.....	190
O Grupo São Martinho.....	192

- A logística e as <i>joint-venture</i> como fatores determinantes na expansão das Usinas na microrregião de Quirinópolis.....	195
A Ferrovia Norte-Sul.....	196
- A Renda da terra e a Nova Centralidade pela Territorialização da Cana.....	202
CONCLUSÕES.....	211
BIBLIOGRAFIA	217
ANEXOS.....	234

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido como o país de maior potencial para a produção de biocombustíveis na atualidade, devido sua vasta extensão territorial e sua experiência de mais de três décadas de produção e uso do etanol, desde o PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool (1975-1979). A cultura da cana está presente em quase todos os estados brasileiros e ocupa cerca de 10% da superfície agrícola do país, sendo o terceiro cultivo mais importante em área plantada, depois da soja e do milho e vem apresentando expansão acelerada nos últimos anos, sobretudo neste século.

Em um cenário em que se destaca a preocupação com o aquecimento global e se visualiza o aproveitamento das potencialidades energéticas nacionais renováveis visando a produção crescente de energia limpa e renovável o etanol produzido pela cana-de-açúcar ganha destaque e por essa razão está fortemente contemplado no PNE Plano Nacional de Agroenergia (2006 - 2030), dado que é considerado como combustível de baixa emissão de CO_{2e} (equivalente) e pode atender a recomendação do IPCC – 2007- Protocolo de Quioto. A substituição da gasolina pelo etanol também diminui as pressões sobre a demanda e o refino de petróleo. Por outro lado, a expansão notável das áreas de cana-de-açúcar vem merecendo discussões, principalmente quanto à segurança alimentar, devido estar substituindo outros cultivos e pastagens no Cerrado, como já o fizera no Sul e Sudeste do país na década de 1970-80, causando impactos socioeconômicos positivos e negativos diretos importantes nas áreas selecionadas e indiretos nas áreas para onde as outras culturas e pastos se deslocam.

Paralelamente, espera-se também um aumento importante da produção dos derivados da cana-de-açúcar, em especial da biomassa (bagaço) destinada à geração de energia elétrica, que além de tornar as usinas autossuficientes ainda pode ser exportada para as empresas estatais de energia elétrica, num sistema denominado de co-geração. Por outro lado, em longo prazo, parte da biomassa produzida poderá ser destinada à produção do etanol, como resultado da incorporação comercial do processo da hidrólise enzimática. Também em longo prazo deve-se considerar que a cana-de-açúcar e seus derivados deverão figurar como a segunda fonte de energia mais importante da matriz energética brasileira, inferior apenas à participação da

hidroeletricidade e do petróleo e derivados (PNE – 2030). É, portanto, uma questão de prioridade e de soberania nacional.

Fazendo um retrospecto resumido da intervenção do estado nesse setor, pode-se constatar que a produção de cana no Brasil apresentou seu primeiro grande crescimento acelerado com a implementação do PRÓALCOOL, que pretendia dotar o país de uma alternativa para a substituição do petróleo na matriz energética nacional pelo álcool, visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos, e também evitar o aumento da dependência externa de divisas quando dos choques do preço do petróleo (1973 e 1979).

O PROÁLCOOL teve três fases evolutivas distintas. A primeira (1975 e 1979 – fase inicial) caracterizou-se pelo uso do álcool anidro como aditivo à gasolina e indutor de implantação de destilarias de álcool anexas às usinas de açúcar. A segunda fase (1980 e 1985 – fase de consolidação) estabeleceu como objetivo a produção de álcool hidratado para uso direto em veículos que, como consequência, exigiu adaptações dramáticas nas linhas de produção de motores, na distribuição de combustíveis e no comportamento dos consumidores, sendo responsável pelo aumento da frota de veículos movidos exclusivamente a álcool, nem sempre com condições de atendimento dessa demanda. E, por fim, a terceira fase (1986 e 1996 – fase de estagnação) em que se constata um panorama de desaceleração do PROÁLCOOL, seguido de crise, ou seja, uma década sem grandes investimentos na produção de cana-de-açúcar no Brasil. Houve uma substancial redução da participação dos investimentos públicos no setor e desequilíbrio entre a oferta e a demanda de álcool combustível, fato este que acabou levando à redução do interesse em produzir (na ótica da indústria automobilística) e comprar veículos movidos a álcool (na ótica do consumidor) (SHIKIDA, 2004). Essa fase é também conhecida como de desregulamentação.

Essa 3ª fase marca um regime de transição iniciado nos anos de 1990 e concluído em 1998, quando os controles governamentais como as cotas de produção e exportação, tabelamento de preços e concessão de subsídios à produção e à movimentação, tanto para o açúcar quanto para o etanol, foram eliminados. Corre paralelamente nessa fase, ainda, o debate ambiental e social em relação às consequências desse novo modelo de produção capitalista, adotado pelo setor sucroalcooleiro em todas as suas etapas de operação. Com efeito, o rearranjo sob a

égide da desregulamentação setorial que afetou a agroindústria canavieira brasileira no pós 1990, e se aguçou no final dessa mesma década (com a liberalização dos preços), contribuindo para ampliar a eficiência e a competitividade do álcool brasileiro. Isso porque, com o fim do controle estatal, os produtores de álcool tiveram que se adaptar ao livre mercado e caminhar sem os incentivos, os subsídios e a coordenação do Estado.

No entanto, um novo período de grande crescimento da produção da cana no Brasil pode ser observado a partir de 1996/97 embora os sinais tenham se iniciado a partir de 1990. Esse novo ciclo de expansão agrícola da cana-de-açúcar, tem marcada ascensão a partir de 2006, já em termos de área plantada destinada à produção de etanol. O Brasil vive então a nova expansão dos canaviais motivada pela exportação, em grande escala, do etanol como combustível alternativo. Uma das questões conflitantes neste período, no que se refere à expansão da monocultura da cana-de-açúcar, é que essa expansão estaria conduzindo a uma redução importante das áreas destinadas à produção de alimentos, provocando sua diminuição de oferta e até escassez, com o subsequente aumento significativo de seus preços.

Essa questão fica evidente quando se retrata que as áreas de fronteiras agrícolas da década de 1970, nas regiões Sul e Sudeste, foram incorporadas ao processo produtivo agrícola brasileiro em substituição à soja (sobretudo na década de 1980), a qual se expandiu para o Centro-Oeste, fato este que se repete agora, pois a cana vem substituindo a soja nessa região, hoje considerada como de nova fronteira da cana-de-açúcar) (CASTRO et al., 2007 e 2010; UNICAMP, 2005; MIZIARA, 2009). Novas usinas se instalaram assim no Cerrado goiano, vindas em parte significativas dos grupos atuantes no sudeste do país, em especial São Paulo. Vários estudos têm permitido constatar esse processo, principalmente no estado de Goiás,,até o presente grande produtor de grãos e de carnes do país,, tem sofrido mudanças na sua organização e gestão econômica do território, sobretudo pelos avanços do sistema de arrendamento e por uma maior competição pela terra, disputada pelas usinas canavieiras e seus entorno num raio aproximado de cerca de 40 km me linha reta.

Some-se a isso que essas áreas-alvo da expansão da cana também já são dotadas de melhor infraestrutura e melhores solos, o que divulga a ideia de que a cana não precisa desmata as fitofisionomias do Cerrado, pois que as áreas que estavam

ligadas às atividades da produção agrícola, seja de culturas (grãos) ou de pastagens (CASTRO et al, 2010) já o haviam sido antes. Vale aqui lembrar que o setor sucroalcooleiro, em Goiás, se superimpõe às áreas já ocupadas e beneficiadas pelas políticas públicas dos Programas Nacionais Desenvolvimentistas (II PND), haja vista que o estado já fora alvo de alta exploração da terra, com uso intensivo de tecnologias para o melhoramento do solo e genético das plantas, além de ter recebido investimentos resultantes da iniciativa privada no período de desregulamentação setorial ocorrido após a década de 1990.

Estudos anteriores, incluindo o zoneamento agroecológico da cana (MANZATTO et al, 2009), revelam que há grande potencial para plantio de cana no estado de Goiás, estimado em cerca de 12 Mha (vale lembrar que o estado tem pouco mais de 30Mha), ainda que as terras apresentem predomínio de média aptidão, com destaque notável para sua porção sul. Assim, o sistema sucroalcooleiro no estado de Goiás vem, assim, apresentando um processo de notável expansão nos últimos anos, em especial desde 2005, quando de menos de 20 usinas salta para 34 em 2006 e conta com 36 em operação em 2010, mas que integram 74 já confirmadas (licenciadas ou em instalação), às quais se somam 36 em cadastro ou análise, cuja aprovação não é segura, mas se for, somarão uma centena de sinas no Estado, distribuídas da seguinte forma: no Sul Goiano (Bacia do Paranaíba) são 33 em operação e em implantação e 41 em projetos (análise, cadastro e não definida). No Centro Goiano (Bacia do Tocantins) são 13 em operação e instalação e 8 em projetos, somando 21 ao todo. Tal situação indica notável densidade, definindo assim, o Centro-Sul Goiano como área preferida pelos empreendedores (CASTRO et al. 2007; 2010).

A partir de 1997 e, sobretudo, de 2006-07 o Sul Goiano se destaca por concentrar cerca de 70% do total dessas usinas no estado como já fora destaque na cultura de grãos, sobretudo soja. Nele a microrregião de Quirinópolis vem chamando a atenção pela presença de duas grandes usinas e uma rápida conversão de áreas agropecuárias pela cultura da cana, principalmente no município homônimo, capital da microrregião, a partir de 2004. Quirinópolis aumentou sua área plantada de pouco mais de 5 mil ha em 2004 para mais de 116 mil ha em 2010, e abriga 7 dentre as quais 1 pretende ser a maior usina de etanol do mundo. O município já é hoje (2010) o maior produtor de cana do estado de Goiás, segundo dados da CONAB, superando a

liderança antes consagrada de Santa Helena. Nesse tempo Quirinópolis aumentou exponencialmente sua população urbana e vem reconfigurando seu espaço geográfico, as relações de trabalho e outras.

Contudo, não se conhece esse processo em detalhes, principalmente os impactos sobre o meio físico e biótico, além dos sociais e econômicos dessa expansão, mas se conhece seu elevado potencial para o cultivo dessa planta e sua oferta logística (CAMELINI, 2011).

Pelo exposto, a presente tese tem como recorte espacial a Microrregião de Quirinópolis (MRQ) e temporal, para fins de contextualização histórica, o período que se inicia na década de 1990, período de desregulamentação do setor, o qual fornece subsídios à análise da expansão da agroindústria canavieira no estado de Goiás. No Sudoeste Goiano, o recorte é feito a partir de seus efeitos mais recentes, desde o início da década de 2000. A análise preliminar dos dados sobre a microrregião de Quirinópolis permitiram supor que a microrregião lidera a expansão no estado, determinada por fatores geográficos altamente favoráveis, tanto do ponto de vista do meio físico, como pela logística, que favorece a exportação tanto do açúcar como do álcool, via Porto de São Simão e estradas, além da proximidade do alcoolduto que se dirige à Senador Canedo, em direção leste, rumo à região metropolitana de Goiânia, onde se encontra a cidade que se consolidou como uma das mais importantes do agronegócio do Centro-Oeste do país, Goiânia.

Nesse sentido, a implantação das agroindústrias sucroalcooleiras estaria promovendo a expansão da área de cultura de cana-de-açúcar rumo ao Centro-Sul do Cerrado, onde estaria construindo novos cenários de ocupação agrícola. Contudo, essa expansão não é um movimento comandado diretamente pelo governo, como a ocorrida com o PROALCOOL, Assim, supõe-se também, quanto ao processo de escolha dessas áreas de expansão da cana, que a corrida para ampliar unidades e construir novas usinas é hoje movida por decisões principalmente da iniciativa privada, ainda que claramente apoiada pelo governo através do PNE (2006-11). Onde as usinas se instalam, elas induzem um novo modelo de uso e ocupação agrícola que, além de reconfigurar as paisagens, introduzem transformações territoriais, atreladas também ao desenvolvimento dos grandes complexos agroindustriais.

Assim pode-se dizer que estaria ocorrendo um zoneamento induzido pelas usinas e que os novos cenários vão sendo produzidos pela intervenção direta do capital no espaço, gerando novas centralidades, como no passado o PROALCOOL o fez principalmente no estado de São Paulo.

Com esse espírito, a presente tese considera que a escolha da microrregião de Quirinópolis deve-se à oferta de boas terras existência de infraestruturas já criadas pela fronteira agrícola anterior, ou seja, a implantação da cana-de-açúcar deu-se em áreas agrícolas de grãos (soja/milho) e pastagens, sem necessidade de desmatamentos para incorporação de novas áreas de cultivo, prática habitual das fronteiras agrícolas. Logo não se trataria de uma fronteira agrícola que começaria dessa forma, mas outra a ser mais bem entendida.

Nesse sentido, pode-se supor que a conversão em cana em áreas de solos com elevada aptidão agrícola e em bom estado manejados antes com grãos, incorreria em menor custo de produção em termos financeiros, pelo menos no início do processo. Some-se o baixo preço da terra quando da implantação das usinas e a infraestrutura herdada da atividade econômica anterior. Portanto, os grupos financeiros interessados teriam selecionado novas áreas para implantar usinas numa concepção estratégica, isto é, com menor custo da terra (em relação às terras de São Paulo), com benfeitorias do uso e ocupação do solo anterior à introdução da cana, já consolidadas, e a possibilidade do desenvolvimento de novas técnicas e práticas de cultivo sem queima em terras de Cerrado. Assim as novas centralidades não seriam aleatórias, as planejadas pelos detentores do grande capital.

Essa ideia vem de encontro aos cenários apresentados em estudo realizado pela UNICAMP (2005) que indicavam 12 áreas possíveis para expansão da cultura, dentre elas 8 no Cerrado, entre as quais o sul goiano, o leste de Mato Grosso do Sul e o leste do Mato Grosso, justamente onde se encontra a grande expansão do setor. O mesmo não se pode dizer quanto à Planalsucar, que em 1986 (PASQUALETTO & ZITTO, 2000), contemplava o Sul Goiano como apto.

Convém lembrar que Quirinópolis, no entanto, não integrava substancialmente nenhuma dessas áreas, mas ao ser poderia ser considerado um modelo regional de competitividade para a produção canavieira no Cerrado, principalmente com a *commoditização* iminente do etanol. Todavia, convém lembrar também que a

concentração de terras tende a aumentar e o produtor pode ficar subordinado ao mercado, inclusive o internacional, retroalimentando-se assim os aspectos gerais da dinâmica de novas centralidades, mas onde a incorporação dos recursos técnico-científicos na agricultura é cada vez maior. Por outro lado, está sujeito a uma condição de vulnerabilidade territorial (oscilações bruscas de preços, situação já enfrentada no caso da soja, efeitos climáticos e outros sobre os cultivares selecionados), ou seja, uma série de riscos econômicos, sociais e ambientais que são recorrentes na produção sucroenergética. A relação entre a competitividade para gerar um produto valorizado no mercado, como o etanol, e o surgimento de uma série de implicações negativas, resultariam com pequena margem de erro, numa extrema especialização regional produtiva, sobretudo, dos pequenos municípios. Portanto, essa centralidade poderia sofrer os mecanismos comuns à monocultura agroexportadora.

O deslocamento das empresas da região Sudeste do país que já não dispunha mais de terras para a expansão do setor, e, por conseguinte não atenderia a demanda nacional e internacional, promoveu o deslocamento para o Centro - Sul do Cerrado, particularmente Goiás, o qual reunia as condições necessárias à expansão, tornando-se um dos alvos do interesse dos grupos do setor, sobretudo a microrregião de Quirinópolis. Por outro lado, tal expansão demandava apropriação intensa e rápida devido o momento histórico favorável, materializando-se muito rapidamente, em cerca de 5 anos, por práticas como arrendamento (parceria), fornecedores (terceirizados) ou mesmo compra das propriedades rurais (própria) e realizada com alto nível de tecnificação.

Convém ressaltar que Quirinópolis tinha uma economia consolidada e competitiva, e mudar isso era difícil. Assim, o cultivo da cana entra no município de Quirinópolis num momento de fragilidade dos produtores de grãos que se encontravam endividados devido às crises sucessivas no mercado da soja após 2003. O município passou então a vivenciar mudanças significativas de uso do solo com as instalações de duas das maiores usinas sucroalcooleiras do país, a São Francisco do Grupo São João e a Boa Vista do Grupo São Martinho, ambos os grupos predominantemente paulistas. Estes grupos se instalaram no município consubstanciando, o que se chama aqui, de *Nova Expansão da Fronteira Agrícola*, provocando mudanças no setor produtivo do município e resultando numa

reconfiguração territorial caracterizada pela presença de um parque industrial. Assim, além das alterações na organização do espaço urbano, esse setor se apropriou rapidamente (2004-2010) de uma grande quantidade de terras (116 mil hectares no município e região) para o cultivo de cana-de-açúcar.

Para testar as hipóteses desta tese, partiu-se da identificação das áreas aptas para o plantio da cana-de-açúcar seguindo-se a lógica edafoclimática, ou seja, os atributos de solos com maior aptidão para a cultura, clima e relevo favoráveis e grande disponibilidade hídrica. E por outro lado pelo mercado, com destaque relevante para a logística. Como o Zoneamento Agroecológico da Cana (MANZATTO, 2009) não aponta grandes áreas com elevada aptidão no estado de Goiás, o olhar dirige-se para a facilidade de escoamento da produção, ou seja, os fatores de decisão sobre para onde expandir a cultura se pautaram pela logística e distância das unidades industriais.

Castillo (2011), considerando esse aspecto defende a ideia de que a utilização de novos critérios estratégicos para a instalação das usinas permitirá resolver o problema do *gargalo logístico* existente no país, sobretudo, nesse setor, o que facilitará o escoamento da produção visando o mercado tanto interno como externo, e supostamente barateará os custos de transporte. A questão da criação de alternativas logísticas para o etanol implica na análise do aproveitamento dos recursos existentes e adequação dos modais disponíveis, do ponto de vista da racionalidade econômica e da fluidez efetiva para os agentes envolvidos diretamente no circuito espacial produtivo do etanol (SANTOS e SILVEIRA, 2001).

Nesse sentido, Quirinópolis se encontra num circuito geográfico privilegiado no Sudoeste goiano, considerado como peça chave do novo *Cinturão da Cana* constituído pós *flex fuel*, pois se situa às margens do rio Paranaíba, próximo ao porto de São Simão e da hidrovia Paranaíba-Tietê-Paraná, que pode facilitar o escoamento da produção, além da importação de insumos, maquinários e peças e de outros elementos importantes para o setor. Está distante a 280 km de Goiânia e interligada às principais regiões do estado de Goiás e do país por uma malha rodoviária constituída, principalmente pelas GO 164, que liga à BR 452 (Paranaiguara) e GO 206 que liga à BR 384 (Itumbiara). E agora, pleiteia a construção de um Terminal de Carga da Ferrovia Norte – Sul, o que vem estreitar e consolidar a posição de nova centralidade

do etanol. Logo se alia uma aptidão edafoclimática média à oferta logística, de modo a garantir o investimento.

Corroborando essas hipóteses, a microrregião focada nesta tese já conta com sete usinas em diferentes *status*: 4 em operação - Usina São Francisco, no município de Quirinópolis-Gouvelândia; Usina Boa Vista em Quirinópolis; Usina Energética São Simão S/A em São Simão e Usina Rio Claro Agroindustrial Ltda. em Caçu; e 03 em fase de implantação- a Usina Energética Rio Doce I Açúcar e Álcool em Cachoeira Alta, a Usina Energética Rio Doce II Açúcar e Álcool em Caçu e o Complexo Bioenergético em Itarumã. Essas 7 unidades industriais representam cerca de 10% do total previsto pro Centro-Sul Goiano (CASTRO et al., 2007).

Uma questão trabalhada nesta tese decorre das evidências de impactos em consequência do cultivo intenso e acelerados da cana-de-açúcar, sobretudo aos relacionados à substituição de culturas e ao sistema de manejo do solo que demanda grandes volumes de água para lavagem da cana na indústria e a fertirrigação com vinhaça. Outra questão refere-se à disputa entre a cana e as lavouras temporárias (especialmente a soja) pelas melhores áreas de cultivo, que necessita ser mais bem avaliada, dada a tradição pecuária do município. Assim, a pesquisa desta tese parte da identificação das áreas cultivadas com a cana-de-açúcar e de suas relações com as usinas instaladas, e prossegue analisando os impactos socioambientais negativos e positivos decorrentes das atividades canavieiras. Como o licenciamento ambiental é obrigatório para as usinas, mas não para as áreas agrícolas, supõe-se ainda que os impactos ambientais podem estar sendo potencializados nessas áreas onde há a cana própria (da usina) e mais ainda em áreas arrendadas ou de fornecedores. Os efeitos sinérgicos da expansão poderão ainda causar impactos indiretos, ou seja, poderão induzir os agricultores e pecuaristas que cederam suas terras por venda ou arrendamento a buscarem novas áreas, incluindo as de menor aptidão agropecuária, seja na mesma microrregião, seja em outra vizinha, e até mesmo bem distante, o que merece estudo à parte e fogem do escopo desta tese.

Em síntese, a tese tem como objetivo geral, discutir e analisar a expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis - GO, a partir do ano de 2004 e as bases de consolidação da formação de uma nova centralidade do setor sucroenergético no Cerrado, bem como identificar os impactos ambientais diretos relacionados com a

monocultura da cana nas fases do cultivo/industrialização e em suas principais etapas de operações, técnicas e tecnologias.

Destaca-se que o presente trabalho integra o Projeto “Mudanças de Uso do Solo e suas consequências no Cerrado”, desenvolvido sob a coordenação da Prof^a Dra. Selma Simões de Castro, no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física – LABOGEF, com financiamento do CNPq, através do Edital Universal 2007-2009, Processo No. 497610/2009-9 e o projeto vinculado à bolsa de Produtividade da mesma, intitulado: Avaliação dos Sistemas Pedológicos do Cerrado. Mais especificamente, a tese integra diretamente o projeto “Expansão do setor sucroenergético no Centro-Sul do Cerrado”, com bolsas de estudo da FAPEG para duas das pesquisadoras envolvidas e docentes da UEG - Universidade Estadual de Goiás, dentre elas a autora desta tese. Convém ressaltar que, o projeto incorpora três teses de Doutorado, que corroboram a temática “A expansão da cana no Sudoeste Goiano e seus Impactos Ambientais, com enfoque no solo e na água, desenvolvidos na microrregião de Quirinópolis – GO, com os seguintes temas e objetivos”.

1- **A presente Tese: Formação de uma nova centralidade do setor sucroenergético no Cerrado: o caso de Quirinópolis, estado de Goiás.**

Pesquisa em escala regional, com uma abordagem mais geral, que detecta o município de Quirinópolis como um novo centro regional do setor sucroenergético do Cerrado, dada às excelentes condições edafoclimáticas, sua logística e a expansão intensa e acelerada da cana, a qual corresponde a presente tese.

2- **Impactos ambientais do uso dos solos do Cerrado goiano em áreas de expansão do cultivo de cana-de-açúcar: o caso da microrregião de Quirinópolis, estado de Goiás, no período de 2004 a 2010. Objetivo Geral:**

Avaliação dos efeitos do agrossistema da cana-de-açúcar nos solos do município de Quirinópolis e áreas limítrofes, pertencentes ao Cerrado goiano, onde propomos a identificação dos indicadores e respectivos parâmetros da qualidade de solo, com destaque para a macroestrutura e microestrutura, para fins de avaliação e controle de riscos ambientais provenientes do cultivo da cana-de-açúcar. Desenvolvida por Adriana Aparecida Silva.

3- **Avaliação de impactos sobre a biota em solos com cultivo de cana-de-açúcar, Quirinópolis - GO. Objetivo Geral:** Avaliar a diversidade de solos, suas respectivas biotas e biotas das águas em ambientes relacionados às sucessões dos usos do solo historicamente representativos de Quirinópolis - GO, com ênfase em áreas de conversão recente ao cultivo da cana-de-açúcar e referenciados a área(s) testemunho, para obtenção de bioindicadores na avaliação dos impactos sobre a qualidade do solo e dos recursos hídricos. Desenvolvida por Geórgia Ribeiro Sant’ana.

A base de dados relativa ao meio físico e aos solos é compartilhada pelas três teses e sua integração em cada uma das teses é compatibilizada de acordo com os seus objetivos. Vários trabalhos apresentados nessa tese foram desenvolvidos em cooperação entre as três pesquisadoras, resultando assim, em várias produções em conjunto (relatórios, artigos, pôsteres), sob a mesma orientação.

A discussão sobre os temas abrangidos nesta pesquisa são aqui apresentados em quatro capítulos, que se interligam pelo tema geral, assim distribuído:

Capítulo I - A recente expansão da cana-de-açúcar no cerrado e o papel do estado de Goiás e da Microrregião de Quirinópolis, que discorre sobre o quadro evolutivo da cana-de-açúcar desde a Modernização da Agricultura e o PROÁCOOL, com vistas a apresentar o contexto em que a expansão atual do setor sucroenergético se instala.

Capítulo II - Dos grãos, dos pastos e do Cerrado à cana-de-açúcar: a aptidão agrícola e as etapas de expansão na microrregião de Quirinópolis – Goiás. Nesse capítulo abordam-se as características do meio físico da microrregião com vistas a argumentar no sentido do potencial que apresenta para o cultivo da cana. São apresentados dados comprobatórios da substituição inicial das áreas antes com culturas anuais pela cana, revelando uma estratégia do setor, certamente baseado em custo-benefício, dado que pastagens degradadas envolveriam maior custo de implantação dos canaviais. Nesse capítulo é apresentada também uma periodização (etapas) do processo de expansão da cana na microrregião, desde 2004 e discutidos dados que levam a supor e argumentar no sentido de que a mesma assume gradativamente o papel de nova centralidade do setor no Cerrado e no estado de Goiás.

Capítulo III – O manejo do solo nos ambientes de produção da cultura canavieira na microrregião de Quirinópolis – Goiás. Neste capítulo apresenta e discutem-se as formas de manejo da cultura da cana praticada por uma das grandes e das primeiras usinas que chegaram à região de modo a identificar potencial de impactos sobre solos e recursos hídricos.

Capítulo IV – As bases da consolidação de uma nova centralidade econômica: o etanol do Cerrado e o complexo sucroenergético da microrregião de Quirinópolis – GO. Este é o capítulo final em que fica demonstrada a nova centralidade da cana no estado de Goiás e no Cerrado e os impactos ambientais relacionados.

FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A abordagem adotada e o roteiro metodológico geral da pesquisa foram operacionalizados com base nos fundamentos teórico-metodológicos, que correspondem aos procedimentos operacionais específicos, como apresentado no fluxograma (Figura 01).

Procedimentos Operacionais gerais da pesquisa

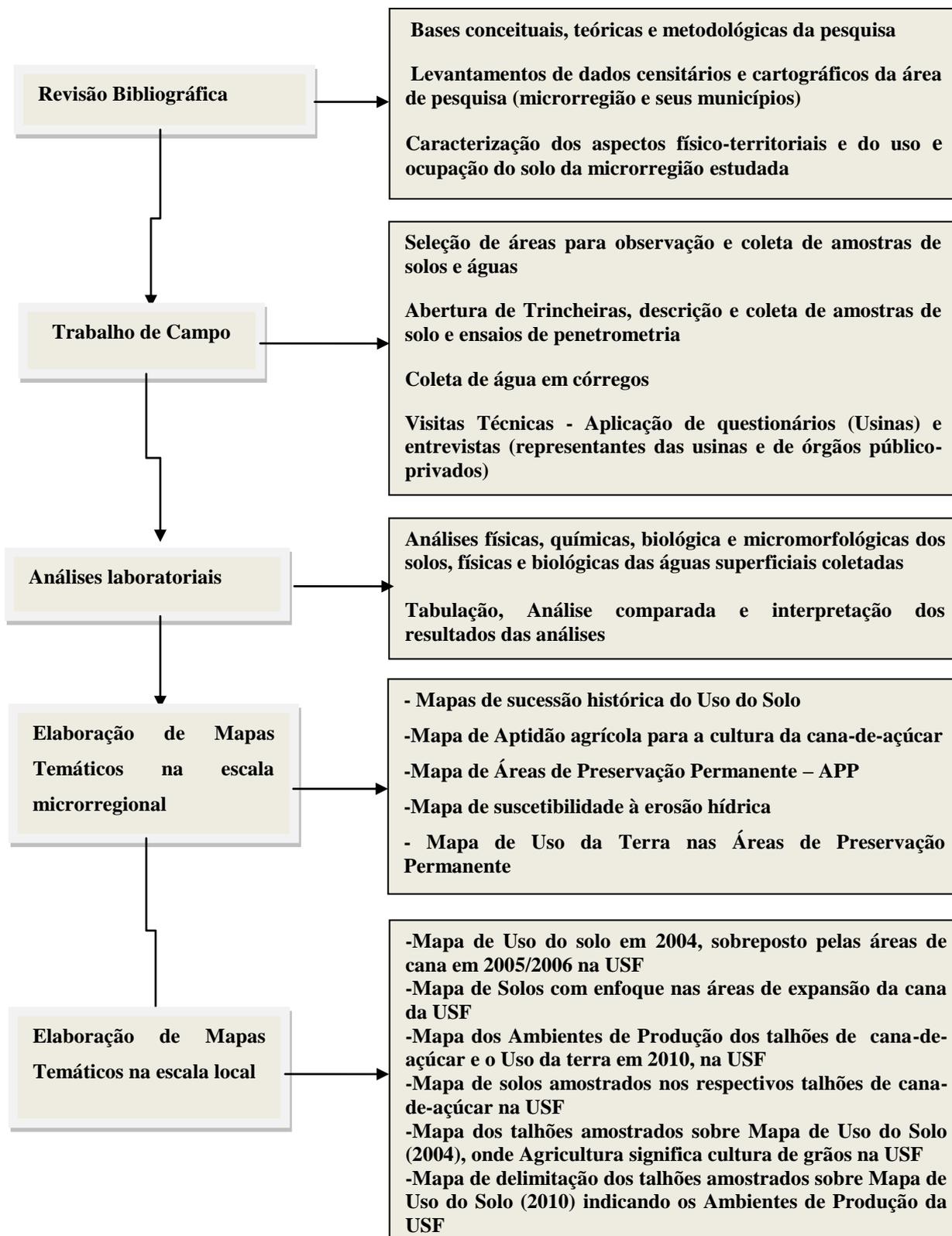


Figura 01 – Fluxograma de operacionalização da pesquisa. Org.: Borges, 2011.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Correspondeu à fase inicial do trabalho e objetivou a aquisição das bases teóricas metodológicas da pesquisa embasada em autores renomados e obras de referência. Deu-se ênfase à temática da expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás, Mesorregião Sul Goiano e em especial na microrregião de Quirinópolis, contemporânea à expansão canavieira no Centro – Sul do país. Destacaram-se os impactos negativos e positivos sobre o meio físico e biótico relacionados, sobretudo os relativos ao solo e água. Procedeu-se à pesquisa bibliográfica de modo usual, cujo resultado se consubstanciou no capítulo de Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Investigação, além de ter contribuído também em parte para a elaboração dos capítulos I e II desta tese os quais são: A recente expansão da cana-de-açúcar no cerrado e o papel do estado de Goiás e da Microrregião de Quirinópolis; Dos grãos, dos pastos e do Cerrado à cana-de-açúcar: a aptidão agrícola e as etapas de expansão na microrregião de Quirinópolis – Goiás.

LEVANTAMENTOS DE DADOS GEOGRÁFICOS E CENSITÁRIOS

Os levantamentos de dados geográficos e censitários foram realizados juntos aos órgãos públicos e privados ligados diretamente e indiretamente à expansão da cana-de-açúcar, os quais foram: SEAGRO/EMATER, SIEG, SIFAEG, SIFACÚCAR, SEPLAN/SEPIN, SEFAZ, CONAB, IBGE/Ipeadata, IBGE – Censos Agropecuários, CTC, UDOP, EMBRAPA, MAPA, ÚNICA/UNICAMP, CANASAT/INPE. Os referidos dados estão distribuídos nos capítulos I e II.

BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS DA ÁREA DE ESTUDO

Correspondeu ao levantamento de dados cartográficos, em escala regional, microrregional e municipal, objetivando a caracterização do meio físico, de modo a compreender as potencialidades e limitações relativas ao uso e ocupação do solo, com ênfase na cana-de-açúcar. Para a caracterização físico-territorial da área em estudo, utilizaram-se as bases cartográficas do SIEG, com compilação dos mapas temáticos do meio físico (geologia, geomorfologia, hipsometria, declividade, cobertura vegetal e solos) refinados em escala de 1:100.000 por Silva (2011). O mapa de geologia foi compilado do levantamento geológico realizado em 2008, pela Superintendência de

Geologia e Mineração, disponibilizada no site do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG.

Para a caracterização do uso e ocupação do solo, utilizou-se de imagens de satélite LANDSAT TM 5 e dados da SEFAZ (2010) da microrregião de Quirinópolis, para a elaboração dos respectivos mapas dos anos de 2004, 2006, 2008 e 2010. Nessa fase contou-se com o suporte de Adriana A. Silva (2011). Esses anos foram escolhidos por serem representativos da expansão da cana-de-açúcar na área em estudo. Os resultados serviram à elaboração do capítulo II – Dos grãos, dos pastos e do Cerrado à cana-de-açúcar: a aptidão agrícola e as etapas de expansão na microrregião de Quirinópolis – Goiás.

TRABALHO DE CAMPO

Em função das variações ambientais os solos se estruturarem verticalmente também o fazem lateralmente, no interior das unidades de relevo e sua respectiva paisagem, através de alterações nas características morfológicas dos horizontes. A dinâmica de mudanças nas formas de uso da terra também acarreta transformações no solo, principalmente de ordem estrutural, hídrica, físico-química e biológica, incorrendo em mudanças também de suas funções nos ecossistemas. Seu estudo é fundamental para ações de planejamento, uma vez que o solo é responsável pelo suporte dos ecossistemas e das atividades humanas sobre a terra.

Neste sentido, levantamentos com coletas e amostras de solos são necessários para descrição e avaliação das suas características e relações com os demais componentes das paisagens no tempo e no espaço, tendo por base pontos ou áreas de referência conhecida como áreas-testemunha, com vistas a constatar as transformações causadas pelo seu uso e manejo. Mas, deve-se entender que as ações da agricultura partem do pressuposto de que há limites do solo (capacidade de suporte) para destinação do uso e ocupação em função das potencialidades para seu aproveitamento racional, com sustentabilidade, os quais quando não considerados desencadeiam impactos negativos que podem promover sua degradação.

Assim, o potencial de uso, também conhecido como aptidão agrícola, e o potencial de impactos ambientais, conhecido como suscetibilidade e risco aos usos,

foram tratados nesta tese, voltando-se para a cana-de-açúcar, que merece estudos detalhados, dada a pressão que exerce sobre os solos, associados aos sistemas de manejo (convencional e/ou direto) e respectivo nível de conservação (usos de defensivos, fertilizantes, dentre outros); os recursos hídricos, para fins de captação para a unidade industrial e a irrigação, e até mesmo a depuração de resíduos; e, por último, às novas incorporações de áreas ocupadas ainda com remanescentes do Cerrado. Deve-se ressaltar que não sendo possível abordar todos os impactos ambientais, foram priorizados nesta pesquisa os mais significativos: compactação dos solos, erosão, assoreamento, perda de biodiversidade, perda de qualidade das águas e do solo (biota/bioindicadores) e contaminação relacionada à destinação de resíduos (bagaço, torta de filtro, vinhaça, gases, efluentes das lavagens).

Os resultados do trabalho de campo estão devidamente interpretados no capítulo II – Dos grãos, dos pastos e do Cerrado à cana-de-açúcar: a aptidão agrícola e as etapas de expansão na microrregião de Quirinópolis – Goiás.

OS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS ESPECÍFICOS DE CAMPO

Para avaliar as ocorrências de compactação (principal impacto identificado na área) e outras evidências de degradação dos solos, foram abertas 10 trincheiras, onde os perfis de solo foram descritos e coletados para análises texturais e de fertilidade, dentre outras, das duas classes de solos representativas da área cultivada, desde onde ocorreu a expansão inicial e a subsequente consolidação da cana na MRQ.

- Seleção de áreas, Perfis de Solos e Coletas de amostras

As áreas onde foram abertas as trincheiras para a realização das descrições morfológicas e coletas de amostras de solos situam-se no domínio do Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e do Latossolo Vermelho distrófico (LVd), alvos preferenciais da expansão da cana, que se encontravam todas em 2010 no 4º corte do 1º ciclo. Nesses solos vem sendo cultivada a variedade SP 81 3250 com manejo sem queima, altamente mecanizado, com talhões fertirrigadas (vinhaça) e não fertirrigadas (adubação mineral convencional), com a sucessão de uso de soja/cana e pasto/cana e

áreas-testemunha, com vegetação nativa de Cerrado situados na área da então Usina São Francisco do Grupo São João (que posteriormente muda de nome devido *joint venture* com a Cargil). Nas áreas selecionadas foram feitas as descrições morfológicas dos perfis de solo de acordo com o recomendado por SANTOS *et al.*,(2005) e coletas em todos os seus horizontes.

- Perfis do solo

Os perfis de solo das áreas amostrais foram descritos ambiental e morfológicamente, seguindo-se a coleta de amostras deformadas (rotinas analíticas) e indeformadas (densidade, biologia do solo e micromorfologia) de todos os horizontes e transições, para caracterização geral, classificação e avaliação diagnóstica do grau de equilíbrio estrutural com ênfase nos dados morfológicos e micromorfológico, segundo SANTOS *et al.*, (2005), de densidade conforme metodologia da EMBRAPA (1997) e as de micromorfologia seguindo as instruções de CASTRO (2008). Foram feitos, ainda, próximos a cada trincheira, ensaios de penetrometria com penetrômetro de impacto (STOLF *et al.*, 1983). A fórmula utilizada para a realização dos cálculos foi: $R(\text{kgf}/\text{cm}^2) = 5,6 + 6,89N$ sendo R a resistência do solo ou índice do cone e N a penetração unitária por um impacto.

- Análises físicas e químicas do solo

As análises físicas foram realizadas utilizando o Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (1997), no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF) do Instituto de Estudos Sócio Ambientais/UFG. A densidade aparente, ou do solo, foi realizada pelo método do anel volumétrico. Procedeu-se ao cálculo da densidade através da fórmula: Densidade aparente (g/cm^3) = a/b (a = peso da amostra seca a 105° C; b = volume do anel). A densidade de partículas procedeu-se ao cálculo através da fórmula: Densidade de partículas (g/cm^3) = $a/50-b$ (a = peso da amostra seca a 105°C; b = volume de álcool gasto). A porosidade total, que determina o volume de poros por água ou ar, foi feita através da fórmula $100(a-b)/a$, onde a = densidade do solo e b = densidade aparente. As amostras para análises químicas do solo foram encaminhadas para o Laboratório Agropecuário Solocria Ltda. A metodologia utilizada pelo laboratório foi baseada no referido manual da Embrapa (1997).

VISITAS TÉCNICAS

Aplicação de questionários e entrevistas individuais semi-estruturadas

Para o levantamento de dados estruturais e funcionais, referentes à implantação do complexo sucroalcooleiro na microrregião, bem como das técnicas de uso e manejo do solo, foram realizadas visitas técnicas nas seguintes empresas: Usina São Francisco S/A (Quirinópolis); Usina Boa Vista S/A (Quirinópolis); ETH Bioenergética (Caçu/Cachoeira Alta) e Usina Energética São Simão (São Simão) que se encontra em operação na microrregião. Para a análise de dados e de informações coletados e disponibilizados junto às usinas, foram aplicados questionários e entrevistas (anexo 1) relacionados às áreas plantadas (próprias, arrendadas, fornecedores), uso e manejo, produção, produtividade, ambientes de produção, resíduos e destinação e capitais (investimentos, lucros e dividendos), além de entrevistas com alguns dos atores líderes (*stakeholders*) como o Sr. Josias Gonzaga, assessor técnico da Presidência da Valec, construtora da Ferrovia Norte-Sul e o superintendente regional do Banco do Brasil em Rio Verde, o Sr. José Maria de Araújo, ambos a respeito dos planos, projetos e subsídios ao setor na região de planejamento do Sudoeste Goiano. Acrescente-se ainda o aproveitamento de noticiário divulgado pela mídia considerada fidedigna na divulgação. Esse estudo resultou no capítulo IV: As bases da consolidação de uma nova centralidade econômica: o etanol do Cerrado e o complexo sucroenergético da microrregião de Quirinópolis – GO.

ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS NA ESCALA REGIONAL E LOCAL

Mapas de sucessão histórica do Uso do Solo

Procedeu-se ao mapeamento dos usos das terras, na escala 1: 50.000, referentes ao período de 2004 a 2010, que marcam, respectivamente, antes da expansão e a situação atual. O mapeamento foi feito com base nas imagens de satélite Landsat TM5 dos anos de 2004, 2006, 2008 e 2010, através de técnicas usuais de geoprocessamento com auxílio dos programas Spring 4.2 e ArcGis 10. O mapa de 2010 foi validado em campo. Para a correlação das áreas de cana-de-açúcar com os tipos de solos, foi feita a compilação do mapa de solos disponível no banco de dados do SIEG - Sistema de

Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás, primeira aproximação. Essa etapa contou com o suporte técnico de Adriana A. Silva e foi um trabalho paralelo a presente Tese que contribuiu, sobretudo, na compreensão espacial dos dados censitários levantados e interpretada pela autora desta pesquisa. Tal estudo já se encontra publicado na seguinte obra: SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. de. *Dinâmica de uso da terra e expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2004 a 2010, na microrregião de Quirinópolis, Goiás*. José Paulo Pietrafesa e Sandro Dutra e Silva (orgs.). Transformações no Cerrado Progresso, Consumo e Natureza. Editora da PUC Goiás. Goiânia. p. 155 a 187. 328 p. 2011.

Mapa de Aptidão Agrícola das terras

Para a elaboração do mapa de aptidão agrícola das terras à cultura de cana-de-açúcar, adotou-se a metodologia baseada em estudos de RAMALHO FILHO E BEEK (1995); SCHNEIDER et al. (2007) e em características gerais da cana, de acordo com MOZAMBANI et al. (2006). Essa etapa contou com o suporte técnico de Diego Cedro que desenvolveu uma metodologia específica para essa cultura para parte do estado de Goiás (Cedro, 2010; 2011).

O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras toma como base o método utilizado pelo Sistema Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS) e propõe classificações de solos visando um número maior de alternativas de utilização como lavouras, pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação de flora e fauna. Contudo, devido a uma variedade muito extensa de espécies de cana, foram utilizadas como base de estudos, as características morfológicas do gênero *Saccharum L.*, que tem como um dos mais cultivados, o híbrido *Saccharum spp.*, adaptada para a cultivar SP 81-3250. Tal metodologia demonstrou ser adequada para determinar áreas com potencial de uso para o cultivo de cana-de-açúcar, obedecendo as suas características gerais e suas especificidades para a alta bacia do rio Araguaia (CEDRO e CAMPOS, 2010).

Para a definição das classes de aptidão agrícola para cana-de-açúcar foram utilizados mapas topográficos, da rede de drenagem e de solos (SILVA, 2011), além de imagens de satélite Landsat 5 TM do dia 26/06/2010 e informações acerca dos níveis de manejo utilizados no cultivo desta cultura, fornecidos em entrevistas, pelas Usinas que se encontram em operação na microrregião, validadas em campo. Tais informações

possibilitaram um maior aperfeiçoamento da metodologia até então adotada, no que diz respeito à cartografia das zonas de aptidão pedoclimática.

Considerando especificidades do sistema de RAMALHO FILHO E BEEK (1995), refinaram-se as propriedades adquiridas desse sistema (intensidade de uso e os níveis de manejo, tecnológico, investimento de capital e pesquisa) buscando adequá-las para as características físicas da área de estudo, da cana-de-açúcar lá plantada e das propriedades com perfil de produção da cana-de-açúcar, com adaptação da geotecnologia de SIG – Sistemas de Informações Geográficas, permitindo o georreferenciamento dos dados cartografados. Sendo assim, a adaptação chegou à sua melhor forma levando em consideração que os grupos de aptidão ficaram restritos somente às lavouras, apresentando 4 grupos de classificação (Boa, Regular, Restrita e Inapta) como pode ser observado no Quadro 01 (CEDRO e CAMPOS, 2010).

Quadro 01 - Grupos de classificação de aptidão agrícola do solo para o cultivo de cana

GRUPO DE APTIDÃO AGRÍCOLA		Aumento da intensidade do Uso			
		Lavouras			
		Aptidão Boa B ou C	Aptidão Regular b ou c	Aptidão Restrita B(c) ou (b)C	Aptidão Inapta
Aumento da intensidade da limitação – diminuição das alternativas de uso	B ou C	BC	Bc ou bC	B(c) ou (b)C	
	b ou c	Bc ou bC	bc		
	(b) ou (c)	B(c) ou (b)C			

Fonte: Cedro, 2009

Para a potencialização da produção nos diversos solos, apenas as práticas de manejo dos tipos “B” e “C” (RAMALHO FILHO E BEEK, 1995) foram considerados nessa pesquisa. O manejo do tipo “A” não foi considerado, pois se trata do nível de manejo mais primitivo para o cultivo de cana-de-açúcar. O nível de manejo do tipo “B” se caracteriza como um nível de manejo intermediário, onde há aplicação de investimentos no que diz respeito à correção de solo, fertilização, poucas máquinas por propriedade, entre outros processos, porém, ainda contando com colheita manual. Já o nível de manejo “C” consiste no nível mais evoluído do ponto de vista tecnológico, com fortes investimentos na propriedade no que diz respeito à correção de solo, fertilização,

drenagem artificial em áreas esporadicamente alagadas, máquinas pesadas e de tecnologia avançada para plantio e colheita.

Desta forma, de acordo com as análises dos produtos preliminares gerados para esse trabalho e critérios baseados em SCHNEIDER et al. (2007), cruzados entre si no software *Arcgis 9.3* e um cruzamento posterior com as especificidades do híbrido *saccharum spp* da cana-de-açúcar, chegou-se à classificação que apresenta o tipo de manejo com letras maiúsculas (por exemplo, BC), que significa que tal área é de aptidão boa para qualquer nível de manejo considerado. Onde houver a representação de algum nível de manejo com letras minúsculas (por exemplo, bc), a área tem aptidão considerada como regular. Para determinação de nível de manejo com letras minúsculas entre parênteses (bc por exemplo), significa uma área restrita para o cultivo da cana-de-açúcar. Por fim, nas áreas onde não aparecerem as representações de nenhum nível de manejo, estas configuram áreas inaptas para o cultivo da cana-de-açúcar (CEDRO e CAMPOS, 2010).

Mapa de Áreas de Preservação Permanentes – APP

O mapeamento de Áreas de Preservação Permanente (APP) da microrregião Quirinópolis – GO tomou por base as resoluções CONAMA nº 302 e 303, de 2002, que determinam que essas áreas e outros espaços territoriais especialmente protegidos, é instrumento de relevante interesse ambiental, integrando o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações. Desta forma, tais resoluções determinam definições, parâmetros e limites a serem preservados ao redor dessas áreas, respeitados por seus usos circundantes.

Através das imagens SRTM (90 metros) coletadas para a área (4 cenas: W51S18, W50S18, W51S19 e W50S19), que foram mosaicadas para cobrir toda a área de interesse, realizou-se o ajustamento para obtenção da declividade no software *ArcGis*, através da ferramenta *Slope*, do pacote *3D Analyst*. Assim, separou-se um arquivo *shape* somente com as áreas com declives superiores a 45%. Dados hidrológicos em 1: 100.000 foram essenciais para identificação das demais classes. Com um arquivo de drenagens, aliado a imagens Landsat 5 TM que cobrem a áreas (Cenas órbita/ponto 222/073 e 223/073), foram identificadas as áreas de veredas,

com base em Cedro (2011), que apresenta metodologia onde as veredas são identificadas nas imagens Landsat 5 TM, em áreas de bioma Cerrado, por características como texturas heterogêneas, finas e aveludadas; coloração verde clara ou média; porte oscilante e se localizarem em áreas de fundos de vale, cursos d'água, associação entre vegetação de alto porte e planícies de inundação. Essa atividade foi desenvolvida operacionalmente por Diego Cedro (2011).

Em sequência, foram analisadas todas as drenagens presentes na microrregião e medidas as larguras dos cursos d'água para determinação das APP's. Para a área de estudo, realizou-se a delimitação das APPs de canais de drenagem, nascentes e de declive, sendo que a delimitação da classe de APP de cursos d'água e das nascentes foi possível após avaliação da largura dos canais de drenagem, considerando os padrões estipulados pela Lei Federal n. 4.771/1965.

As drenagens foram separadas como sendo de mesmo valor de APP. Com essas áreas separadas em um arquivo, utilizou-se da ferramenta *Buffer* do *ArcGis* para delimitação do limite da APP. Essa ferramenta cria uma “borda” com valor pré-determinado ao redor de cada fragmento presente no *layer* e assim criados os arquivos para cada classe de área de preservação permanente. Através da geração de *buffers* polígono em torno do alvo desejado, no caso, os cursos d'água e dos pontos de nascentes, que são as extremidades de cada uma das linhas de drenagem. Assim, o *buffer* utilizado varia segundo a largura do canal de drenagem (córregos, rios, ribeirões), sendo gerado *bufferes* de 30, 50 e 100 metros, enquanto que para as nascentes foi de 50m.

Os dados obtidos individualmente no mapeamento de cada classe de APP foram posteriormente agrupados em um único plano de informação, obedecendo a uma ordem de prioridade arbitrária: Nascente; Margens de canais de drenagem; Declividade superior a 45 ou 100%. Do agrupamento dessas classes em um único plano de informação obteve-se o mapa final de Áreas de Preservação, sem que exista uma sobreposição de áreas. Os limites das APPs foram então sobrepostos ao mapa de uso do ano de 2010 para quantificação e avaliação do status de preservação de tais áreas.

Identificação e Caracterização dos Impactos Ambientais

Para a identificação e caracterização dos impactos ambientais nas áreas de expansão da cana, sobretudo os relacionados ao solo e a água, inicialmente foi realizado o levantamento e a investigação com base nas imagens de satélite (Landsat TM5, ALOS e CBERS) e confrontados em trabalhos de vistoria em campo. Tais estudos subsidiaram a interpretação dos impactos ambientais e deram origem à elaboração dos seguintes mapas:

- Mapa de suscetibilidade à erosão hídrica laminar e linear na MRQ

A avaliação da suscetibilidade a processos erosivos adotou a metodologia proposta por Salomão (2005), que analisa os fatores naturais mais influentes no desenvolvimento de processos erosivos, como erodibilidade e declividade. O mapa resultante foi integrado com o mapa de declividade, através de um cruzamento matricial que relacionou as classes de declividade com as classes de erodibilidade. Compatibilizando-se as classes de suscetibilidade à erosão laminar com as classes de capacidade de uso das terras, foram definidas cinco classes de suscetibilidade à erosão laminar, a saber: Classe I (extremamente suscetível); Classe II (muito suscetível); Classe III (moderadamente suscetível) e Classe IV (pouco suscetível).

- Mapa de Uso da Terra nas Áreas de Preservação Permanente na MRQ

O mapa de Uso nas APP foi obtido em ambiente SIG, após a adoção dos parâmetros do Código Florestal, ainda em vigor, Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, que instituiu as métricas para delimitação das áreas de preservação permanente ao longo dos canais de drenagem, lagos naturais e artificiais, topos de morros, declives acentuados, entre outros. Os mapas de Suscetibilidade e de Uso nas APPs foram elaborados por Faria (2011).

-Mapa do Uso do solo em 2004, sobreposto pelas áreas de cana em 2005/2006 na Usina São Francisco.

-Mapa de Solos com enfoque nas áreas de expansão da cana na USF

Com o objetivo de identificar em que áreas ocorreram a inserção e expansão da cana-de-açúcar na MRQ e sobre quais solos e respectivos tipos de usos, ou seja, comparar o potencial de uso das terras antes da cana e o histórico de uso atual até a conversão em cana, de modo a identificar as áreas de conflitos, foi realizado um mapeamento em escala de detalhe (local), em cinquenta e seis áreas (talhões) com uma área total de 17.240 hectares, localizadas no entorno da Usina São Francisco (USF). A escolha dessas áreas se deu em função de serem as áreas que receberam inicialmente o cultivo da cana na MRQ, antes cultivadas com grãos e pastagem, além de remanescentes da vegetação natural. Assim, com base no uso do solo de 2004 confrontado com as áreas cultivadas com cana na primeira safra da USF (2005/2006), e depois com o mapa de solos da MRQ, comprovou-se sobre quais solos e respectivos usos ocorreu a substituição de culturas pela cana-de-açúcar.

-Mapa dos Ambientes de Produção dos talhões de cana-de-açúcar e o Uso da terra em 2010, na USF.

-Mapa de solos amostrados e respectivos talhões de cana-de-açúcar na USF.

-Mapa dos talhões amostrados sobre Mapa de Uso do Solo (2004), onde Agricultura significa cultura de grãos, na USF.

-Mapa dos talhões amostrados sobre Mapa de Uso do Solo (2010) indicando os Ambientes de Produção, na USF.

Para a identificação dos Ambientes de Produção, em áreas de soqueiras de cana-de-açúcar, correlacionando-os ao manejo utilizado pela USF nas áreas selecionadas (talhões-trincheiras), foram elaborados quatro mapas, em escala de detalhe.

Todos os mapas em escala local (no total de seis) foram elaborados pela autora com a colaboração de Héllbia S. S. Rodrigues (2011) com base nas imagens Landsat TM5 disponibilizadas pelo INPE do ano de 2010, as quais foram trabalhadas na composição colorida tipo R(5), G(4), B(3) e georreferenciadas com base em uma imagem COVER no Software ENVI 4.3. Na etapa seguinte foi utilizada a metodologia do CANASAT (2009), a partir de uma interpretação visual das imagens na tela do computador e realizando a classificação polígono a polígono, no Software ArcGis 10. Para a elaboração dos mapas foi utilizado como apoio as cartas de solos e ambientes de produção edafoclimáticos da Usina São Francisco, pertencente e constantes do Relatório

Técnico de Transferência de Tecnologia 2011- CTC – Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2010).

Após o mapeamento dos talhões, foram adicionados os dados de solos segundo o mapeamento de solos da CTC (2010) do mesmo relatório, e foi utilizado também o mapa de solos da microrregião de Quirinópolis, adaptado do SIG – Superintendência de Geologia e Mineração – por Silva (2011). Posteriormente foram adicionados os dados de Ambientes de Produção segundo os dados do CTC. Os talhões mapeados foram sobrepostos ao uso da terra de 2004, elaborado por Silva e Castro (2011), extraindo para os talhões o uso que predominava na área naquele período. Foi sobreposto também o mapa de uso da terra e os ambientes de produção dos talhões de 2010, na USF. Foram focados com detalhes os talhões mapeados e amostrados em trabalhos de campo, quanto ao solo, e ambiente de produção segundo dados da CTC (2011) e o uso de 2004 (SILVA e CASTRO, 2011). Assim, com base no mapa de solos e de uso da terra 2010, confrontados com os dados de produtividade da cana – safra 2010/11, segundo dados do CTC e da USF, foram identificados e classificados os ambientes de produção nos talhões amostrados de acordo com a classificação do CTC.

CAPITULO IV

AS BASES DA CONSOLIDAÇÃO DE UMA NOVA CENTRALIDADE ECONÔMICA: O ETANOL DO CERRADO E O COMPLEXO SUCROENERGÉTICO DA MRQ

O município goiano de Quirinópolis vem sendo considerado um modelo regional de competitividade para a produção de etanol no Cerrado. Por outro lado, está sujeito a uma condição de vulnerabilidade territorial (oscilações bruscas de preços, situação já enfrentada no caso da soja), ou seja, sofre uma série de fragilizações econômicas, sociais e ambientais decorrentes da produção sucroenergético. A relação entre a competitividade para gerar um produto valorizado no mercado, como o etanol, e o surgimento de uma série de implicações negativas, resulta da extrema especialização regional produtiva (CAMELINI, 2011).

Essa dinâmica foi induzida pelo deslocamento das empresas canavieiras da região Sudeste do país que já não dispunha mais de terras para a expansão do setor, e, por conseguinte não por atender a demanda nacional e internacional. O estado de Goiás e o município de Quirinópolis, no entanto, tinham terras aptas e presenciaram uma busca acelerada de terras que proporcionassem essa expansão energética. Convém lembrar que o cultivo da cana entrou no município de Quirinópolis num momento de fragilidade dos produtores que se encontravam endividados devido às crises sucessivas no mercado da soja (pós 2003). Assim, o município viveu, nos últimos seis anos, mudanças significativas, com uma dinâmica sócio-territorial bastante alterada, desde as instalações de duas das maiores usinas sucroalcooleiras do país, a USF do Grupo São João e a UBV do Grupo São Martinho, ambos predominantemente paulistas.

Tal expansão se concentra em áreas que se caracterizam por serem dotadas de boa infraestrutura e passíveis de apropriação intensa e acelerada, por arrendamento (parceria), fornecedores (terceirizados) ou mesmo compra das propriedades rurais (própria). É realizada com alto nível de tecnificação e por substituição preferencial de áreas com outras coberturas, inicialmente de grãos e depois, pastagens (atividade relativamente menos rentável), como já expostos, frente ao valor da terra que já haviam convertido as fitofisionomias naturais do Cerrado anteriormente, desde a década de 1970 do século passado, quando de sua conversão agropecuária intensiva ligada à modernização da agricultura.

Estes grupos se instalaram no município em áreas já ocupadas pelas atividades agropecuárias, consubstanciando, o que se chama aqui, de uma *Nova Expansão Agrícola*. Tal processo provocou mudanças no setor produtivo do município, uma vez que provocou uma reconfiguração territorial com a implantação do parque sucroalcooleiro. Contudo, além das alterações na organização do espaço urbano, esse setor está se apropriando de uma grande quantidade de terras (116 mil hectares no município e região) num curto espaço de tempo, com o cultivo de cana-de-açúcar, matéria prima básica para a produção de açúcar, álcool e energia.

A dinâmica de instalação do setor sucroenergético na MRQ – o caso de Quirinópolis

Vários são os atores sociais envolvidos no processo de expansão do setor sucroenergético e enorme é sua complexidade. A caracterização de um setor econômico tem suas bases na identificação dos atores que integram os diversos ramos de sua atuação. A dinâmica do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar no Sudoeste Goiano e na MRQ indica um intenso movimento socioeconômico impulsionado pela entrada de novos grupos do setor sucroalcooleiro, num ritmo considerado mais acelerado do que no restante do país, atraindo investimentos de vários grupos nacionais, como exposto.

Assim, analisam-se os dados e informações coletados e disponibilizados junto às usinas (questionários e entrevistas, em anexo) que se encontra em operação e/ou em instalação na MRQ, basicamente relacionados com as áreas plantadas (próprias, arrendadas, fornecedores), produção, produtividade, ambientes de produção, resíduos e destinação e capitais (investimentos, lucros e dividendos), além de entrevistas com alguns dos atores líderes, como o Sr. Josias Gonzaga, assessor técnico da Presidência da Valec, construtora da Ferrovia Note-Sul e o superintendente regional do Banco do Brasil em Rio Verde, o Sr. José Maria de Araújo, ambos a respeito dos planos, projetos e subsídios ao setor na região de planejamento do Sudoeste Goiano, Acrescente-se ainda o aproveitamento de noticiário divulgado pela mídia considerada fidedigna na divulgação.

As análises de tais dados têm como objetivo apoiar a tese de que um dos maiores parques sucroenergético do país situado fora de São Paulo, está na MRQ, do qual pode ser considerada uma espécie de extensão, dado que os grupos executores são procedentes de lá, bem como suas relações de produção e os fatores condicionantes,

direta ou indiretamente, da expansão intensa e acelerada da cana-de-açúcar nessa microrregião.

Segundo dados do MAPA (2010) as sete usinas estão distribuídas da seguinte forma: 04 estão em operação: a USF, localizada no limite dos municípios de Quirinópolis-Gouvelândia; a UBV localizada a 13 km da sede de Quirinópolis (sentido Paranaiguara); a Usina Energética São Simão S/A situada no município de São Simão e a Usina Rio Claro Agroindustrial Ltda. localizada em Caçu, na divisa com Cachoeira Alta. Outras 03 usinas se encontram em fase de implantação, as quais são: a Usina Energética Rio Doce I Açúcar e Álcool em Cachoeira Alta, a Usina Energética Rio Doce II Açúcar e Álcool em Caçu e o Complexo Bioenergético em Itarumã (já exposto no capítulo III).

Vários fatores foram decisivos no processo de tomadas de decisão para a instalação dessas usinas na MRQ, como apresentados e discutidos anteriormente. A decisão dos grupos pela microrregião certamente se pautou inicialmente por um foco estratégico, que foi o deslocamento do setor para as áreas com menor custo da terra (isso em relação às terras de São Paulo), o uso e ocupação do solo anterior à introdução da cana (infraestrutura herdada, sobretudo, pela agricultura de grãos) e a possibilidade do desenvolvimento de novas técnicas e práticas de cultivo em terras de Cerrado (agricultura de precisão). Um elemento igualmente decisivo para a expansão foi a logística existente e prevista. Isto posto, cabe apresentar aqui a reflexão de Castillo (2010b) quando ele menciona que é a utilização de novos critérios estratégicos para a instalação das usinas, que permitirão resolver o problema do *gargalo logístico* existente no país, sobretudo, neste setor, e supostamente baratear os custos de transporte. Assim, a questão da criação de alternativas logísticas para o etanol implica na análise do aproveitamento dos recursos existentes e adequação dos modais disponíveis, do ponto de vista da racionalidade econômica e da fluidez efetiva para os agentes envolvidos diretamente no circuito espacial produtivo do etanol (SANTOS e SILVEIRA, 2001).

No Brasil ainda há grande dependência de transporte rodoviário para a comercialização em geral, devido às grandes distâncias entre produtores e os grandes centros consumidores, o que diminui a competitividade. Isto encarece o produto e torna todo o processo menos eficiente e desestimulante para a expansão canavieira. Contudo, existem muitas bases posicionadas nas proximidades de portos para as demandas de exportações (CASTILLO 2010a). E é justamente neste contexto que se encontra a MRQ.

Quirinópolis encontra-se numa posição geográfica estratégica à instalação de usinas sucroenergéticas, já que se posiciona no eixo expansionista prioritário do setor rumo ao centro do Cerrado e tem proximidades com os nós modais importantes da rede logística voltada à exportação, como rodovias e portos ou similares. A microrregião conta com uma boa logística, onde a posição geográfica parece ser economicamente estratégica, isto porque, se encontra às margens do rio Paranaíba, que favorece a exportação tanto do açúcar como do álcool, via Porto de São Simão (hidrovia Paranaíba-Tietê-Paraná), centro logístico estratégico para a conexão com o Sudeste, de onde parte o etanol para exportação. A logística conta também com a malha rodoviária: BR 153 e 452 e também pelas GO 164, que liga à BR 452 (Paranaiguara) e GO 206 que liga à BR 384 (Itumbiara outro grande complexo sucroalcooleiro), além da proximidade do alcoolduto que se dirige a Senador Canedo (GO), em direção leste, rumo à região metropolitana de Goiânia. Este muito contribuirá no transporte da produção sucroenergética, sem necessidade de grandes deslocamentos rodoviários, pela facilidade de escoamento da produção por meio de um corredor destinado às exportações. O acesso a este corredor de exportações está sendo disputado diante da perspectiva de exportar 12 bilhões de litros de etanol a partir de 2012 (CASTILLO, 2010b). Há também uma enorme expectativa em relação à possibilidade de um ramal da passagem da ferrovia Norte-Sul pelo município, conforme relatório apresentado pela Prefeitura. Tal expectativa se pauta na justificativa de que Quirinópolis tem demanda (insumos, grãos, açúcar e etanol) (Tabela 25) para sediar um Terminal Ferroviário de cargas, e integrar, assim, uma logística de escoamento rodoviário.

Tabela 25 – Demanda consolidada de insumos, grãos, açúcar e etanol em Quirinópolis.

Descrição	Ano 2009	Ano 2011/12
Insumos (t)	192.437,82	266.183,73
Grãos (t)	99.820	96.570
Açúcar (t)	324.808	456.000
Etanol (m ³)	241.958	604.540
Total (t)	859.023,82	1.423.293,70

Fonte: IBGE/Sepin/Seplan/Usinas (2011)

Para dar suporte à logística, Quirinópolis conta também com dois Distritos Industriais, os quais são: DAQUI – Distrito Agroindustrial de Quirinópolis e o DIUSE –

Distrito para Indústrias do Setor Sucroalcooleiro, recém-criado. Ambos se encontram localizados próximos ao anel viário, portal de saída para o porto de São Simão.

Portanto, motivados pela atração dos investimentos industriais e pela possibilidade de uma rentabilidade maior oferecida pela cana, os empreendedores optaram pela microrregião provavelmente alguns anos antes de iniciaram o cultivo da cana no ano de 2004. As terras gradativamente implantadas pelas usinas para o cultivo vêm sendo realizadas com a conversão de áreas antes com outras culturas (milho e soja) e de pastagens, como já exposto. As usinas também realizam a co-geração energética a partir da combustão do bagaço da cana. Trata-se de uma alternativa consagrada no processo agroindustrial, sob estímulo do crescimento da demanda energética e da institucionalização do PROINFA, criado pela Lei 10.438 de 26/04/2002.

Camelini (2011) afirma que, a forma como as políticas públicas vêm sendo elaboradas, colocam o Estado em posição questionável, claramente orientado mais pelos interesses empresariais do que pelas demandas sociais. A expansão busca aproveitar as oportunidades do mercado, mas para isso coloca grandes porções do território a serviço de um único setor econômico. O etanol, a propósito, mobiliza muitas políticas públicas no país.

Castillo (2009) menciona que uma das primeiras medidas deveria ser a coibição da guerra fiscal. Goiás, observa, é um dos Estados que mais busca atrair novas usinas. Através de programas de incentivo como o PRODUZIR, ele oferece condições atrativas para os grupos usineiros, colaborando para a intensificação da atividade no Estado. A isso, soma-se a robusta política de financiamentos comandada pelo BNDES, que estimula a construção e reforma de usinas, além de outras facilidades na escala municipal, tornando algumas regiões irresistíveis para o setor, sem necessariamente agregar benefícios às pessoas. A proposição, segundo o autor, seria optar pela federalização do ICMS para impedir que os Estados usassem essa autonomia tributária na guerra para atrair investimentos. De fato, muitos autores e organizações como o IPEA já mostraram que a guerra fiscal é sentida na sociedade como um todo e que o único agente a se beneficiar é a empresa.

Sabe-se que a instalação de uma usina leva naturalmente à expansão da cultura canavieira em suas proximidades. Isso ocorre porque essa é uma cultura que deve estar próxima do centro de moagem, já que a cana não pode ser armazenada ou transportada por longas distâncias, sob pena de degradar por ação de micro-organismos, reduzindo assim seu ATR. O estabelecimento do regime de monocultura é um dos pontos de

vulnerabilidade mais contundentes verificados por Camelini (2011). Com a *commoditização* iminente do etanol, a concentração de terras tende a aumentar e o produtor a ficar subordinado ao mercado internacional. Causa preocupação a capacidade de reação dos pequenos municípios diante das oscilações bruscas de preços, situação já enfrentada no caso da soja. Ele aponta que a ocupação da cana é agressiva, substituindo outras culturas em regiões repletas de pequenos e médios produtores, que acabam arrendando suas terras por valores que vão sendo diminuídos a cada renovação contratual.

Quirinópolis se insere neste modelo, onde as relações de produção das usinas instaladas na microrregião com os proprietários/produtores, de modo geral, são originários essencialmente de arrendamentos (parcerias) e fornecedores. Especificamente consistem em torno de 50% de parcerias, outros 50% em relações de fornecedores, com produtores terceirizados para a USF e 60% de parceiros e 40% de fornecedores para a UBV.

– Os principais atores do novo complexo sucroalcooleiro

Quirinópolis abriga duas das maiores usinas do setor sucroenergético do país: a USF do Grupo São João de Araras e a UBV, do grupo São Martinho, ambas vindas do estado de São Paulo. Isto faz desse município a nova fronteira do etanol no país, que em curto tempo vem se consolidando como a nova centralidade da cana, a exemplo do que aconteceu com Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, há mais de 30 anos atrás, atidas as devidas diferenças tecnológicas e de mercado. O município conta com 2.023 empresas, sendo 1.069 estabelecimentos comerciais, 831 prestadoras de serviços e 123 de indústrias de pequeno e médio porte. Possui um dos maiores rebanhos bovinos, sendo a 4ª maior bacia leiteira do Estado. Segundo dados do PNUD/2004, Quirinópolis possui um IDH de 0,780 (médio), com um PIB de R\$ 829 mil e um PIB *per capita* de 15.400 (IBGE/2010).

- O Grupo São João de Araras

O Grupo São João é um dos maiores produtores brasileiros de açúcar, etanol e bioeletricidade no Brasil, fundado em 1941, pela família Ometto, vindos da Itália. O Grupo é formado pelas Usinas São João, localizada em Araras (SP), São Francisco, em Quirinópolis (GO) e Cachoeira Dourada, em construção no município de mesmo nome,

também em Goiás. A cada safra, o grupo processa 8 milhões de toneladas de cana, cultivada em terras próprias, de parceiros e de fornecedores de cana. Produzem 650 mil toneladas de açúcar de diversas especificações, 280 milhões de litros de etanol e ainda 350 mil MW de energia elétrica, aproveitando o bagaço da cana. Depois de 2011 a expectativa é que o Grupo USJ processe 11 milhões de toneladas de cana-de-açúcar a cada safra. O faturamento anual da USJ é de cerca de R\$ 656 milhões. Com aproximadamente 5.000 funcionários, o grupo visa ser uma empresa líder e inovadora em processos e produtos relacionados à cana. Em 2004, obteve certificação ISO 9001, e emprega hoje 2.100 colaboradores.

Pioneira na utilização de máquinas no plantio e na colheita, a USJ foi uma das responsáveis pela disseminação dessa tecnologia no Brasil, na década de 1980. Hoje, as usinas do GSJ têm alto índice de mecanização na colheita (100% na USF e 85% na USJ, esta em São Paulo) e recebem elevados investimentos para garantir que tudo seja calculado, avaliado e controlado por computadores para garantir o melhor desempenho com os menores custos.

Segundo os representantes da USF, o único incentivo financeiro à instalação da unidade no município foi o programa PRODUZIR, ao qual o GSJ teria se associado. O local onde a usina está instalada foi adquirido pelo grupo e as terras utilizadas para a produção são originadas essencialmente de arrendamentos e parcerias, o que denota o caráter flexível da produção. A decisão pela escolha do local de instalação teve também um foco estratégico no deslocamento para áreas com menor custo da terra, grande disponibilidade de mão de obra e com previsão de facilidades para o escoamento da produção visando o mercado externo.

Na área industrial, o Grupo USJ está entre os mais avançados do setor sucroenergético. Na USF, todos os processos produtivos da indústria são automatizados e controlados em um Centro de Operações. Em tempo real, é possível acompanhar e coordenar todos os processos industriais. Toda essa tecnologia também está sendo adotada na UCD, que está em construção. A tecnologia também permite identificar o exato ponto do canavial de onde vem determinado caminhão carregado de cana crua; orientar a extração do caldo de cana, passando pela fermentação e destilação; medir o desempenho das caldeiras e a armazenagem de bagaço para geração de vapor e energia elétrica; tratar os efluentes e conduzir a aspersão de vinhaça nos canaviais, entre outros processos.

A USF é considerada uma das mais modernas do país com alto grau de automação, eficiência industrial, baixo custo de produção e alta produtividade. Nela o sistema de extração de açúcar da cana é diferente. Ao invés das tradicionais moendas, grandes difusores fazem a extração da sacarose, permitindo maior aproveitamento da cana. Antes esse processo era feito por moendas, que esmagavam a cana, para tirar o caldo. Hoje, é possível uma extração de 1,5% a 2% a mais de sacarose a partir do difusor, em relação ao processo antigo, o que significa um acréscimo de 6,5 milhões de litros de etanol por safra.

A UCD, em construção no município de mesmo nome, contará com o mesmo *layout* e equipamentos utilizados na USF, o que facilitará no treinamento, reposição de peças e manutenção de equipamentos. A UCD terá capacidade inicial de processamento de 2,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano (deve atingir o dobro de sua capacidade nos próximos anos) para a produção de etanol e energia elétrica. Paralelamente ao plantio do canavial, estão sendo instalados todos os equipamentos industriais, que juntamente com a USF, contribuirá para consolidar o Estado de Goiás como *Nova Fronteira agrícola* para a cana brasileira, colocando o GSJ em posição privilegiada na produção e exportação de açúcar e etanol. Quanto aos indicadores financeiros, nos últimos quatro anos fiscais (ano-safra), a receita bruta do GSJ cresceu a uma taxa anual composta de 20%. A previsão é que a receita bruta alcance R\$ 754 milhões na safra 2010/2011, com lucros (antes de juros, impostos, depreciação e amortização) de R\$ 232,9 milhões e margem de 30,9%.

Em relação aos investimentos desde 2007, o Grupo USJ já investiu R\$ 1.028 bilhões na USF e UCD, para expandir para Goiás sua área de atuação. A maior parte desses investimentos (R\$ 718 milhões) destinou-se à área industrial, para erguer um complexo cujo nível de automação chega a 100%. Na área agrícola, R\$ 310 milhões foram utilizados para a aquisição e arrendamento de terras, subsídio aos fornecedores de cana e o plantio de diversas espécies de cana-de-açúcar, capazes de garantir a melhor produtividade.

- O Grupo São Martinho

O Grupo São Martinho é hoje um dos maiores do Brasil no segmento sucroalcooleiro e também uma referência mundial na produção de açúcar e etanol. Na safra 2010/2011, o Grupo atingiu sua meta e encerrou a temporada com moagem total

de 13,3 milhões de toneladas de cana de açúcar processada (no Brasil). Individualmente, a Usina São Martinho atingiu o recorde mundial de moagem ao conquistar a marca de 8,4 milhões de toneladas. O Grupo possui três usinas em operação na MRQ: São Martinho, Iracema e Boa Vista, que integra a Nova Fronteira Bioenergia (empresa formada por meio da parceria *joint venture* entre o Grupo São Martinho e a Petrobras Biocombustível). Além delas, há também uma unidade de negócio em biotecnologia, a *OMTEK*, em Iracemápolis. O conceito de grupo empresarial foi consolidado nos últimos anos com a padronização de uma marca. Isto ajudou a fortalecer o desempenho, principalmente com a abertura do capital da companhia em 2007, buscando assim uma competitividade cada vez maior nos mercados em que atua.

A história do Grupo São Martinho teve início na Itália, no final do século XIX, quando integrantes da família Ometto imigraram para o Brasil. No interior de São Paulo, no sítio Olaria montaram seu primeiro engenho de cana-de-açúcar, em 1914. Já em 1932, na Fazenda Boa Vista, região de Limeira, a família produziu açúcar pela primeira vez. Em 1937, a Usina Iracema foi comprada em Iracemápolis, município localizado no interior de São Paulo, e transformou-se em uma destilaria de álcool. Em 1946, a usina passou a fabricar açúcar também. Três anos mais tarde, a família *Ometto* adquiriu a Usina São Martinho, situada na cidade de Pradópolis, distante cerca de 330 km de São Paulo (capital) que se transformou, em uma das maiores processadoras de cana do mundo.

Ao longo das décadas, as duas usinas cresceram e se modernizaram. Desde 2000, criou-se uma estrutura unificada para administrar o negócio de maneira cada vez mais profissionalizada, possibilitando novas oportunidades de investimento. Localizada na cidade de Iracemápolis (SP), na região de Limeira, um dos primeiros pólos de desenvolvimento da indústria açucareira paulista no século passado, a usina Iracema tem mais de 70 anos de experiência na fabricação de etanol e açúcar. A maior proximidade com o Porto de Santos, em comparação com as outras usinas existentes, confere à unidade um diferencial logístico relevante para a exportação da sua produção. Nos últimos anos, a Iracema recebeu do Grupo São Martinho investimentos que atualizaram sua planta industrial e modernizaram a gestão da área agrícola. Novos equipamentos na indústria e no campo, aliados a um intenso programa de profissionalização e capacitação de seus mais de dois mil colaboradores, transformaram a Iracema numa usina preparada para superar os atuais desafios de produtividade do setor sucroenergético. A unidade processa atualmente cerca de três milhões de

toneladas de matéria prima por safra e exibe um crescente índice de colheita mecanizada. A cana é cultivada em cerca de 30 mil hectares de terras próprias e parcerias. A usina ainda possui flexibilidade na produção de etanol e açúcar, possibilitando um mix variado de acordo com as tendências do mercado.

A Usina São Martinho, localizada na cidade de Pradópolis (SP), é a maior processadora de cana do mundo, com moagem perto de 8,5 milhões de toneladas por safra. Fundada em 1948 e com mais de 4 mil colaboradores, a unidade se destaca como referência não apenas pelo porte, mas também pela excelência em seus processos agroindustriais. Seu elevado índice de mecanização, um dos maiores entre as grandes do setor, é referência no mercado sucroenergético. Outro forte diferencial da unidade é sua área de logística, que traz vantagens competitivas como armazenamento de açúcar a granel e a existência de um ramal ferroviário interno, que possibilita o transporte de sua produção de etanol e açúcar por trens para o Porto de Santos, combinando praticidade com menores custos.

A terceira unidade da Companhia é a UBV, localizada no município goiano de Quirinópolis, a 300 km de Goiânia. Inaugurada dia 12 de setembro de 2008, a usina exigiu investimentos de R\$ 700 milhões. O grupo contou com o aporte de R\$ 248,9 milhões do BNDES. Também assinou um contrato com o governo de Goiás, através do Programa, PRODUZIR, criado para atrair investimentos em troca de benefícios gerados a partir de créditos de ICMS, como já exposto. A UBV é considerada uma das mais modernas do mundo por sua avançada tecnologia para a produção de etanol. Com colheita 100% mecanizada, a usina foi a pioneira no Brasil em combinar práticas modernas e sustentáveis, tanto nas suas operações quanto com as comunidades da região. Presente em uma área de 1,7 milhões de metros quadrados, sendo 23 mil de área construída, a usina possui *layout* projetado para futuras expansões de suas operações com o objetivo de ampliar a sua capacidade de processamento de cana.

A unidade goiana do grupo possui 1,5 mil colaboradores, sendo 170 na indústria, 90% dos quais moradores de Quirinópolis e vem desde a sua inauguração, em 2008, aumentando gradativamente sua capacidade de processamento de cana-de-açúcar. A moagem da safra 2010/2011 foi de dois milhões de toneladas de cana e será de 2,3 na safra 2011/2012. A inauguração da UBV é uma das iniciativas que permitirá ao Grupo atingir a meta de triplicar a produção de cana-de-açúcar até 2020, chegando a alcançar moagem de 30 milhões de toneladas anuais.

O Grupo São Martinho atingiu um lucro líquido na safra 2010/2011 de R\$ 123,4 milhões, significando um aumento de 70,7% em relação à safra anterior. O terceiro trimestre foi responsável pelo lucro líquido de R\$ 53,8 milhões (123% a mais que o mesmo período do ano anterior). O Grupo ampliou suas vendas de açúcar no último trimestre do ano em 19,5%. Esse fator, atrelado ao aumento dos preços do açúcar e etanol, teria sido o responsável pelo lucro líquido divulgado. A grande demanda internacional por açúcar resultou no aumento no preço da *commodity*.

A área total de plantio de cana na MRQ, no ano de 2011 foi de 116.003,007 ha, com uma produção de cerca de doze milhões de toneladas de cana, o que representa 7,23% da área total cultivada na microrregião, gerando cerca de 4.500 empregos diretos e cerca de 2.000 empregos indiretos.

- A logística e as *joint-venture* como fatores determinantes na expansão das Usinas

O Grupo USJ acredita que a utilização de vários nós modais complementares vai consolidar sua estratégia de logística, pois, usufruir da maior ou menor flexibilidade de cada modal potencializará o transporte de seus produtos. Na planta da USF em Quirinópolis (GO), o sistema escolhido é o bimodal. Enquanto o escoamento do etanol é 100% rodoviário, suprindo basicamente os estados do Centro-Oeste, Norte e Nordeste, o açúcar combina duas formas de transporte para atender ao mercado externo. Uma pequena parte (20%) segue por rodovias, mas é a Hidrovia Tietê-Paraná o principal canal utilizado para alcançar o porto de Santos e de lá ser exportado para países como Índia e Rússia, e a região do Oriente Médio. Cerca de 80% do açúcar é transportado, a granel, em comboios nessa hidrovia.

O uso de hidrovias para o escoamento da produção de açúcar priorizou a redução de custos e de perdas com o transporte. Os comboios foram modificados e houve adequações na forma de manipulação e nas estruturas de recepção e expedição do porto. Na região utiliza-se a hidrovia, sobretudo, na sazonalidade da safra de soja, nos meses de maio a dezembro, quando há maior disponibilidade de equipamentos. Nos demais meses o deslocamento é feito por caminhões porque a oferta é maior e os valores de fretes são melhores.

- A Ferrovia Norte-Sul

A Ferrovia Norte-Sul (que deverá ter dois mil km quando concluída) reduzirá significativamente o custo do frete para longas distâncias no mercado interno do país. E neste contexto, Quirinópolis não é diferente. As obras do ramal que levará uma extensão da Ferrovia Norte-Sul para o Sudoeste goiano devem começar em agosto/2011. O anúncio foi feito pela *Valec* e pelo governo de Goiás, durante o Encontro de Negócios, realizado no Teatro Municipal de Quirinópolis (GO), no último dia 28 de junho, com a presença de empresários, produtores rurais, lideranças de entidades, políticos da região e dirigentes do setor sucroenergético.

Essa Extensão Sul da Ferrovia Norte-Sul (anexo 3), que vai de Ouro Verde (GO) a Estrela d Oeste (SP), num total de 680 km, trecho em Goiás (494 km), permitirá a interligação com o sistema ferroviário que dá acesso aos portos da Região Sudeste e a efetiva integração das regiões Sul e Sudeste com as regiões Norte e Nordeste. A extensão da Ferrovia Norte-Sul até Estrela D'Oeste, no estado de São Paulo, denominado como Tramo Sul, permitiu que a mesma cruzasse todo o estado de Goiás, passando por acentuadas regiões produtoras de grãos e de cana de açúcar, além de centros de outros produtos industrializados localizados na região de Quirinópolis. Para dinamizar o desenvolvimento na região, será instalado ao longo do percurso da extensão sul da Norte-Sul três polos industriais. Um em Goianira, outro em Santa Helena e o terceiro em São Simão. Os Pátios multimodais serão instalados em Quirinópolis e São Simão.

Este trecho passa por Santa Helena de Goiás, Rio Verde, Quirinópolis, São Simão, onde logo após atinge o estado de Minas Gerais, prosseguindo a partir daí até Estrela D'Oeste, em São Paulo, onde se interliga com a ALL. Ao longo do trecho estão previstos dois pátios de carregamento de grãos e de produtos diversos: um em Santa Helena de Goiás e outro em São Simão. O custo previsto é de R\$ 2,7 bilhões.

A *Valec*, empresa responsável pela obra da Norte-Sul, e a SEPLAN apresentaram as oportunidades de negócios que serão geradas em várias áreas com as obras da ferrovia. O assessor técnico da Presidência da Valec, o Sr. Josias Gonzaga, informou que Quirinópolis, considerada *a jovem capital goiana do setor sucroenergético* (grifo nosso), vai abrigar um pátio de carregamento de cargas, com implantação de toda infra-estrutura necessária ao embarque e desembarque, armazenamento, ordenamento e reembarque de mercadorias. Para ele, isso possibilita que o município se transforme no futuro em um grande polo industrial, já que muitas

empresas acabam utilizando esses espaços para implantarem complexos produtivos, aproveitando a logística que a ferrovia proporciona.

O superintendente regional do Banco do Brasil em Rio Verde, o Sr. José Maria de Araújo, afirmou que haverá recursos suficientes para financiar os novos projetos bem como a expansão das empresas que poderão se beneficiar com a chegada da Ferrovia Norte-Sul. Segundo ele, o banco dispõe de variadas linhas de crédito, começando pelo FCO a custos baixos com financiamentos disponíveis aos produtores rurais e empresários.

O secretário do Planejamento e Desenvolvimento do estado, o Sr. Oton Nascimento Júnior, apresentou dados gerais sobre a economia goiana, que tem registrado crescimento acima da média nacional. Com a chegada da ferrovia, acredita-se que o crescimento econômico do Estado será ainda maior, tanto no segmento industrial, quanto no avanço do agronegócio, com a implantação de novas indústrias de etanol, aumento da produção de grãos, bem como em outras áreas.

O prefeito de Quirinópolis, o Sr. Gilmar Alves da Silva, ressaltou a importância da Ferrovia Norte-Sul para a região Sudoeste de Goiás e particularmente para o município. Segundo ele, trata-se da região que detém a maior produção de grãos e agora se desponta como grande produtora de bioenergia, onde se instalam grandes projetos de produção de etanol. A ferrovia será fundamental para assegurar maior competitividade aos produtos. Ele defendeu a instalação de uma plataforma ferroviária no município, cujas cargas deverão se concentrar nos segmentos de biocombustíveis, fertilizantes e grãos, além de cargas gerais.

Segundo os planos de expansão da produção de cana, fornecidos pelas Usinas e conforme informações da SEPLAN/GO sobre o total de produção de grãos do município pode-se observar pela Tabela 26, um grande potencial de circulação de mercadorias destinadas ao Terminal de cargas de Quirinópolis, tanto em produtos sólidos (ton.) como de produtos líquidos. Estes foram os fatores considerados, sem mencionar a carne exportada e a bacia leiteira, classificadas no *ranking* estadual como a 4ª bacia do estado de Goiás. Seriam 17 mil vagões/ano de carga somente no município, com aproximadamente 50 vagões dia.

Tabela 26 - Produtos com potencial de circulação pelo terminal de cargas da Ferrovia Norte – Sul no município de Quirinópolis - 2010

Produtos	2008		2009		2009 - 2010	
	Área (ha)	Produção	Área (ha)	Produção	Área (ha)	Produção
Cana-de-açúcar	12.000	600.000 t	87.453	7.870.000 t	121.364	8.000.000 t
Açúcar		89.862 t		324.808 t		456.000 t
Etanol		59.796 m ³		330.037 m ³		604.540 m ³
Energia						200 mwh
Produção de soja	10.000	25.000 t	20.000	58.400 t.	21.000	66.600 t.
Produção de milho	6.000	35.400 t.	4.500	31.500 t.	4.500	24.750 t.
Produção de sorgo	3.000	5.400 t.	4.500	9.920 t.	2.900	5.220 t.
Rebanho bovino		334.000 cabeças		330.000 Cabeças		367.000 Cabeças
Plantel avícola		219.200 cabeças		80.000 Cabeças		219.200 Cabeças
Plantel de suínos		9.500 cabeças		9.750 Cabeças		11.000 Cabeças
Produção de leite		54.250.000 litros/ano		52.040.000 litros/ano		54.250.000 litros/ano
Total Carga Ferrovia		310.000 t.		748.626 t.		1.315.360 t.

Fonte: IBGE/SEPIN/SEPLAN/USINAS

Sabe-se que a área total cultivada com cana-de-açúcar no Brasil é de 8.091,5 milhões de ha, Goiás aparece com 601,2 mil ha e a MRQ contabilizou na safra de 2011/12 uma área de 121.364 mil ha. Assim sendo, a área total cultivada com cana na MRQ corresponde a 1,84% da área canavieira do país e a 20,1% do estado de Goiás.

Quanto às parcerias no setor sucroenergético, em setembro de 2011, o Grupo USJ e a Cargill concluíram o processo de *joint-venture* para constituição da SJC Bioenergia no segmento de açúcar, etanol e bioeletricidade, com participação de 50% para cada um dos participantes e gestão compartilhada. Essa nova empresa reunirá os ativos industriais do GSJ no Estado de Goiás, representados pela USF, em operação desde 2007, na cidade de Quirinópolis, e a UCD, em construção no município de mesmo nome. Parte do capital investido pela Cargill na *joint-venture* será utilizada na conclusão da UCD, que deverá entrar em operação na safra de 2013, além de outros aprimoramentos na USF. A USJ, de Araras (SP), não integrará a nova empresa.

Após a conclusão dos investimentos, a capacidade para processamento de cana-de-açúcar das duas usinas juntas será de 7,5 milhões de toneladas por ano, e produzirão tanto açúcar como etanol, além de unidade geradora de energia elétrica a partir de bagaço de cana, com capacidade para gerar 120 MWH, dos quais 1/3 para atender a sua própria demanda e os 2/3 excedentes destinados ao sistema de energia elétrica da

CELG. Segundo o Sr. Marcelo Andrade, diretor do negócio açúcar e etanol da Cargill no Brasil, esse investimento vai ao encontro da estratégia da Cargill neste segmento. *“Tratam-se de duas usinas novas, com escala de produção competitiva, em uma região que adota práticas modernas de plantio e colheita 100% mecanizados”* (Jornal Estado de São Paulo, por Eduardo Magossi, 18 ago 2011), lembra o executivo, ao comentar também ser esta uma das regiões do país de maior potencial de crescimento para este setor. A Cargill realizou seu primeiro investimento neste setor em 2006, quando adquiriu 64% do capital da Cevasa, em Patrocínio Paulista (SP), uma associação com produtores daquela região, e com o novo investimento amplia sua participação.

O presidente do GSJ, Hermínio Ometto Neto, afirma que o objetivo do grupo em Goiás sempre foi transformar a região em um polo de produção sustentável de alimentos e energia renovável, a partir de cana-de-açúcar, desenvolvendo também a cadeia produtiva na região. O Grupo contou com assessoria financeira do Banco Votorantim e Banco Itaú BBA. Segundo Ometto *“A parceria com a Cargill significa um importante passo na estratégia de crescimento do grupo”*. Um dos fatores relevantes para a escolha da Cargill foi o alinhamento de valores organizacionais entre os dois grupos, adicionalmente à experiência técnica. *“O Grupo USJ tem know how avançado no setor sucroenergético e suas usinas estão estrategicamente localizadas na região de expansão de cana mais promissora do país. A Cargill é uma das maiores empresas de alimentos e também uma das principais tradings de açúcar do mundo”*, afirma ele. (Jornal Estado de São Paulo, por Eduardo Magossi, 18 ago 2011).

A *joint-venture* representa a união da experiência da Cargill na comercialização de etanol e açúcar, atualmente uma das maiores exportadoras desta *commodity* no mundo, com a experiência de 65 anos do Grupo USJ na indústria de cana-de-açúcar. O investimento reitera o compromisso da Cargill e a sua confiança na agricultura brasileira.

Segundo Ingo Kalder, diretor responsável pela SJC, o número atual de funcionários é de 2.195 e será superior a 3.000 em 2013, a partir da conclusão de Cachoeira Dourada. Hoje, as duas usinas produzem 5 milhões de toneladas de cana, que resultam em 170 milhões de litros de etanol, 420 mil toneladas de açúcar a cada safra e 350.000 MW ano de energia. Com a moagem de 7,5 milhões de toneladas de cana, a produção em 2013/2014 incrementará 200 milhões de litros de etanol e ainda 200.000 MW ano de energia elétrica. *“O projeto de expansão das usinas UCD e USF permitirá, nos anos seguintes, dobrar a capacidade de moagem, alcançando cerca de 15 milhões de*

toneladas de cana, adicionando módulos de 2,5 milhões de toneladas a cada dois anos, o que incluirá a SJC Bioenergia entre os maiores grupos produtores de açúcar e etanol no Brasil", conclui o executivo.

Uma segunda parceria vem agregar uma substancial importância ao agronegócio do município. Em junho de 2010, o Grupo São Martinho e a Petrobrás Biocombustíveis se uniram para formar uma parceria (*joint venture*) voltada à produção de etanol na região Centro-Oeste do Brasil, criando a Nova Fronteira Bioenergia SA. Além de 49% da UBV, o negócio compreende 100% do projeto de *Greenfield*, a SMBJ Agroindustrial S.A. A Nova Fronteira Bioenergia, investirá R\$ 520 milhões na UBV para transformá-la na maior produtora de etanol de cana-de-açúcar no mundo.

Segundo Venturelli, presidente do grupo São Martinho, a expansão permitirá que a capacidade instalada de moagem de cana-de-açúcar saia dos atuais três milhões de toneladas para oito milhões de toneladas em três anos, até a safra 2014/15. A cana será toda revertida para a produção de 700 milhões de litros de etanol e 600 mil megawatts/hora de energia elétrica excedente a partir da co-geração, afirma o executivo. O volume de etanol a ser produzido pela UBV será equivalente à produção de oito usinas médias. Os investimentos realizados serão da ordem de US\$ 70 por tonelada de cana.

Este será o primeiro investimento em produção de um novo ciclo de *retomada* (grifo nosso), depois que os recursos destinados à expansão de canaviais secaram após a crise de 2008, na opinião de Rossetto, presidente da Petrobrás Bicomustível. Segundo ele, este novo investimento é só o primeiro a ser realizado na Nova Fronteira Bioenergia com o objetivo de acabar com a atual crise de oferta de etanol. Acreditamos na competência da São Martinho na gestão da produção de etanol e queremos contribuir para acabar com a agenda de crise e começar outra, de retomada no crescimento sustentável da produção. Rossetto acredita também que estes investimentos servirão como um estímulo virtuoso para que novos aportes sejam feitos por outras empresas em etanol e também em infra-estrutura, como por exemplo, em logística.

A UBV está localizada de forma estratégica próximo do alcoolduto que está sendo construído pela *Logum* (que tem participação tanto da Petrobrás como da São Martinho) e também da Ferrovia Norte-Sul e de hidrovias que estão sendo construídas pela Transpetro. “*Poderemos escoar o etanol produzido ou para os mercados consumidores do Sudeste através do alcoolduto ou até o Maranhão via ferrovia e de lá, exportar o etanol para o exterior ou levá-lo para os mercados das regiões Norte e*

Nordeste”, afirma Venturelli (O Estado de São Paulo, por Eduardo Magossi em 18/08/11). Rossetto lembra ainda que a própria oferta de 700 milhões de litros de etanol vai impulsionar os trabalhos do alcoolduto para que ele esteja pronto na safra 2014/15. O etanol da Nova Fronteira será importante para que a *Logum* atualize seus investimentos na região e mantenha seu cronograma, afirma ele (brasil@agro – Biocombustíveis – Etanol, 2011).

“Do total de R\$ 520,7 milhões, R\$ 430,5 milhões serão investidos na parte industrial e R\$ 90,2 milhões na parte agrícola. Neste montante, não estão incluídos os recursos para o plantio de cana. Venturelli pretende elevar a participação de fornecedores de cana da Nova Fronteira. Os recursos serão buscados junto ao BNDES e a expectativa é de que o banco financie até 80% do projeto, com os outros 20% vindo dos sócios. O projeto também contará com benefício do governo de Goiás (incentivo fiscal de ICMS) no valor de R\$ 3 bilhões, através do programa, PRODUZIR. Do previsto investimento de R\$ 520 milhões (indústria e mecanização), R\$ 400 milhões (76,9%) deverão ser financiados, basicamente pelo BNDES. O Grupo São Martinho possui o controle da Nova Fronteira Bioenergia, com 51% do capital e a Petrobrás Bicomustível detém os 49% restantes” (por Eduardo Magossi. O Estado de S. Paulo, 18/8/11).

Segundo informações do gerente de planejamento da UBV estão programados investimentos de R\$ 179,6 milhões para a safra 2012/13 com a expansão da capacidade instalada de moagem dos atuais três milhões para 3,4 milhões de cana. Segundo o cronograma, serão investidos R\$ 326,1 milhões em 2013/14, quando a capacidade será expandida para quatro milhões de toneladas, sendo que em 2014/15, serão investidos mais R\$ 15 milhões para totalizar os oito milhões de toneladas (por Eduardo Magossi. O Estado de S. Paulo, 18/8/11).

Em síntese, os dados aqui analisados indicam uma concentração da agroindústria canavieira no Sudoeste Goiano, integrante da expansão na região Centro-Sul do país, provocada, sobretudo, pelo aumento da participação da produção industrial do etanol. Tal incremento deu-se à medida que se criou um mercado consumidor do álcool combustível (2003) e, com as expectativas de mistura do álcool anidro na gasolina em países desenvolvidos, em conjunto com a produção de açúcar, em resposta à demanda do mercado de exportação. Neste contexto, o complexo sucroalcooleiro se dirigiu para a região do Sudoeste Goiano, devido os inúmeros atrativos, onde provocou mudanças nos modos e relações de produção, concentradamente na MRQ. Permitiu observar também

que há uma distribuição preferencial e concentrada das usinas na MRQ o que corrobora a interpretação de que há um eixo de expansão que se projeta para o Sudoeste Goiano, onde as aptidões agrícolas asseguraram o plantio.

Encontram-se presentes na MRQ os principais elementos de sustentação dos mecanismos relacionados para viabilizar o atendimento às demandas do agronegócio globalizado, voltado à produção de açúcar, etanol e energia. Apresenta-se, portanto, como um nó importante pelo qual os fluxos relacionados ao setor sucroenergético devem se intensificar cada vez mais. Diante do exposto, pode-se dizer que Quirinópolis enquadra-se na categoria de “cidade do agronegócio”, mais do que antes, onde é possível observar que o atual desenvolvimento deste município ocorre inteiramente condicionado às atividades agrícolas e agroindustriais relacionadas ao setor sucroenergético.

Assim, a julgar pela posição de Goiás no cenário nacional (4º lugar) e de Quirinópolis como detentor de 20% das usinas instaladas do Estado, das quais duas são as maiores no momento, bem como de mais de 20% da área plantada, e o fato de corroborar as áreas previstas como de elevado potencial para a expansão, fica demonstrada a *centralidade* de Quirinópolis e a importância desse município no estado de Goiás e no Centro Sul. Ainda corroborando essa ideia, de funcionalização do município, deve-se salientar que o mesmo constitui polo de atração de fluxos migratórios, sazonais ou permanentes, atrelados às demandas da produção sucroenergético, uma vez que, a instalação de uma usina não interfere unicamente no município sede, bem como nos municípios vizinhos. Esse cenário aponta na direção de uma *nova Centralidade* da cana no Cerrado.

E para discutir o processo de expansão canavieiro ocorrido no município de Quirinópolis, propõe-se uma discussão desse processo, à luz da teoria da Renda Diferencial II (MARX, 1984; MIZIARA, 2009).

- A Renda da terra e a Nova Centralidade pela Territorialização da Cana

O processo de expansão da cana-de-açúcar na MRQ implicou em uma significativa reestruturação socioeconômica a partir das mudanças no uso do solo, e ainda em curso. Os possíveis caminhos dessa nova expansão e os eixos fundamentais que a norteiam, dentro de uma perspectiva teórica mais ampla, conforme afirma Miziara

(2009), defronta-se com uma nova etapa da expansão da Fronteira Agrícola no estado de Goiás.

Sawyer (1983) definira Fronteira Agrícola como a área potencial, ou seja, o espaço que oferece condições à expansão de atividades relacionadas à agropecuária. Esse potencial é que delimita o espaço da fronteira. Já os empresários capitalistas consideram como área potencial, os espaços onde a terra está mais barata e o nível de inversão de capital, associado ao padrão tecnológico, estão relativamente mais baixos. Assim, a terra passa a ser o alvo principal para a atividade agropecuária, no caso da expansão do setor canavieiro, onde os capitalistas buscam, a partir da renda, encontrar lugares propícios à sua reprodução (MIZIARA, 2000). No município, este mecanismo vai se articulando, corroborando Ramos (1999), quando este afirma que a reorganização do território ocorre da posse e domínio das terras em favor da renda, seja pelo arrendamento (parcerias), fornecedores ou compra de terras.

Nessa perspectiva as modificações no uso do solo decorrentes de mais uma etapa da expansão da Fronteira Agrícola (associada à expansão da cultura de cana-de-açúcar) no Sudoeste goiano corrobora o que Marx (1984) chama de Renda Diferencial II da terra. Para nortear essa discussão, é necessário reportar-se à expansão da moderna tecnologia agrícola para novas áreas a partir de meados da década de 1970, com a exploração da agricultura em bases capitalistas ditas modernas. Como o meio de produção fundamental (a terra) não pode ser reproduzido cria-se a situação onde os proprietários da mesma podem exigir uma remuneração pelo direito de seu uso. Assim, a renda fundiária é a forma em que se realiza economicamente e se valoriza a propriedade fundiária (MARX, 1984). A renda capitalista da terra é, pois, aquela parte suplementar do lucro que o capitalista recebe acima do lucro médio. Quando resulta da diferença da fertilidade natural ou da localização é renda da terra diferencial I, mas, quando provém do aumento da fertilidade decorrente de investimento de capitais para melhorar a fertilidade natural, é renda da terra diferencial II. Trata-se, pois, de uma terceira causa da renda da terra diferencial, mas ao contrário das outras, é uma causa eminentemente capitalista, pois se trata do efeito do investimento de capital (OLIVEIRA, 2007).

A concentração de terras no Brasil e, por conseguinte do município de Quirinópolis, reproduz a formação histórica da estrutura agrária brasileira que se consolida a partir da década de 60. SILVA (1998) destaca que este modelo concentracionista estabeleceu-se numa base organizada das grandes empresas rurais,

tanto de empresários capitalizados, quanto de grandes extensões de terras. Este processo se acentua com o período vivido na década seguinte (de 70) com a chamada Modernização da Agricultura, atrelada ao desenvolvimento capitalista da economia, acompanhado do processo histórico de distribuição de terras nas mãos de poucos, que exclui, mas não totalmente a agricultura praticada pelos pequenos produtores da produção de grãos alimentícios (subsistência). Assim sendo, observa-se que a concentração de terras no município se insere nas formas de extração de renda da terra já praticadas desde que a terra se torna mercadoria.

Thomaz Jr (2002), já chamara a atenção para o fato de que a indústria sucroalcooleira segue os mesmos padrões de concentração da terra desde o período do Proálcool e se acentua até os dias atuais. Tal concentração se espacializa e promove uma nova fisionomia ao território, ou seja, territorializa e monopoliza o território. Neste pensamento, as indústrias sucroalcooleiras revelam a continuidade concentracionista da propriedade, da posse e do poder expresso pelo capital, que se instala em substituição às antigas formas produtivas da região. Oliveira (2007) afirma que este é o processo de territorialização do capital monopolista na agricultura. Um exemplo desse processo contraditório de desenvolvimento ocorre com as usinas ou destilarias de açúcar e álcool, onde atualmente indústria e agricultura são fundidas em uma só empresa. Trata-se, portanto, do processo de territorialização do capital monopolista na agricultura.

Marx (1984) inicia sua análise desse processo do capital pela renda diferencial, por reconhecer que o meio de produção "terra" não é homogêneo, determinando resultados diferenciados aos capitais investidos. A renda diferencial II, diz respeito ao fato de que massas de capital de igual grandeza, aplicados sucessivamente na mesma parcela de terra, produzem resultados diferentes. O agente individual faz um cálculo racional em função da expectativa de retorno de duas ações distintas: a) aumento no nível de inversão de capital na área já explorada, elevando, portanto a renda diferencial II ou; b) transferência das atividades para outros tipos de solo, mais baratos, explorando a renda diferencial II (MIZIARA, 2009).

A distribuição da lavoura de cana no ano de 2005 se assemelha ao padrão de distribuição da agricultura nos estágios anteriores à expansão da fronteira agrícola nos anos 1980. O que explica esse fenômeno é o fato da lavoura de cana até esse período, manter uma distribuição espacial semelhante às culturas temporárias. Esse padrão reflete o processo histórico de desenvolvimento da agropecuária em Goiás. Reflete também a localização, tendo por referência a infraestrutura. Além disso, pode-se

verificar uma forte concentração de agricultura ao longo do eixo formado pela rodovia 153 – a Belém-Brasília.

De acordo com esse modelo teórico isso representa uma maior preponderância das variáveis Fertilidade e Localização. Contudo, com a crise do setor sucroalcooleiro, no final da década de 1990, as novas áreas – mais nobres do ponto de vista do novo padrão tecnológico – foram sendo ocupadas pelas culturas anuais, particularmente a soja (MIZIARA e PASSOS, 2011). Esse processo apenas foi alterado a partir de meados da primeira década do século XXI, quando os reflexos da introdução dos novos motores movidos a gasolina ou álcool – os chamados *flex fuel*, introduzidos em 2003 – se fazem sentir na forte elevação da demanda pelo álcool. Esses dados mostram uma tendência de competição da lavoura de cana com as lavouras temporárias, principalmente a soja e o milho, ou seja, há um avanço progressivo a partir de áreas já cultivadas. Isto é um fato relativamente novo na expansão de fronteiras agrícolas, e particular no estado de Goiás.

Tal afirmação é sustentada pelo fato da cultura da cana-de-açúcar representar investimento apenas na área agrícola, duas vezes superior à da soja, principal agente da primeira etapa da expansão de Fronteira Agrícola. Cabe ressaltar que o modelo teórico proposto faz uma clara articulação entre o nível de investimento e a mudança no padrão tecnológico. Apesar da lavoura de cana-de-açúcar apresentar uma tendência geral de seguir os mesmos caminhos que a soja percorreu nos anos de 1970 e 1980 pode-se observar que o peso de fatores históricos influencia nesse processo, fazendo com que a expansão, grosso modo, priorize as áreas vizinhas à ocupação original da soja.

Uma análise mais detida no reordenamento da utilização da terra em áreas de influência das Usinas mostra que, coerentemente com o modelo teórico proposto, pode-se observar que a cana-de-açúcar se expande prioritariamente para áreas que originalmente eram ocupadas pela soja. Tal concorrência reforça a tese que as culturas portadoras de padrão tecnológico superior (dado por maior nível de investimento) ocupam as áreas com melhor *solução* para as variáveis naturais: fertilidade, localização e topografia (MIZIARA e PASSOS, 2011). Pode-se até mesmo afirmar que a territorialização do capital do setor sucroalcooleiro exerce o poder e o domínio sobre as terras com o objetivo de extrair a mais-valia, pois, segundo Smith (1981), o domínio da terra, além da propriedade privada, é dado também pelo arrendamento e outras formas de apropriação. Estas formas de domínio podem ser entendidas como a exploração da terra objetivando o lucro. A partir daí, é possível discutir e entender como a renda da terra circunscreve o processo de consolidação da agroindústria de cana-de-açúcar no

município de Quirinópolis, proporcionando as transformações sócio-territoriais. Fator este que promove a territorialização e o controle econômico da região.

Desta forma o processo de territorialização das usinas no município de Quirinópolis, gerando uma nova centralidade que expande aquela da soja, ocorre quando o setor em discussão compra terras e/ou monopoliza o capital, isto é, quando as usinas arrendam terra, tornam presentes neste espaço suas facetas expansivas espacializando assim a produção em domínios territoriais comandados pelo setor, em detrimento das demais monoculturas e da pecuária (THOMÁS JR, 2002). Este processo é entendido por Andrade (1994) como relações capitalistas que se fazem efetivamente no território e se concretizam enquanto modo de produção em função da renda da terra convertida em lucros. Sob esta ótica, a renda da terra existe em função da instalação do capital e com isso verifica-se o monopólio de uma pequena classe sobre a terra, perpetuando assim a concentração de terras e renda fundiária nas mãos das oligarquias agrárias. Com a expansão do capital no setor sucroalcooleiro, a lógica será subordinar e sujeitar a renda da terra ao seu interesse, ou seja, do monopólio da cana-de-açúcar.

Este processo de transformação da terra em mercadoria provoca substantivas mudanças nas relações capitalistas de produção, visto que através da renda da terra, tais relações organizam simultaneamente o sistema ideológico de dominação calcado, sobretudo, no subsídio e controle do território. Raffestin (1993) entende o território enquanto uma produção a partir do espaço. Ao se apropriar de um espaço, concreto ou abstratamente, o ator (que neste caso trata-se do capital), territorializa o espaço. Desse modo, o território é um espaço modificado pelas relações sociais e que revela domínio e poder, sejam por instâncias públicas, sejam por privadas. O território tem uma relação íntima com o poder, constitui, portanto, arena do poder. Esse poder pode ter caráter econômico, político ou cultural.

Igualmente, as relações de poder revelam a construção do território, que é exercido por pessoas ou grupos, sem o qual não se define o território nem se instala a territorialização. O poder é compreendido como objeto que interpõe as formas de relações capitalistas, pois está intrínseco em todas as relações sociais. Poder e território, apesar da autonomia de cada um, vão ser enfocados conjuntamente para a consolidação do território. Para Saquet (2007), por exemplo, a ideia de poder é um contínuo na discussão sobre território, sendo este produzido no espaço-temporalmente, pelas relações de poder engendradas por um determinado grupo social. A partir desta afirmativa, pode-se perceber como se circunscreve o processo de consolidação de

determinados setores produtivos na territorialização e monopolização de determinados espaços.

As análises remetem à compreensão de que com a entrada da cana no município, novas relações são estabelecidas no campo, compostas pelo novo modelo de exploração da terra. No município de Quirinópolis, como em outros tantos, a terra passa a ter o significado absoluto de domínio imposto pelo capital. É fundamental considerar que tais relações se estabelecem no campo em detrimento da territorialização do capital, que para desenvolver suas formas produtivas, instalam e demandam o controle das terras de forma direta ou indiretamente seja por meio das parcerias, arrendamento ou compra. Observa-se também que com a instalação deste novo modelo produtivo, ocorre o enfraquecimento abrupto das antigas forças produtivas que, no caso de Quirinópolis, levaram à redução da produção de soja e milho que cederam espaço para a cana, assim como a redução de áreas de pastagem. Todo esse processo está associado aos grandes grupos econômicos que se deslocaram da Região Sudeste do país em busca da expansão do setor sucroalcooleiro, visto que este município possui as condições propícias para auferir o lucro, por meio da exploração capitalista da renda da terra.

Outra variável facilitadora e atrativa para a implantação do setor no município se refere às antigas formas econômicas ali instaladas, visto que, por ser uma região de pecuária e com pouca expressividade na agricultura, o setor não encontrou dificuldades ou conflitos para a territorialização do capital. Seguida desta variável está a disponibilidade de grandes quantidades de terras baratas (Ferreira et al. 2007) em relação às demais regiões tradicionalmente produtoras de cana-de-açúcar (em SP), e ainda a pré disposição em vender, arrendar as terras ou mesmo de fornecer a cana por parte dos proprietários, que viram maiores possibilidades de lucros nesta nova forma econômica.

Stupiello (2005) comenta que a expansão da área de plantio da cana vem ocorrendo devido ao aumento da capacidade das unidades produtivas e à instalação de novas usinas. É importante ressaltar que para se evitar perdas econômicas com o cultivo da cana-de-açúcar é necessário que as zonas de produção se encontrem perto das usinas. As perdas de sacarose, após a colheita exigem o processamento mais rápido possível da cana-de-açúcar. Adicionalmente, as usinas necessitam obter cana suficiente para sua capacidade de processamento, assim a maioria das usinas produz por conta própria, para não depender totalmente de matéria prima externa e diminuir os riscos, com isso ocorre também uma economia nos custos da matéria prima. Cabe salientar que as áreas de

cultivo de cana-de-açúcar são geralmente concentradas em uma determinada região e, em alguns casos, ocupam 90% da área total de um município, em propriedades de no mínimo 500 ha (JBIC, 2006).

Conclui-se, portanto, que a implantação do setor sucroenergético no município, de Quirinópolis, conserva o antigo modelo concentracionista da propriedade da terra, seguido pelo domínio do capital, com mudanças na base técnica da agricultura, na valorização da terra e na concentração fundiária, voltado para a produção de agroenergia, concomitantemente à exploração da renda da terra que, segundo Oliveira (2007), a exemplo desse processo contraditório de desenvolvimento, ocorre com as usinas ou destilarias de açúcar e álcool, que atualmente, possuem o domínio das terras, com a agregação da indústria e agricultura em uma só empresa (agroindústria). O que esses processos contraditórios de desenvolvimento capitalista no campo revelam é que se trata, portanto, do processo de territorialização do capital monopolista na agricultura.

Por centralidade [...] Falemos, neste sentido simplesmente, da ‘centralidade’ de um lugar com relação à região circundante, ou o grau em que a cidade exerce funções centrais. Dessa forma, estamos em condições de falar de uma centralidade maior ou menor, crescente ou decrescente, de um lugar (CHRISTALLER, 1981, p.29). A centralidade então é entendida como.....“o espaço de produção, circulação e consumo, portanto, inserida na lógica capitalista, que suscita a necessidade de concentrar equipamentos, atividades e serviços de modo que as relações econômicas e sociais possam conquistar maior dinamicidade....constituindo-se assim, em áreas centrais....As áreas centrais constituem polos de atração....e devem ser entendidas a partir dos fluxos (de pessoas, automóveis, capitais, decisões, informações e, sobretudo, mercadorias). É pela existência destes fluxos, que apontamos a necessidade da concentração, de modo que a agilidade e a acessibilidade sejam favorecidas e, por conseguinte, a acumulação de capital se efetive mais facilmente....” (MUMFORD, 1965; SPOSITO, 1997; CARLOS 1997; VASCONCELOS, 2000).

Contudo, ao se afirmar “Quirinópolis como a nova centralidade do etanol” é necessário compreender a estrutura do circuito espacial produtivo do setor sucroenergético, atualmente redesenhado nessa região, identificando suas demandas e a forma com que os fluxos foram sendo gerados em todo o seu processo. Segundo Castillo & Frederico (2010b), a noção de circuito espacial produtivo enfatiza, a um só tempo, a centralidade da circulação (circuito) no encadeamento das diversas etapas da produção, a condição do espaço (espacial) como variável ativa na reprodução social; e o

enfoque centrado no ramo, ou seja, na atividade produtiva dominante (produtivo), no caso, o etanol.

Quirinópolis se encontra inserido nesse circuito espacial, em uma localização geográfica privilegiada no Sudoeste goiano, sendo uma peça chave nesse novo *Cinturão da Cana* constituído pós *flex fuel*. Assim, o estudo do circuito espacial é de suma importância para o entendimento do processo da seleção de áreas ocupadas e na compreensão das relações entre os agentes envolvidos.

Sabe-se que..... “o conjunto de competências infraestruturais (transportes, armazéns, territoriais intermodais, portos secos, centros de distribuição, etc.), institucionais (normas, contratos de concessão, parcerias público-privadas, agências reguladoras setoriais, tributação, etc.) e estratégias operacionais (conhecimento especializado, detido por prestadores de serviços ou operadores logísticos) reunidas num subespaço, podem conferir fluidez.....e competitividade aos agentes econômicos e aos circuitos espaciais produtivos” (CASTILLO, 2007, p. 37). Assim, o conjunto desses fatores possibilita o desenvolvimento de novos pontos de comando, o que viabiliza a ocupação de municípios como Quirinópolis, o qual vem reproduzindo os padrões de centros de comando já existentes, no caso, o estado de São Paulo.

O Quadro 16 apresenta uma síntese das informações apresentadas com as usinas e a data de operação, o grupo financeiro de cada uma delas, bem como a área cultivada em terras próprias, arrendadas e de fornecedores, com os tipos de colheita, energia e demais resíduos gerados.

Quadro 16 – Quadro síntese das Usinas em operação na MRQ – 2004 a 2010

Usinas	Data Operação	Grupo Financeiro	Área (ha)			Tipos de colheita		Energia Gerada	Resíduos gerados
			Própria	Arrendada	Fornec.	Man.	Mecan.		
São Francisco	2004	Grupo São João	2.368,39	32.837,92	32.035,98	5%	95%	180 mil MW/hora	Torta de filtro, cinzas, água residual, bagaço e vinhaça
Boa Vista	2005	São Martinho	956,97	22.460,00	6.975,85	10%	90%	220 mil MW/hora	Torta de filtro, cinzas, água residual, bagaço e vinhaça.
ETH Bioenergia	2007	Odebrecht	500,00	16.469,00	_____	5%	95%	170 mil MW/hora	Torta de filtro, cinzas, água residual, bagaço e vinhaça
Energética São Simão	2008	Andrade	_____	10.720,00	6.480,00	20%	80%	168 mil MW/hora	Torta de filtro, cinzas, água residual, bagaço e vinhaça.
TOTAL			1.456,97	71.017,00	45.491,83				

Fonte: Trabalho de campo realizado nas Usinas pela autora

Desse modo, a área agrícola do município, nos últimos seis anos, transita de sistema de produção com base em alimentos, para fornecedora de matéria-prima da monocultura da cana, comandados pelo sistema capitalista, decorrentes das demandas de adaptação funcional a que o município se sujeita, até por talvez achar que não tem outra opção. Tal situação tem mudando substancialmente o perfil do município, fortalecendo sobremaneira o setor agroindustrial, onde a interação das atividades da agroindústria canavieira com o meio ambiente, social e econômico é complexa, dado ao processo de expansão ser recente e diferenciado (Cerrado). Esta modificação já se reflete no município, induzindo um novo cenário agroindustrial. Acredita-se que dada às excelentes condições edafoclimáticas, sua logística e a expansão intensa e acelerada da cana, Quirinópolis se tornará um centro regional de importância do setor sucroenergético do Cerrado, dada a sua localização, a exemplo do ocorrido com Ribeirão Preto (SP), o que tem nos levado a alcunhar Quirinópolis de “*Nova Ribeirão*” da cana, ou seja, a nova *centralidade* do etanol.

CAPITULO III

O MANEJO DO SOLO NOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO DA CULTURA CANAVIEIRA NA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS - GOIÁS

Originária do sudeste da Ásia, a cana-de-açúcar é uma planta da família das gramíneas, cuja variedade mais conhecida no Brasil é designada “*Saccharum spp*”. É uma cultura semi-perene, de sistema radicular fasciculado, cultivada em extensa área compreendida entre os paralelos 35° Norte e Sul. Entre as substâncias encontradas na cana-de-açúcar, a mais importante é a sacarose, base para a produção de açúcar, álcool, rapadura, melado, aguardente e outros subprodutos.

O ciclo produtivo da cana é, em média, de cinco anos, durante os quais, sofre vários cortes, mas atinge a maturação em um primeiro período de crescimento em torno de 12 ou 18 meses, após o qual, outros se seguem, anualmente, sem necessidade de replantio, o que só acontecerá após cerca de 4 ou 5 cortes anuais. É denominada cana planta até o primeiro corte ou colheita. Se for plantada de setembro a outubro é colhida após cerca de 12 meses e é denominada cana de ano. Se plantada de janeiro a março ela cresce e atinge a maturação para o primeiro corte por volta de 18 meses e, portanto, é denominada de cana de ano e meio. Após a primeira colheita a cana sofre uma rebrota que é chamada de cana soca. As demais colheitas ocorrem anualmente por volta do mesmo período (mês), sendo chamadas de ressocas. As rebrotas da cana sofrem cerca de 4 a 5 cortes quando então é renovada com uma cana de ano ou de ano e meio, dizendo-se reforma da cana (RUDORFF et al. 2004).

Chama-se de ciclo da cana os cortes sucessivos e rebrotas, os quais acabam levando à diminuição da produtividade. A tabela 21 ilustra essa evolução decrescente da produtividade da cana na região Centro-Sul do Brasil, em seus sucessivos cortes.

Tabela 21 - Ciclo típico de produtividade de cana na região Centro-Sul do Brasil

Corte - Produtividade	(ton./ha)
1o Cana planta (18 meses)	113 (Média 106)
Cana planta (12 meses)	77
2o (1ª soca)	90

3o (2ª soca)	78
4o (3ª soca)	71
5o (3ª soca)	67
Média de cinco cortes	82,4 t/ha (68,7t/ha.ano)

Fonte: Macedo (2005)

O clima ideal para a produção da cana-de-açúcar é o tropical, com duas estações distintas: uma quente e úmida que proporciona a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo; seguida de outra fria e seca, que promove a maturação e o consequente acúmulo de sacarose (BRAY, 1980). A diversidade de climas determina calendários agrícolas dos períodos de plantio e colheita, os quais são distintos para as diversas regiões. Assim, a época de plantio ideal para a região Centro-Sul do país é de janeiro a março, enquanto na região Norte-Nordeste vai de maio a julho. A cultura canavieira suporta razoavelmente temperaturas elevadas de 34-35° C. Porém, valores constantes e acima de 38° a 40° C podem afetar seu desenvolvimento pelo efeito inibidor das atividades fisiológicas como a abertura de estômatos e troca de CO² com a atmosfera. A temperatura basal, ou seja, mínima para o efetivo crescimento da cana fica em torno de 20° C. A temperatura ótima situa-se entre 22° e 30° C, sendo que nestas condições a cultura apresenta seu máximo crescimento (DOOREMBOS e KASSAN, 1979).

Vários fatores interferem na produção e produtividade da cultura da cana-de-açúcar, sendo as principais a interação edafoclimática, a cultivar escolhida e o manejo da cultura (CESAR et al. 1987). Pode ser cultivada em vários tipos de solos, com texturas diferenciadas, em terrenos com declives de até 12%. Suporta, porém, temperaturas elevadas, mas com boa disponibilidade de água no solo, sob características climáticas favoráveis e condições térmicas e hídricas satisfatórias. A cana é exigente quanto à umidade, precisando de 1 500 mm de chuvas anuais. A disponibilidade de água no solo governa a produção vegetal, assim sua falta ou excesso afetam de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas (REICHARDT, 2005), pois alteram a absorção dos nutrientes e da própria água. A cana-de-açúcar demanda elevado consumo de água, necessitando de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca na planta com 125 mm de armazenamento no solo, indicando o limite acima do qual a faixa é

considerada com deficiência hídrica sazonal, tornando-se recomendável o emprego de irrigação suplementar (CTC, 2009).

É uma planta muito dependente das condições físicas e químicas dos solos até a profundidade de 80-100 cm. A produtividade dessa cultura é excelente quando cultivada em solos com pH entre 7 e 7,3, porém ela se desenvolve bem em solos de pH 5,5 a 6,5, exigindo correção em caso dos solos mais ácidos (MAPA, 2007).

Nos primeiros dois anos de cultivo, sua produtividade está mais relacionada às características químicas e físicas dos horizontes superficiais do solo e do manejo agrícola (calagem e adubações). Após o terceiro corte as características dos horizontes subsuperficiais influenciam mais na estabilidade da produção e produtividade da cultura (maior exploração do solo e maior disponibilidade hídrica). Portanto, a disponibilidade de água nos ambientes produtivos é um dos fatores que mais interferem no crescimento e desenvolvimento da cultura, pois em condições de déficit hídrico, há redução do crescimento radicular. Nesta condição a produtividade pode reduzir significativamente, mesmo em solos com horizontes férteis abaixo da camada arável, em caso de forte limitação hídrica em estágios de desenvolvimento que requerem maior demanda por água pela cultura (MANZATTO, 2009).

A cana-de-açúcar se propaga vegetativamente por meio de toletes. Estes, ao serem colocados nos sulcos de plantio sofrem indução para brotação das gemas para formação do sistema radicular. Hoje, a maioria das canas cultivadas são formas hídras de *Saccharum officinarum* L, (cana nobre) com outras espécies de características mais rústicas. A raiz formada é do tipo fasciculado, cujo tamanho e profundidade estão relacionados à variedade, ao tipo e ao preparo do solo, à idade e ao número de cortes da planta. De maneira geral, a maior parte das raízes encontra-se nos primeiros 50 cm de profundidade (CTC, 2009). O colmo é aproximadamente cilíndrico, geralmente ereto e fibroso, constituído de nós e entrenós (gomos), podendo apresentar no seu ápice inflorescência do tipo panícula. Porém, em culturas comerciais, o florescimento é altamente indesejável, pois pode provocar alterações, como menor ganho de peso, menor densidade de caldo e maior porcentagem de fibra (IAIA et al. 1985).

É função do colmo, conduzir nutrientes e fotoassimilados, bem como sustentar a parte aérea e armazenar açúcar e fibras. A cana-de-açúcar apresenta de 7 a 15% de sacarose e de 11 a 16% de fibras (MAGALHÃES, 1987). O teor da fibra é muito

importante para manutenção energética das indústrias que processam a cana. Um teor de fibra baixo obriga a indústria a consumir outro tipo de combustível, a madeira por exemplo. Porém, um teor de fibra muito alto trará problemas de extração de sacarose. Portanto, o canavial deverá ser planejado levando-se em conta o teor de fibras, procurando manter um teor médio, no início, meio e fim de safra em torno de 12,5%.

Assim como altas temperaturas são fundamentais para um bom crescimento da cana (é uma planta C₄), as noites frias são determinantes no acúmulo de sacarose. Desta maneira, durante o período de maturação deve haver grande diferença entre a temperatura máxima e a mínima, para que existam condições ideais a um bom rendimento de sacarose (PLANASULCAR, 1986).

Obviamente, é difícil fornecer todos os nutrientes em quantidades certas requeridas a determinados estádios de desenvolvimento da cultura, por isso, a utilização de adubações é prática frequente aos agricultores. A cana-de-açúcar necessita do suprimento adequado de nutrientes como: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, o que nem sempre é possível obter em quantidades adequadas, conforme o solo e local de cultivo. Assim, carências nutricionais em cana são mais frequentes do que se imagina.

Outro aspecto refere-se à colheita da cana. Em breve o manejo da cana, segundo a legislação vigente, não poderá mais ser praticado através da queima como mostra a tabela 22.

Tabela 22 - Redução da queimada dos canaviais: Lei Federal nº 2.661/1998

Ano	Áreas mecanizáveis (*) (%)	Áreas não mecanizáveis (**) (%)
2003 (5º ano)	25	-----
2008 (10º ano)	50	-----
2013 (15º ano)	75	-----
2018 (20º ano)	100	-----

(*) Áreas mecanizáveis: declividade < 12% e área > 150 ha

(**) Áreas não mecanizáveis: cronograma a definir. Fonte: CTC, 2005

A busca da sustentabilidade sócio-ecológica do processo de exploração agrícola dos cerrados ou a busca de uma nova condição de equilíbrio passa necessariamente pelo

manejo adequado dos solos. Neste sentido, será apresentado a seguir o estudo sobre o sistema de manejo, através dos Ambientes de Produção, realizado nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, localizadas na MRQ, com o objetivo de obter subsídios ao controle dos impactos ambientais.

A expansão da cana ocorreu na MRQ inicial e predominantemente sobre os Latossolos Vermelhos, sendo eles distroférico e distróficos, além de áreas de Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, os quais dominam as superfícies geomórficas de topografia plana a suave ondulada. São solos permeáveis de textura argilosa a argilo-arenosa, e, considerados de média a alta aptidão agrícola para a cultura da cana-de-açúcar respectivamente. São moderadamente suscetíveis à erosão hídrica (SALOMÃO, 1999) e à compactação (DIAS JUNIOR, 2000). Contudo, considera-se que sendo bem manejada, a cana pode ser benéfica a esses solos, dada sua elevada biomassa que pode ser convertida em matéria orgânica e nutriente (MACEDO, 2005).

Na MRQ são adotadas duas épocas para o plantio da cana-de-açúcar: a primeira denominada plantio de 18 meses (cana de ano e meio), e que corresponde ao período de 15 de fevereiro a 15 de abril, intercalado com soja; a segunda, denominada plantio de inverno, é de 12 meses (cana de ano) e se inicia em 15 de abril indo até 30 de setembro, fazendo rotação também com a soja. No geral, cerca de 40 % do plantio da cana na MRQ é de inverno e 60% é da cana de ano e meio.

O plantio é realizado por mudas e toletes (propágulos) provenientes de canaviais de 12 e de 18 meses, que após receberem tratamento preventivo com fungicida e inseticida, são colocados em sulcos em formato de cunha ou trapezoidal, dependendo do tipo de solo, com 30 cm de profundidade e cobertos com 5 a 10 cm de terra. A densidade de gemas por metro linear é de 12 a 18 e a distância entre sulcos é de 1,50 a 1,80 m, para facilitar a operação da colheita. O consumo de mudas por hectare é de 15 toneladas, em média.

De forma a se obter melhores características tecnológicas, as variedades estão se tornando cada vez mais exigentes em alguns atributos para fornecer o retorno esperado. Estas são diferenciadas de acordo com a sua maturação: precoces, para serem colhidas no início da safra (abril - junho); médias, para colheita em julho a setembro e tardias, para colheita em outubro a dezembro. Por sua vez, dentro destas três épocas de maturação são, ainda, classificadas em variedades propícias à ambientes de produção

desfavoráveis e favoráveis (RIPOLI et al. 2007). Vale aqui ressaltar que as usinas possuem convênios com os institutos de pesquisa (RIDESA, CANAVIALIS, CTC e IAC), para a escolha das melhores variedades a serem plantadas bem como na pesquisa de novas variedades de cana - semente adaptadas aos solos do Cerrado presentes na microrregião.

O quadro 05 apresenta as características agronômicas mais marcantes das 10 principais variedades de cana-de-açúcar cultivadas na MRQ, destacando suas respectivas virtudes e restrições.

Quadro 05 – Características das principais variedades de cana plantada na MRQ

Variedade	Ponto Alto	Época de colheita (meses)	Restrições
RB 86-7515	Produtiva	Agosto a novembro	Suscetibilidade às estrias vermelhas, que reduzem sua produtividade; quebra facilmente os ponteiros com ventos fortes.
SP 81-3250	Rica e produtiva	Junho a setembro	Em terra pouco fértil e com colheita mecanizada; ocorre redução de produtividade e longevidade; às vezes, amarelinho; e é suscetível à cigarrinha.
SP 80 1816	Ótima Soqueira	Junho a setembro	É muito exigente em solos, quebra facilmente os ponteiros com ventos e é muito suscetível à cigarrinha. É rala na cana-planta.
RB 85 5536	Soca ótima, rica	Maió a setembro	Perde peso facilmente na safra. É suscetível à cigarrinha.
RB 83 5054	Rica e produtiva	Maió a novembro	Elevado ataque de broca em áreas de alta infestação. Perdas durante a colheita mecânica no início de safra (cana de 18 meses) por quebra de colmos. Excesso de mato competição por deficiência de fechamento (sombreamento) das entrelinhas.
SP 79 1011	Ótima Soqueira	Julho a setembro	Fecha mal na entrelinha, é suscetível à ferrugem e à broca. Pode quebrar ponteiros com ventos fortes.

RB 83 5486	Rica	Maio a setembro	É exigente em solos e tomba na cana-planta. É suscetível à ferrugem.
RB 85 5453	Rica e ereta	Abril a junho	É muito exigente em água, não fecha bem nas entrelinhas, floresce e isoporiza.
RB 92 8064	Ótima Soqueira	Junho a agosto	Indicações até o momento de que deva ser manejada em ambientes de média para sem restrição. Indicada para colheita em meio de safra (julho a agosto), podendo ser colhida em maio com aplicação de maturadores.
SP 89 1115	Rica	Abril a setembro	É exigente em solos e na cana-planta não produz muito.

Fonte: IDEA News - Ano 5 - Número 41 - Fevereiro/2005

Sabe-se que os Latossolos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento (RAMALHO FILHO & BEEK, et al. 1995). Apesar do alto potencial para agropecuária, podem apresentar limitações, mas em se adotando práticas adequadas de manejo a sustentabilidade desses ambientes estará garantida. Para os Latossolos, segundo a EMBRAPA (2004) deve-se realizar o seguinte manejo:

- Usar o solo de acordo com sua aptidão agrícola;
- Fazer as correções do solo, sobretudo, no que diz respeito à acidez, à saturação por alumínio e à baixa fertilidade;
- Observar o teor de argila (se estiver próximo do limite de 15%, cuidados especiais devem ser tomados com manejos muito intensivos, principalmente, em sistemas irrigados);
- E por último manter o solo coberto a maior parte do tempo possível, especialmente, no início das chuvas.

Fazendo-se uma correlação entre as práticas de manejo realizadas pela USF e os respectivos grupos de manejo recomendados por Prado (2011) (Quadro 06), pode-se entender se as práticas de manejo utilizadas corroboram o manejo considerado adequado, como exigido por esse tipo de solo e cultura. Assim, o quadro 06 apresenta os grupos de manejo para diferentes tipos de solos, segundo o referido autor.

Quadro 06 - Os grupos de manejo nos diferentes tipos de solos (PRADO 2011)

Grupos de manejo quanto ao terraceamento		
Os grupos de manejo	Tipo de terraço	Solos
Grupo 1	Nível	Latosolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos
Grupo 2	Desnível	Argissolos
Grupos de manejo quanto à necessidade de gessagem, como fonte de cálcio		
Os grupos de manejo	Características dos solos	Gessagem
Grupo 1	Eutróficos e mesotróficos	Desnecessária
Grupo 2	Álicos, alumínicos, mesoálicos e distróficos	Recomendada
Grupos de manejo quanto à adubação fosfatada		
Os grupos de manejo	Características dos solos	Dose mais alta de P
Grupo 1	Alto teor de argila e/ou ferro	Desnecessária
Grupo 2	Médio/baixo teor de argila	Recomendada
Grupos de manejo quanto à necessidade de parcelamento de potássio		
Os grupos de manejo	Características dos solos	Parcelamento de K
Grupo 1	CTC alto-média	Desnecessária
Grupo 2	CTC baixa	Recomendada
Grupos de manejo quanto à exigência química das plantas		
Os grupos de manejo	Características dos solos	Alocação plantas
Grupo 1	Eutróficos e mesotróficos	Mais exigentes
Grupo 2	Distróficos, ácidos, álicos, mesoálicos, alíticos e alumínicos	Menos exigentes
Grupos de manejo quanto à disponibilidade hídrica do solo		
Os grupos de manejo	Disponibilidade hídrica	Alocação das plantas
Grupo 1	Favorável: Nitossolos, Argissolos, Cambissolos e Gleissolos	Mais exigentes
Grupo 2	Desfavorável: Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Latossolos e Plintossolos	Menos exigentes
Limites de argila e dosagens de herbicidas		
Os grupos de manejo	Argila (%)	Doses de herbicidas
Grupo 1	< 15	Mais baixas
Grupo 2	16 - 35	Intermediárias
Grupo 3	>35	Mais altas

Fonte: PRADO, 2011

Os sistemas de preparo de solos podem ser: convencional, reduzido ou plantio direto. Contudo, não há uma recomendação padrão para o preparo de solo e as variações ocorrem em função do tipo de solo e da disponibilidade de máquinas e implementos. O sistema de preparo realizado na USF é o plantio direto (quando da implantação da cana) e reduzido (plantio na palhada, quando da renovação do canavial). Parte primeiramente das análises física, química e pedológica para a determinação das operações visando à racionalização destas, visto que consideram as épocas do ano e suas particularidades, determinadas entre os meses de janeiro a abril.

Existem na MRQ duas situações quanto ao preparo e manejo do solo: a) áreas antes utilizadas para as culturas de grãos (soja/milho) (nos melhores solos, os LVdf e LVd); b) áreas de pastagens cultivadas, em geral degradadas, em solos menos bons (sobretudo LVA dentre outros).

Convém lembrar que, no preparo de solos, para minimizar os efeitos da compactação recomenda-se não fazer operações no solo úmido (o que favorece a compactação), fazer adubação verde, rotacionar incorporando restos orgânicos, utilizar máquinas agrícolas com pneus que menos compactem e controlar o tráfego de veículos. Nos solos com limitação química abaixo da camada arável (com reduzidos teores de cálcio e/ou elevados teores de alumínio), deve-se incorporar matéria orgânica e calcário, além de fazer a gessagem (PRADO, 2011).

No caso da USF, o preparo de solo segue as seguintes etapas: uma aração profunda de 25 a 35 cm com antecedência, para incorporação de restos da cultura de soja; testes para identificar camadas compactadas (abertura de trincheiras, com amostragens em anéis) e, onde elas existam; a subsolagem; a correção do solo antes das gradagens, para facilitar a incorporação de corretivos (calagem, gessagem e fosfatagem); e as gradagens, tanto quanto forem necessárias para completo destorroamento do solo. Já para a (re) conversão de áreas ocupadas com pastagens, é realizada a aração profunda de 25 a 35 cm com antecedência, para a incorporação de restos de pastagens; subsolagem, para minorar a compactação causada pelo pisoteio do gado; correção do solo para facilitar a incorporado de corretivos; gradagens, tantas quanto forem necessárias para completo destorroamento do solo. O manejo no preparo do solo na USF pode ser assim sistematizado (quadro 07):

Quadro 07 - Síntese do Preparo do Solo para o cultivo da cana-de-açúcar na USF

Conservação
1- Construção ou desmanche de curvas
2- Construção de tiradas de águas e "balanços"
2- Observância de contribuição de águas externas, contenção e desvios das mesmas
Sistematização
1- Construção de carreadores
2- Elaboração de Mapas com sentido de Sulcação
3- Marcação dos sentidos de Sulcação com Piloto Automático
4- Dessecação (Quando necessário)
5- Aplicação de Corretivos/Fosfatagem (Conforme resultado de análise de solo)

6- Grade Semi-Pesada (Incorporar)
7- Grade Pesada ou Sub-Solador (Quando necessário)
8- Grade Semi-Pesada ou Niveladora (Quando necessário)
Operações Agrícolas Motomecanizadas
Gradagem Pesada (32" a 36")
Aplicação de Fosfato (a lanço)
Gradagem Intermediária
Gradagem Leve
Gradagem c/ incorporação de herbicida
Aração
Subsolagem Profunda
Rebaixamento de Entrelinhas
Rebaixamento + Potassagem
Construção de Terraços (Escavadora e Motoniveladora)
Acabamento de Terraços (Escavadora e Motoniveladora)
Terraceamento Tratorizado (Base larga)
Aplicação de Corretivos (Calcário/Gesso)
Aplicação de Cloreto de Potássio
Roçagem de Cana

Fonte: USF, 2010

Segundo informações da USF, o plantio está dividido em mecânico (80%) e manual (20%). É realizado com base nos seguintes critérios de qualidade:

- Paralelismo de 1,45 a 1,55 m;
- Quantidade gemas viáveis de 15 a 20 m;
- Profundidade de sulcação de 25 a 35 cm;
- Cobertura de rebolos de 06 a 08 cm;
- Falhas de distribuição;
- Sulcos sem rebolos.
- Praticamente toda a colheita é realizada através do corte mecanizado, ou seja, cerca de 90% da cana é colhida crua.
- A Adubação no plantio é feita por recomendação personalizada por talhão.
- Os pesticidas são usados apenas em áreas monitoradas, onde é indicado o uso ou não.

A título de exemplo aplicam-se os seguintes produtos: *Fiplonil* (0,20 Kg/ha), indicado em áreas com infestação de cupins e pela dosagem indicada, controla broca nos estágios iniciais da cultura. *Carbofurar 250CE* (6l/ha): indicado em áreas com infestações de Nematóide.

Em áreas de pastagens cultivadas, o plantio de cana deve suceder uma ou duas safras de soja. No caso do replantio em área já ocupada por cana, é feita a desagregação da soqueira através de uma aração de 15 a 25 cm nas linhas, seguida por gradagem

pesada ou com destruidor de soqueiras. Se houver compactação, faz-se necessária a subsolagem. É realizada uma aração ou gradagem pesada, seguida de tantas gradagens quanto forem necessárias, para completo destorroamento do solo.

Todos os solos são susceptíveis à erosão em diferentes graus, assim, a principal meta é programar práticas conservacionistas, como plantio em curvas de nível, terraceamento, adubação verde, plantio direto, rotação de culturas e incorporação de restos de culturas. Os tipos de terraços são: embutido, base larga, base estreita, e canal (PRADO, 2011).

Quanto às técnicas de conservação de solos, a USF pratica:

- Terraceamento embutido com ou sem acessos paralelos ou de crista,
- Racionalização de Acessos;
- Canais de escoamento;
- Curvas-caminho em declividades superiores a 4%, bem como o terraceamento redondo e estruturas de contenção de escoamento pluvial, como bigodes e cacimbas de contenção;
- Adubação química é realizada conforme as análises de solos (realizadas na cidade de Goiatuba – GO); as mesmas mostram a necessidade de correção dos solos com a aplicação de calcário, associada à aplicação do gesso agrícola, visando elevar sua saturação de bases para 60%. O produto, preferencialmente dolomítico, é aplicado na quantidade indicada para cada área.

Sabe-se que a correção da acidez superficial e subsuperficial é necessária para obter maiores produtividades das culturas e maior eficiência no uso da água e nutrientes. Para essa correção, o insumo mais utilizado para a camada superficial é o calcário e para a subsuperficial, o gesso agrícola. Uma calagem bem feita irá neutralizar o alumínio do solo e fornecer cálcio e magnésio como nutrientes. Além disso, promoverá o aumento da disponibilidade do fósforo e de outros nutrientes no solo, assim como da capacidade de troca catiônica efetiva e da atividade microbiana. A calagem possibilita, então, maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, facilitando ainda mais a absorção e a utilização dos nutrientes e da água pelas culturas (EMBRAPA, 2004). Devido à deficiência de magnésio nos solos do Cerrado, sugere-se o uso do calcário dolomítico ou magnesiano, ou seja, aqueles que apresentam teor mínimo de 5,1% de MgO, aplicado na dose de 300 a 500 quilos por hectare no sulco de semeadura ou a lanço. De modo geral, para os solos de Cerrado, a relação entre os

teores de Ca e Mg no solo, em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, deve situar-se no intervalo de 1:1 até o máximo de 10:1, observado o teor mínimo de $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ de Mg (EMBRAPA, 2004).

Na USF, a calagem varia em função do teor de argila dos solos. A aplicação dos corretivos é feita pelo menos 60 dias antes do plantio, para aumentar seu tempo de reação e eficiência. A incorporação é realizada com arado de aiveca à profundidade de 35 a 40 cm (o gesso agrícola pode chegar a até 80 cm), buscando-se a inversão de camadas do solo. Associado ao calcário é aplicado o gesso agrícola na proporção de 1000 kg/ha e feita a fosfatagem com 100 kg/ha de P_2O_5 . No replantio de cana, a aplicação dos corretivos é feita logo após o último corte, ou antes, da última gradagem do preparo dos solos (USF, setor de gerência agrícola, 2011).

Nas condições químicas mais desfavoráveis representadas pelos solos ácidos, distróficos (como é o caso da USF), mesoálidos, ácidos, alumínicos e alíticos, os níveis de bases são baixos ou muito baixos e os de alumínio crescentes. Nessas condições, Prado (2011) recomenda a gessagem, como fonte de cálcio. Em seus estudos, Dematté (2004) verificou que os solos com argila de atividade baixa-Tb (CTC menor que $27 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ de argila no horizonte B) são os que possuem o maior potencial de resposta à gessagem.

Na USF, nas áreas que já estão plantadas com cana, são aplicados os fertilizantes no fundo dos sulcos de plantio, logo após sua abertura, ou em operação conjugada com o sulcador/adubadeira. As quantidades aplicadas obedecem ao que indicam as análises químicas dos solos, de acordo com a profundidade estimada. Podem chegar a 60 kg/ha de N, 100 kg/ha de P_2O_5 e 100 a 150 kg/ha de K_2O (USF, 2011). Isto corrobora os grupos de manejo propostos por Prado (2011), onde se recomenda a adubação fosfatada (com doses mais altas de P) para os solos com alto teor de argila e/ou ferro (como o LVdf e o LVd) e não para os solos de médio/baixo teor de argila (como o LVAd). O monitoramento bienal do solo realizado pela usina indica se há necessidade de aplicação de P_2O_5 suplementar ou de uma nova calagem. Existe também estreita relação entre teor de argila e a disponibilidade de fósforo. Quanto à adubação potássica, para os solos com CTC alta/média, como é o caso dos LVdf e também dos LVAd, o parcelamento de K é desnecessário.

Por fim, para que o calcário produza os efeitos desejáveis, é necessário haver umidade suficiente no solo para sua reação. Contudo, na região do Cerrado existe uma estação seca, que se prolonga de maio a setembro, quando o solo, de modo geral, contém pouca umidade. Assim, a época mais adequada para a calagem é o final do período chuvoso anterior à sementeira ou, caso isso não seja possível, o início da estação chuvosa, pouco antes da sementeira (EMBRAPA, 2004). Considerando isso, na USF, a adubação é realizada nos meses de abril e setembro. Uma alternativa de manejo refere-se à escolha de plantas geneticamente adaptadas. Os solos distróficos, quanto à alocação da planta, segundo Prado (2011) são menos exigentes. Vale aqui ressaltar que a USF possui convênios com órgãos de pesquisa (CTC, Ridesa, dentre outros) que realizam pesquisa em cana-planta adaptadas ao solo e às condições edafoclimáticas da região do Cerrado.

Sabe-se que quanto maiores os teores de matéria orgânica e de argila no solo, mais elevados são os valores de capacidade de troca de cátions e, nessas condições, os cátions são adsorvidos em grande quantidade, assim as doses de herbicidas devem ser mais altas para compensar a grande quantidade do produto adsorvido. Dessa forma, considerando os limites de argila e as dosagens de herbicidas, Prado (2011) recomenda doses mais altas para solos com teores de argila > 35, como é o caso dos solos da USF (LVdf e LVd). Em síntese, os tratamentos culturais utilizados na USF, em cana-planta, tanto de 12 meses, quanto de 18 meses, podem ser assim sintetizados (quadro 08).

Quadro 08 - Síntese dos tratamentos culturais no cultivo da cana-de-açúcar na USF

Cana Planta (12 meses/18 meses)
- 1ª Aplicação Herbicida (Barra Total)
- Capina Química Costal (Quando necessário)
- Quebra Lombo
- 2ª Aplicação de Herbicida (Pingente)
- Capina Química Costal (Quando necessário)
Cana Planta - Inverno
- 1ª Irrigação
- 2ª Irrigação
- 1ª Aplicação de Herbicida (Pingente)
- Capina Química Costal (Quando necessário)
- Quebra Lombo
- 2ª Aplicação de Herbicida (Pingente)
- Capina Química Costal (Quando necessário)

Fonte: USF, 2010

Na USF a adubação na cana soca (Quadro 09) é feita durante os primeiros tratos culturais, nos dois lados da linha de plantio, incorporando-se os insumos a 15 cm, em quantidades indicadas nas análises químicas dos solos e de acordo com a profundidade estimada.

Quadro 09 - Síntese das atividades de conservação do solo na USF

Cana Soca
- Corretivos (Quando necessário)
- Adubação
- Aplicação de Herbicida
- Capina Química Costal (Quando necessário)
- Capina Química Tratorizada (Quando necessário)
Cana Soca – Fertirrigação
- Corretivos (Quando necessário)
- Adubação
- Fertirrigação
- Aplicação de Herbicida
- Capina Química Costal (Quando necessário)
- Capina Química Tratorizada (Quando necessário)
Cana Soca – Irrigação
- Corretivos (Quando necessário)
- Adubação
- Irrigação Salvamento
- Aplicação de Herbicida
- Capina Química Costal (Quando necessário)
- Capina Química Tratorizada (Quando necessário)

Fonte: USF, 2010

Segundo a Embrapa (2004) o manejo do solo para o cultivo da cana-de-açúcar, pode ser assim sintetizado:

-Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%. Utilizar calcário que complemente o teor de Mg no solo para valores entre $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ e $1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, pelo menos.

- A adubação no plantio deve-se aplicar no sulco, as dosagens de N, P_2O_5 e K_2O , em função de rendimento e da interpretação a análise do solo. Deduzir a quantidade de K_2O adicionada pela vinhaça, na adubação mineral de K no plantio. Parcelar a aplicação de potássio em duas vezes em solos com CTC menor que $4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, sendo uma no plantio e outra após 60 dias.

- Caso não tenha sido feita gessagem na área e o solo seja deficiente em enxofre, aplicar 30 Kg/ha de S. Recomenda-se proceder à adubação corretiva com micronutrientes. Há possibilidade de utilizá-los nas formulações. A análise foliar é uma das melhores formas

para acompanhar a necessidade desses elementos. Se necessária, aplicar de 20 a 60 kg/ha de N, 60 dias após o plantio.

- Aplicar, no sulco, as dosagens de N, P₂O₅ e K₂O, em função da expectativa de rendimento e da interpretação da análise do solo.

Sabe-se que o plantio da cultura de cana na microrregião é realizado em duas épocas, uma das quais coincide com o período de seca na região, responsável pelo *déficit* hídrico. Neste período seco, a demanda por água é muito alta, devido à evapotranspiração ser elevada. Para a cultura da cana, a irrigação pode ser feita de dois modos: a irrigação para produção, com o objetivo de aumentar a produtividade da lavoura; e a irrigação de salvação ou complementar, que visa o uso da água apenas por um período curto ou estágio de cultivo. Com a implantação de sistemas de irrigação, há acréscimo na produtividade e no número de cortes realizados durante o ciclo da cultura.

A USF realiza o processo de irrigação denominada de salvamento nos meses mais secos (junho, julho e agosto). A irrigação utiliza uma lâmina de até 80 mm de água. A lâmina bruta de água é aplicada três vezes com altura máxima de 45 mm e deve ser suficiente para provocar a brotação e manter a cultura viva até que se inicie o período chuvoso. Assim, considera-se que, mediante aos fatores climáticos aqui apresentados, o manejo com a irrigação já é uma realidade para a microrregião, que deve contar com o planejamento desta prática a curto, médio e longo prazo, visando uma maior produtividade nos canaviais.

A adubação orgânica na USF é realizada com os subprodutos do processamento industrial da cana, como vinhaça e torta de filtro, além da palhada de restos culturais, dado que são fontes de matéria orgânica para os solos. A vinhaça é lançada nas lavouras de soca, pelo processo de fertirrigação, visando substituir a adubação química e diminuir a quantidade de defensivos.

A título de exemplo é apresentada no quadro 10 uma síntese do manejo em uma área de LVdf, com histórico de uso soja/cana, fertirrigada (vinhaça), numa propriedade fornecedora de cana da Usina São Francisco, desde 2006.

Quadro 10 - Descrição do Manejo com o cultivo de cana fertirrigada na USF

ZONA	TALHÃO	SOLO	FAZENDA	PROPRIETÁRIO	HISTÓRICO	MANEJO	CICLO/CORTE	
95035	08	LVdf	São Bento	Guilherme Borges Freitas	Soja/cana	Fertirrigada	1º - 4º	
Sub Processo	Atividade	Insumos	Quantidade	Área (ha)	Ano	Período	Variedade	
Preparo e Conservação de Solo	Construção de Terraços	Hora Máquina		275,98	2006	Agosto	SP 81 3250	
	Construção de Carreadores	Hora Máquina		275,98	2006	Agosto		
	Subsolagem	Hora Máquina		275,98	2006	Agosto		
	Grade Pesada	Hora Máquina		275,98	2006	Agosto		
	Calagem	Calcário	3 t/ha	275,98	2006	Setembro		
	Gessagem	Gesso Agrícola	1,5 t/ha	275,98	2006	Setembro		
	Fosfatagem	Super Fosfato Triplo	0,23 t/ha	275,98	2006	Setembro		
	Grade Leve	Hora Máquina		275,98	2006	Setembro		
	Dessecação	Glifosato	5 L/ha	275,98	2006	Outubro		
		2,4 D	1 t/ha	275,98	2006	Outubro		
	Plantio Manual	Corte de Muda	Muda de Cana	15 t/ha	275,98	2006	Novembro	
		Carregamento e Transporte de Muda	Hora Máquina		275,98	2006	Novembro	
Sulcação e Adubação		Fertilizante 05-25-25	0,6 t/ha	275,98	2006	Novembro		
Cobrição		Regent 800 WG	0,25 Kg/ha	275,98	2006	Novembro		
Tratos Culturais	Quebra Lombo (nivelamento entrelinha)	Hora Máquina		275,98	2007	fevereiro		
		Hora Máquina		275,98	2008	junho		
Tratos Culturais	Amostragem de Solo			275,98	2008	junho		
	Recomendação Agrônômica			275,98	2008	junho		
	Fertirrigação	Vinhaça	150 m³/ha	275,98	2008	junho		
	Adubação de Cobertura	31-00-00	0,20 t/ha	275,98	2008	junho		
	Herbicida Pré Emergente	Plateau	0,14 Kg/ha	275,98	2008	junho		
	Herbicida Pré Emergente	Provence	0,14 Kg/ha	275,98	2008	junho		
	Controle de Broca da Cana	Vespa <i>Cotesia flavipes</i>	4 Copos / ha	275,98	2008	Dezembro		
	Controle de Cigarrinha da Raiz	Actara	0,8 Kg/ha	275,98	2009	janeiro		
	Colheita	Mecânica Crua	Hora Máquina		275,98	2009	maio	
	Tratos Culturais	Amostragem de Solo			275,98	2009	junho	
Recomendação Agrônômica				275,98	2009	junho		
Adubação de Cobertura		22-00-18	0,45 t/ha	275,98	2009	junho		
Calagem		Calcário	2 t/ha	275,98	2009	junho		
Gessagem		Gesso Agrícola	1 t/ha	275,98	2009	junho		
Herbicida Pré Emergente		Plateau	0,14 Kg/ha	275,98	2009	junho		
Herbicida Pré Emergente		Provence	0,14 Kg/ha	275,98	2009	junho		
Controle de Broca da Cana		Vespa <i>Cotesia flavipes</i>	4 Copos / ha	275,98	2009	Dezembro		
Controle de Cigarrinha da Raiz		Actara	0,8 Kg/ha	275,98	2010	janeiro		
Colheita		Mecânica Crua	Hora Máquina		275,98	2010	maio	

Fonte: USF (maio, 2011).

Segundo informações do Coordenador de Processos Agrícolas, o Sr. José Carlos Caldeira, da USF, o uso racional da vinhaça como fertilizante nos canaviais está proporcionando diversos benefícios para a Unidade produtora, além de criar condições para uma destinação ambientalmente correta desse resíduo industrial (100% são retornados ao campo como adubação orgânica). A fertirrigação, segundo ele, ainda melhora o rendimento agrícola e gera economia nos gastos com adubação, principalmente de soqueiras, misturada à água residual. Ambas passam por estações de tratamento, para que possam adicionar aos solos nutrientes em proporções benéficas, sem provocar impactos ao solo e águas, evitando entre outras consequências indesejadas, a saturação de potássio no solo. Ele esclarece que inicialmente o tratamento da vinhaça é feito com a aplicação de cal (hidróxido de cálcio) em pó e em solução sobre os canais. Posteriormente, aplica-se uma solução de cal a 3,18% (2,5 Se) acrescida de *Bórax* (tetraborato de sódio) a 0,35%. Essa mistura é aplicada à razão de 5 litros por m², com intervalos de 10 a 15 dias, utilizando-se uma bomba acoplada a um caminhão-tanque. Na fertirrigação é utilizada uma lâmina em torno de até 150 m³/ha de vinhaça misturada com água residual. Contudo, a dosagem a ser aplicada por hectare depende da composição química da vinhaça, bem como da demanda de nutrientes da lavoura, sendo usualmente definida segundo o teor de N, P e K na camada superficial do solo.

Resultados da Fertirrigação com vinhaça são apresentados por Borges et al, (2011), (trabalho subsidiário desta tese), com base nos dados gerados no setor de planejamento agrícola da USF. Para cálculo da pesquisa foi considerada a área total de cana de 64.020,17 ha, sendo 15.437,44 de área fertirrigada e 48.582,73 ha de área adubada com fertilizante. A produtividade nessas áreas foi de 70,36 ton./ha e 68,38 ton./ha respectivamente, consideradas relativamente altas para a fase inicial do empreendimento, embora ainda abaixo da média do estado de SP. Os custos de produção das áreas foram tabulados e trabalhados estatisticamente, quantificando os custos médios de adubação por hectare e por tonelada de cana colhida, a fim de detectar a sua viabilidade econômica, segundo o banco de dados da Usina, em que se comprovou que a fertirrigação tanto em termos de custos-benefícios, quanto em termos de produção/produtividade. Observou-se que a fertirrigação é viável financeiramente, onde

o custo médio da adubação com vinhaça ficou 8,3% mais barata em relação à adubação com fertilizantes.

Observou-se que a vinhaça pura apresentou 1,34 Kg de M.O/m³, e o K como o nutriente de mais alta concentração (2,55 kg/m³). A dosagem média aplicada foi de 130 m³/ha de vinhaça, adicionando ao solo em torno de 223 kg de K₂O/ha. Considerou o alto potencial poluidor da vinhaça, se a mesma fosse lançada diretamente nos corpos d'água, devido à quantidade de M.O presente, confirmando assim, as observações de Rosseto (1987). O pH da vinhaça pura foi de 4,31 e portanto, próxima ao valor máximo dos parâmetros recomendados pelas normas da ABNT (3,0 a 5,0) (ELIA NETO e NAKAHODO, 1995). Já na adubação mineral em cana soca, realizada nos meses de abril e setembro, foi aplicada uma dosagem de 393 Kg/ha que correspondeu a uma adição de 70,7 de K₂O/ha.

Verifica-se que a quantidade de potássio nas áreas adubadas com vinhaça é bem mais alta quando comparada com as áreas adubadas com adubo mineral. A adubação com vinhaça promove 215% a mais de adição de K₂O/ha. Nas áreas adubadas com vinhaça houve aplicação de adubo mineral (32-00-00), devido algumas partes destas áreas não ter condições técnicas de aplicar vinhaça. A recomendação da Usina é aplicar a vinhaça em mistura com águas residuárias do processo industrial diluídas em 50% cada, ou seja, para cada 1 m³ de vinhaça adiciona-se 1 m³ de água residual. Com base na análise físico-química da vinhaça, constatou-se também que além de atender a necessidade de potássio do canavial, ela apresentou quantidade de micronutrientes e matéria orgânica considerada favorável ao cultivo. Contudo, é necessário fazer a complementação com nitrogênio e fósforo.

Quanto ao manejo de pragas, sabe-se que a cana-de-açúcar é atacada por inúmeras pragas, dentre elas, as que mais afetam a cultura são a cigarrinha-da-cana (*Manharva fibriolata*) e a broca. Cupins também merecem atenção. Uma das práticas utilizadas pelas usinas para combater tais pragas é o controle biológico, que consiste no uso de parasitas naturais das mesmas e o uso de variedades resistentes. Como exemplo, tem-se a vespa *Cotesia*, inimiga natural da broca que é criada em laboratório especial e liberada em campo nas áreas de infestações da praga. Na USF, o controle de doenças é realizado mais com o emprego de variedades mais resistentes, com o objetivo de minimizar a aplicação de fungicidas nas lavouras. Aliado a esta prática, o controle

cultural por meio de técnica *roging* (retirada de plantas doentes do meio do canavial), permite elevado nível de controle de outras doenças como o carvão (*Ustilago Scitamínea*), a escaldadura, o mosaico e a Pokka.

Para prevenir ervas daninha, é feita a aplicação de herbicidas em pré-emergência, com capinas e catação manual, se necessário, até o completo fechamento da lavoura. Para a cana-soca, é feita capina química com herbicidas, seguida de capinas mecanizada e manual. O combate às ervas daninhas, ou seja, a dessecação é feito com a aplicação de agroquímicos, fungicidas e herbicidas (*Carbofuran, Endosulfan, Fipronil, 2-4D Amina, Diuron, MSMA*, dentre outros). Em alguns sistemas de plantio, adotam-se maturadores químicos para incentivar a translocação e armazenamento do açúcar, ou para atuar como desseccantes antes da queima de canaviais. Os produtos mais utilizados para tanto são: o *Ethephon, o Paraquat e o Glifosato*.

De forma geral, o cultivo mínimo, o uso de subprodutos (adubação orgânica) e o controle biológico (*Cotesia, Metarizo*) juntamente com a rotação de culturas (realizada nas áreas de reforma com soja e crotalária) são algumas das técnicas utilizadas pela usina, para melhoria do manejo, tornando-o mais natural e produtivo possível.

Em síntese, pôde-se constatar que o manejo da cana na usina, é altamente mecanizado em todas as fases do processo e visa o controle da produtividade de modo a aumentá-la, e secundariamente considera o controle ambiental. Especificamente, o manejo do solo é feito em termos de prevenção e controle de compactação e de fertilidade e umidade, principais restrições para o cultivo, conforme preconizam as pesquisas mais recentes sobre manejo da cana. Destaca-se que se pratica a seleção de cultivares ecologicamente adaptados e a utilização de soja ou crotalária (leguminosas) como medida de controle da fertilidade na fase de reforma dos canaviais e mesmo no preparo dos solos, antes do primeiro plantio, o que mantém pequena produção de soja a volumes mínimos e irregulares (de acordo com a idade dos talhões e calendários de preparos de áreas novas e de reforma) na região. Trata-se, portanto, de setor que se constatou estar altamente tecnificado, moderno e preparado para enfrentar as exigências crescentes do mercado.

Análise da caracterização físico-química das áreas amostradas em LVdf e LVd para fins de manejo do solo

Sabe-se que há uma grande influência do manejo nos Ambientes de Produção de cana-de-açúcar graças a alguns fatores, tais como: a adubação verde, a vinhaça, a torta de filtro e a irrigação, dentre outros. Estudos de Luca et al. (1999) indicam o potencial de melhoria dos solos com plantio de cana tanto da parte física, pela adição da Matéria orgânica (MO) através da palha e raízes, como da parte nutricional, através da adição de importantes resíduos da fabricação de açúcar e álcool, a vinhaça e a torta de filtro, por exemplo.

A correção química dos solos através da aplicação de corretivos e condicionantes (calcário e gesso), assim como, do uso de fertilizantes é necessária para torná-los produtivos. A maioria dos solos brasileiros é deficiente em MO, fósforo, cálcio, magnésio e potássio, este que é o nutriente mais exigido pela cana (1,4 quilos de potássio/ton./cana, o que corresponde a 140 quilos de potássio para 100 ton./cana). A sustentabilidade da produção da cana passa pela adição de MO nos solos. O uso destas terras com culturas que adicionam MO e/ou fertilização químico-orgânica, como é o caso da cana, deverá contribuir para melhorar o condicionamento físico-químico destes solos (CTC, 2010), como exposto.

A profundidade explorada pelo sistema radicular da cana em alguns países do mundo atinge 160 cm de profundidade, mas no Brasil a média constatada é de 60 cm (pela baixa fertilidade do solo). Estudos mostram que o manejo correto da camada arável do solo (0 a 20 cm), em que a fertilidade da área superficial é melhorada, aumenta a produtividade em até dez toneladas por hectare (EMBRAPA, 2004; PRADO, 2011). Do ponto de vista agrônomo, a primeira camada é a mais importante, pois nela se concentra a maioria das raízes e onde é realizada a maioria das operações de preparo de solo, aplicação de fertilizantes e corretivos. Nesse sentido, serão analisados os horizontes A e AB (0 a 50 cm) de 10 perfis amostrados (trincheiras) sendo seis em LVdf e quatro em LVd, com o objetivo de confrontar a caracterização físico-química da área superficial desses perfis e o manejo recomendado segundo a literatura citada.

A cana-de-açúcar, segundo informações (Quadro 10) recebe o manejo com gesso agrícola, CaO, fosfato, P₂O₅, fertilizantes, com teores de nitrogênio e fósforo, calcário e

vinhaça com presença na sua composição química média de nitrogênio, fosfato, óxido de potássio, óxido de cálcio, óxido de magnésio, sulfato, grande quantidade de matéria orgânica, ferro, cobre, zinco, manganês em casos de pH ácido. Assim, as áreas amostradas com cultivo de cana nos LVdf (Tabela 22), independentes do seu histórico de uso, apresentaram valores de MO considerados bons para a área de cerrado (LOPES e GUILHERME, 2003), com um comportamento típico no perfil (tendência de diminuição na camada superficial para as subsuperficiais) tendo como área de referência o Cerrado (29 g/dm^3) considerado bom/médio pela literatura consultada (para solo argiloso 24% a 30%) (LOBATO e SOUZA, 2004).

Seis perfis de solo foram analisados, com históricos de manejo diferenciados. O que melhor apresentou valor de MO (mais próximo da área de referência) foi o perfil 1B no seu horizonte A (22 g/dm^3). Acredita-se que isso se deve ao manejo do cultivo anterior (soja/cana) que utilizou o plantio direto, incorporando a palhada. Já o perfil 6B apresentou uma baixa concentração de MO (10 g/dm^3). Em relação aos horizontes AB de todos os perfis apresentados, não se observou grandes diferenças no atributo MO, ficando todos em torno de 10 g/dm^3 .

Tabela 22 - Caracterização físico-química das áreas amostradas em LVdf

Perfil/Histórico de manejo	Horizontes	pH	MO g/dm ³	Ca	Mg	K	Al	H+Al	CTC	V %
Cerrado	A	5,1	29	5,0	1,3	0,33	0,0	2,3	8,93	74,24
	AB	4,9	11	2,6	1,0	0,3	0,0	1,8	5,70	68,42
PERFIL 1A soja/cana fertirrigado	A	4,4	17	1,9	0,5	0,22	0,8	5,9	8,52	30,75
	AB	4,9	10	1,9	0,6	0,06	0,0	3,8	6,36	40,25
PERFIL 1B	A	5,2	22	3,9	1,4	1,80	0,0	2,7	9,80	72,45
	AB	5,2	11	2,9	1,4	0,10	0,0	2,4	6,80	64,71
PERFIL 2A	A	5,5	18	3,4	0,9	0,43	0,0	2,4	7,13	66,34
	AB	5,3	10	1,7	0,7	0,12	0,0	1,9	4,42	57,01
PERFIL 2B	A	5,0	17	3,2	1,1	0,15	0,0	4,2	8,65	51,45
	AB	4,7	10	1,2	0,5	0,15	0,1	3,6	5,45	33,94
PERFIL 6B	A	4,6	10	1,2	0,4	0,04	0,2	2,3	3,94	41,62
	AB	4,8	7	0,8	0,3	0,03	0,1	1,9	3,03	37,29

Fonte: Coletas de campo em 04 a 07/setembro e 06 a 10/novembro de 2010

Comparando-se os teores de K, pode-se constatar que são todos inferiores aos apresentados pela área testemunho ($0,33 \text{ cmol c/dm}^3$), com exceção do perfil 1B no seu horizonte A, que apresentou um valor considerado extremamente alto ($1,80 \text{ cmol c/dm}^3$) provavelmente devido ao uso de fertilizantes químicos. Com relação ao Ca e Mg observa-se que ainda há necessidade de calagem para a elevação da V% para um maior rendimento, embora a saturação por Al esteja nula.

Para os LVd (Tabela 23), a área testemunho (Cerrado) apresentou um valor de MO menor em relação aos LVdf, porém, dentro dos padrões considerados bons para esse tipo de solo, com teor de argila de 18 g/dm^3 , onde o perfil 3B, com o uso de soja/cana, não fertirrigada, ficou próximo do encontrado no perfil do Cerrado. Os demais ficaram próximos, onde o de menor valor foi o 5B, com o uso de pasto/cana. Quanto aos teores de K encontrados, o perfil 3B apresentou um valor três vezes maior que o da área testemunha ($0,76 \text{ cmol c/dm}^3$) em seu horizonte A. Este valor não é muito significativo, mas o manejo influencia bastante nesta quantidade principalmente quanto à introdução de fertilizantes no solo, como parece ser o caso. Por ser um íon ele é instável e pode ocorrer essa variação. Já no ambiente natural está ligado diretamente às rochas de origem do solo.

Tabela 23 - Caracterização físico-química das áreas amostradas em LVd

Perfis/histórico do manejo	Horizontes	pH	MO	Ca	Mg	K	Al	H+Al	CTC	V%
		CaC12	g/dm^3	cmol c/dm^3					%	
PERFIL 3B	A	5,0	17	2,6	0,7	0,76	0,0	3,3	7,36	55,16
	AB	5,3	9	1,5	0,5	0,20	0,0	2,0	4,2	52,38
PERFIL 4B	A	4,2	10	1,3	0,6	0,11	0,4	4,2	6,21	32,37
	AB	4,4	8	1,2	0,5	0,03	0,3	3,6	5,33	32,46
PERFIL 5B	A	6,4	14	4,1	1,7	0,10	0,0	1,4	7,30	80,82
	AB	4,9	9	2,3	1,3	0,05	0,1	2,3	5,95	61,34
Cerrado	A	4,5	18	2,5	0,7	0,21	0,3	4,1	7,51	45,41
	AB	4,2	10	0,6	0,4	0,08	0,5	3,1	4,18	25,84

Fonte: Trabalho de campo realizado em 04 a 07/setembro e 06 a 10/novembro de 2010

Sabe-se que os maiores teores de Ca, Mg e K e alto teor de MO contribuem para o aumento da atividade biológica, promove a floculação adequada das argilas e favorece a agregação do solo (LACERDA et al. 2005). Os dados de Soma de Bases (Ca + Mg + K) mostram a adequação do manejo de conservação edáfica efetuado nas áreas,

pois os indicadores revelam que estão dentro dos padrões para esses tipos de solos e cultura, contribuindo assim para o aumento e manutenção da fertilidade destas áreas, mostrando que não há degradação química dos solos. Outro fator que vem reafirmar esta tendência é a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo das áreas amostradas que está acima de 40 mmolc/dm^3 , o recomendado pela literatura.

Quanto à saturação por Bases (V%) e à CTC dos solos amostrados, pode-se concluir que estão com boa oferta de cátions de interesse para o desenvolvimento e produção da cana e o pH e o alumínio não se constituem em problema de forte limitação e vem sendo resolvidos pela calagem. Portanto, os dados dos perfis amostrados indicam manejo edáficos conservacionista dos solos cultivados, o que tem contribuindo para o aumento da produção local. Não se conhece, entretanto, a magnitude da compactação e seus efeitos comportamento físico-hídrico e na qualidade biológica dos solos, tampouco a qualidade dos corpos hídricos (sobretudo do nível freático), principalmente em consequência da aplicação da vinhaça em longo prazo.

Os ambientes de produção em áreas cultivadas com cana-de-açúcar na usina São Francisco S/A

Obter produtividade sempre em níveis mais elevados tem sido uma meta constante e comum da agroindústria açucareira e alcooleira, através da introdução de novos processos tecnológicos e aperfeiçoamento do sistema de produção. Os resultados obtidos nas últimas safras (2006 a 2011) comprovam a elevação do desenvolvimento do setor, consubstanciados pelos crescimentos exponenciais da produção de açúcar e álcool, respondendo bem ao Programa Nacional do Álcool (CTC, 2009). Pode ser representada em termos de produtividade de colmos e o teor de açúcar nestes colmos, que resultam no rendimento do açúcar e/ou álcool por unidade de área. O aumento destes parâmetros, sem incorrer em maiores custos, tem como consequência imediata a elevação da rentabilidade da exploração comercial da cultura da cana (lucros).

Diversos fatores interferem e interagem na produtividade da cana-de-açúcar, controlável ou não pela tecnologia de produção e nível de gerenciamento adotado. A utilização de variedades selecionadas com manejo e nutrição adequados, equilíbrio entre os nutrientes e sua disponibilidade para a cultura, levando em consideração as condições

climáticas e também outros tratamentos culturais, são exemplos dessa interação e fatores determinantes para o incremento produtivo dos solos. Por essa razão, os diferentes tipos de solos são agrupados em níveis de produtividade, conceituados como Ambientes de Produção. Por Ambiente de Produção, entende-se a junção de uma unidade de mapeamento de solo, e de uma variedade de cana-de-açúcar num dado estágio de corte, sob um determinado regime climático (precipitação, distribuição de chuvas, evapotranspiração, e outros) (DONZELLI, et al., 2009).

O conceito *Ambiente de Produção* foi desenvolvido pelo CTC através de estudos relacionando banco de dados de produtividade, em áreas comerciais, com diferentes tipos de solos e clima em várias safras. Os Ambientes de Produção visam separar as áreas em diferentes potenciais de produção de cana de açúcar, baseada em um conjunto de fatores relacionados à produção, a exemplo do clima e manejo, mas, vale ressaltar que o solo merece destaque por ser à base de sustentação da produção agrícola (CTC, 2009). As principais finalidades da elaboração de uma Carta dos Ambientes de Produção da cultura da cana-de-açúcar são manejo de variedades, conservação e preparo de solos, cultivo, adubação, doses de herbicidas, época de plantio e de colheita e sistematização de talhões. Assim, enfatiza-se a importância dessa ferramenta no processo de tomada de decisão durante o planejamento agrícola.

As áreas mapeadas são agrupadas em cinco ambientes de produção de cana (A, B, C, D e E), considerando-se o potencial de produção e de produtividade por hectare, com a média dos cortes de cada um dos ambientes (JOAQUIM et al. 1994). Os Ambientes são definidos pela interação de dois fatores: tipo de solo e produtividade das variedades de cana de açúcar (CTC, 2009).

Segundo o CTC (2010), empresa de referência no setor, Ambiente de produção corresponde ao conjunto das interações das condições físicas, hídricas, morfológicas, químicas e mineralógicas de superfície e subsuperfície dos solos com as condições climáticas. Nessa metodologia o solo é definido pelo Ambiente de Produção tradicional varia de “A” (alto potencial de produção natural) até “E” (baixo potencial de produção natural). Inserindo a variável climática, o produto *Ambiente de Produção* passa a representar a interação entre o solo e o clima das regiões canavieiras. A condição climática varia de “I” (alto potencial climático) até “V” (baixo potencial climático). A junção desses dois fatores define o potencial de produção real. Como exemplo, um

ambiente “A” na condição climática “I” define o Ambiente de Produção Edafoclimático “A-I” com alto potencial de produção, enquanto o mesmo ambiente “A” na condição climática “V” define o Ambiente de Produção Edafoclimático “A-V” com médio/baixo potencial de produção e assim sucessivamente para as diversas combinações de solo e clima, conforme demonstra o quadro 11 abaixo.

Quadro 11 – Os Ambientes de Produção de cana da Região Centro – Sul do Brasil

Ambientes	Produtividade (TCH ₅)	Atributos dos solos	Solos EMBRAPA (1999)
A1	> 100	ADA, e, ef, m, CTC média/alta	Argissolos ⁽²⁾ Cambissolos Nitossolos eutróficos
A2	96 - 100	ADM, e, ef, CTC média/alta	Argissolos ⁽²⁾ Latossolos Vermelhos Cambissolos Nitossolos eutróficos
B1	92 - 96	ADA, m,mf , CTC média/alta ADB, ef , e, CTC média/alta	Argissolos mesotróficos ⁽²⁾ Latossolos eutróficos
B2	88 - 92	ADM, m,mf , CTC média/baixa ADA, ma, CTC média/alta	Argissolos ⁽²⁾ Latossolos mesotróficos Gleissolos mesoálidos
C1	84 - 88	ADM, d, CTC média/alta ADM, ma, CTC média/alta ADB, d, df, CTC média/alta	Argissolos distróficos ⁽²⁾ Latossolos mesoálidos* Latossolos distróficos
C2	80 - 84	ADB, e, CTC média/baixa	Latossolos eutróficos
D1	76 - 80	ADB, w, wf, CTC média/alta ADM, a, CTC média/alta	Latossolos ácidos Argissolos ácidos*
D2	72 - 76	ADB, ma, CTC média/alta ADB, e, CTC alta, A chernozêmico	Latossolos mesoálidos Neossolos Litólicos eutróficos
E1	68 - 72	ADB, a, CTC média/baixa ADMB, ma, CTC média/baixa	Argissolos ácidos ⁽³⁾ Argissolos mesoálidos ⁽³⁾
E2	< 68	ADMB, wf, w, CTC média/alta ADMB, a, d, CTC média/baixa ADMB, e, m, d, ma, a CTC variável	Latossolos ácidos Argissolos ácidos ⁽⁴⁾ Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Argissolos eutróficos ⁽¹⁾

Fonte: CTC, 2008

ADA: água disponível alta, ADM: água disponível média, ADB: água disponível baixa, ADMB: água disponível muito baixa. LV: Latossolo Vermelho, LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo, LA: Latossolo Amarelo, PVA: Argissolo Vermelho-Amarelo, PV: Argissolo Vermelho, PA: Argissolo Amarelo, NV: Nitossolo Vermelho, MT: Chernossolo Argilúvico, MX: Chernossolo Háptico, CX: Cambissolo Háptico, RQ: Neossolo Quartzarênico, RL: Neossolo Litólico, GX: Gleissolo Háptico, GM: Gleissolo Melânico. ef: eutróférico, e: eutrófico mf: mesoeutróférico, m: mesotrófico, df: distroférico, d: distrófico, wf: acriférico, w: ácido, ma: mesoálico, a: álico. (1) horizonte B ocorrendo na profundidade de até 20 cm iniciais desde a superfície; (2) horizonte B ocorrendo na profundidade de 20 a 60 cm desde a superfície, (3) horizonte B ocorrendo na profundidade de 60-100 cm desde a superfície; (4) horizonte B ocorrendo na profundidade maior que 100 cm desde a superfície; (*): mosqueamento ou variegado no horizonte B.

Esses ambientes medem o potencial da produtividade média das plantas, com significativa influência do manejo no horizonte A e menos intensamente no horizonte B diagnóstico. No enquadramento dos ambientes de produção é considerado o manejo básico representado pelo preparo e a conservação do solo; calagem, gessagem; e ausência de ervas daninha, pragas e moléstias. Se for feito o manejo avançado com a

adubação verde; adição de resíduos (vinhaça, torta de filtro) e irrigação plena ou semiplena, os ambientes de produção previamente enquadrados com o manejo básico são reclassificados para mais favoráveis do que os ambientes originais (PRADO, 2005; 2011).

Localização e Caracterização das áreas amostrais - talhões

Com o objetivo de identificar os Ambientes de Produção na USF, o CTC mapeou 56 propriedades (talhões), numa área total de 17.240 hectares, o que correspondeu a 25 % da área atual cultivada (67.242,29 ha). A escolha dessas áreas se deu em função de serem os melhores solos e os predominantes da região plantada, por isso considerados os alvos preferenciais da expansão inicial (desde 2006). O estudo identificou os ambientes de produção nos talhões, tendo como contraponto a produtividade real, em áreas de soqueiras de cana-de-açúcar, com base em dados gerados e fornecidos pelo setor de planejamento agrícola da Usina São Francisco, comprovados em campo e laboratório.

As propriedades rurais amostradas nesse estudo estão localizadas num raio de abrangência de até 40 km em torno da Unidade Industrial São Francisco, nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia. Dessas 56 áreas (talhões) 30 são áreas de fornecedores (terceirizadas) e 26 de parcerias (arrendatários). As áreas de fornecedores somaram 10.345,32 ha e as áreas de arrendatários foram de 6.894,68 ha, totalizando assim 17. 240,00 ha. São áreas com manejo altamente mecanizado, sem queima, com talhões fertirrigadas (vinhaça) e não fertirrigadas, com as seguintes sucessões de uso: soja/cana, pasto/cana e pasto/soja/cana (rotação).

Foram encontradas seis classes de solos (Figura 39), sendo os solos predominantes os Latossolos com 97,16%, com destaque para os Latossolos Vermelhos distroférico (LVdf - 55,85%) seguidos pelos Latossolos Vermelhos distróficos (LVd - 33,70%) e pelos Latossolos Vermelhos Amarelos distróficos (LVAd - 7,61%) perfazendo 97,16% do total da área mapeada. As classes dos Cambissolos (CX), Gleissolos (GX) e Plintossolos (FX) corresponderam juntas menos de 3% da área.

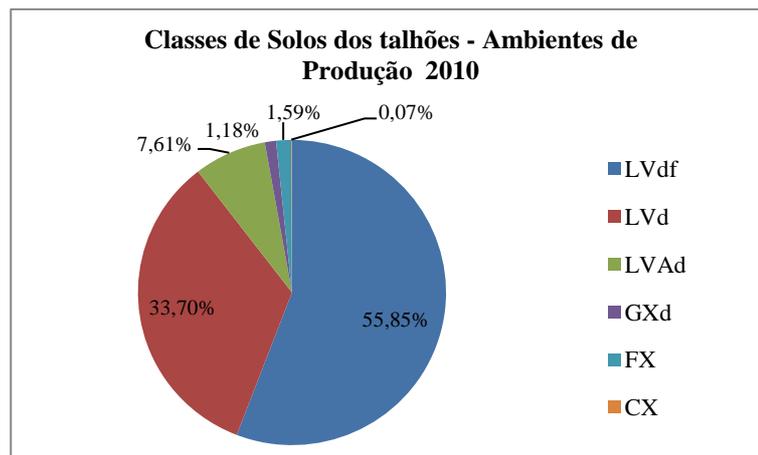


Figura 39 – Mapeamento das principais unidades de solos encontradas nos talhões de cana-de-açúcar na USF. Fonte: Imagem de satélite Landsat/INPE - TM5 (2010)

A classe dos LVdf apresenta cor vermelha escura e resulta de intenso processo de intemperismo ferralítico (tropical) sobre rochas ferromagnesianas. São solos normalmente profundos, variam de argilosos a muito argilosos e ocorre em relevo plano a suave ondulada. Apresentam fertilidade natural média, diminuindo seu valor em subsuperfície onde também há diminuição de compostos orgânicos. Na USF são formados a partir de rochas básicas intrusivas, neste caso os basaltos da formação Serra Geral do Grupo São Bento da Bacia Sedimentar do Paraná, os quais costumam se associar a solos de elevada aptidão agrícola em geral. Sua fração argila tem baixa atividade, mas uma boa capacidade de retenção de água e nutrientes. Além disso, são solos que apresentam alto teor de óxidos de ferro que variam entre 180 a 360 g/kg de solo. Apresentam, portanto um potencial produtivo alto a médio/alto.

Os LVd são solos vermelho escuro, de textura argilosa, segunda maior ocorrência encontrada na área; se diferencia do anterior por apresentar uma maior capacidade de retenção de cátions na fração argila do que o anterior. No mais, suas características físicas e morfológicas, além da posição no relevo, são as mesmas da unidade anterior. Trata-se de um solo rico em bases trocáveis com alta capacidade de retenção e elevado teor de nutrientes, proveniente do material de origem. Esta unidade de mapeamento apresenta, assim como o primeiro, um potencial produtivo médio/alto.

Com a terceira posição, o LVAd, de textura também argilosa, apresenta características morfológicas semelhantes às duas classes anteriores diferenciando-se principalmente pelo menor teor de ferro na composição química, a cor mais clara e

amarelada. São solos que apresentam baixa concentração de bases trocáveis, apresentando potencial médio de produção.

A Tabela 24 apresenta a estimativa de produtividade da Usina São Francisco. O cálculo desta estimativa foi obtido a partir dos Ambientes de Produção Edafoclimáticos, de acordo com a metodologia do CTC (2009). Segundo o estudo, a estimativa de produtividade em Tonelada de cana por hectare - THC e Tonelada de Pol por hectare - TPH para os Ambientes edafoclimáticos, podem ser assim sintetizadas:

Tabela 24 – Estimativa de Produtividade de Valores de TCH e TPH para os Ambientes de Produção Edafoclimáticos na USF

Ambientes de produção edafoclimáticos	Toneladas de Cana por Hectare (TCH)					Média 4 corte	Média 5 corte
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte		
A-IV	116	91	81	76	69	91	86
B-IV	110	89	77	72	66	87	83
C-IV	105	84	73	67	62	82	78
D-IV	99	79	69	64	59	78	74
E-IV	90	73	63	57	51	71	67
Ambientes de produção edafoclimáticos	Toneladas de Pol por Hectare (TPH)					Média 4 corte	Média 5 corte
	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte		
A-IV	16,6	13,1	11,6	10,8	10,0	13,0	12,4
B-IV	15,7	12,7	11,0	10,3	9,5	12,4	11,8
C-IV	15,0	12,0	10,5	9,6	8,9	11,8	11,2
D-IV	14,1	11,3	9,9	9,2	8,5	11,1	10,6
E-IV	12,9	10,5	9,0	8,1	7,3	10,1	9,6

Os ambientes de produção podem ser assim classificados: A alto (TCH 95); B médio/alto (TCH 95); C médio (TCH 90); D médio/baixo (TCH 85); E baixo (TCH 80) e F manejo diferenciado.

Fonte: CTC, 2010

Com base na tabela 24 pode-se observar que os índices de TCH dos ambientes são maiores nos Ambientes A-IV e B-IV (média de 4 cortes), ficando entre 91 ton./ha a 87 ton./ha respectivamente CTC (2009). O mesmo ocorre com a porcentagem de TPH, apresentando médias no 4º corte de 13,0 %. Nota-se ainda pela tabela 24 que a porcentagem de sacarose da cana diminui com a sucessão de cortes, apresentando assim, maior porcentagem nos primeiros cortes e nos ambientes A-IV e B-IV, comportamento esse esperado.

Segundo a Figura 40 pode-se perceber que o ambiente de produção edafoclimáticos mais representativo, até a safra 2010/11 foi o B-IV com 63,31% considerado de médio/alto potencial para a cultura da cana-de-açúcar. As unidades de solos mais

representativas nesse ambiente são os LVdf. A USF apresenta também 10,46% de área no Ambiente de Produção A-IV, considerado de alto potencial de produção. Mas a soma dos ambientes A-IV (10,46%) e B-IV (63,31%) perfaz 73,77%, sendo, portanto, os ambientes de produção edafoclimáticas predominantes na área da Usina. Secundariamente tem-se o ambiente C-IV com 17,25% da área, o qual é considerado de médio potencial e tendo como solos mais representativos o Latossolo Vermelho distrófico. Todos esses ambientes juntos representam 91,02% da área da Usina mapeada pelo CTC (2009), ficando os outros 8,98% com os ambientes, D-IV, E-IV e F-IV.

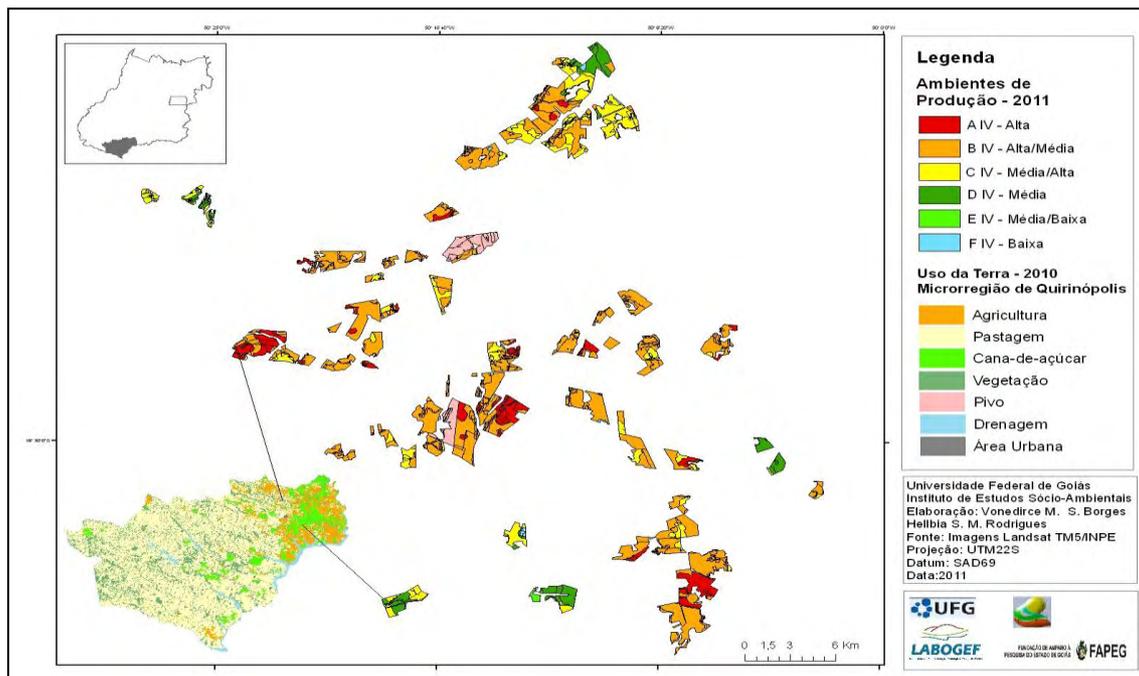


Figura 40 – Mapa dos Ambientes de Produção dos talhões de cana-de-açúcar e o Uso da terra em 2010, na Usina São Francisco.

Tal distribuição permite demonstrar que a USF apresenta um grande potencial de produção/produktividade, considerado alto a médio/alto para a cultura da cana-de-açúcar, apresentando bons índices de produtividade, conforme mostra a distribuição dos Ambientes de Produção apresentados na figura 41.

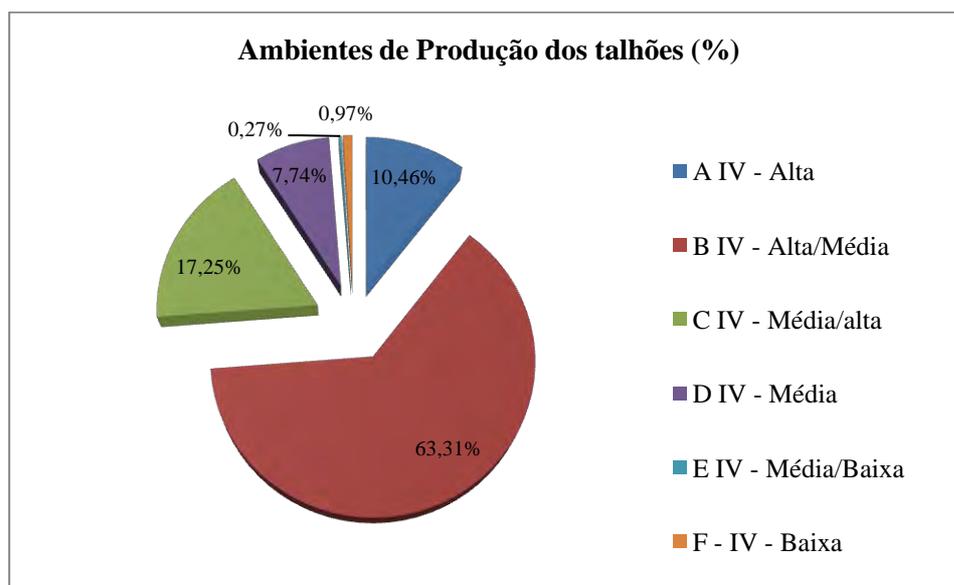


Figura 41 – Distribuição dos Ambientes de Produção Edafoclimáticos dos talhões com cana na USF. Fontes: Imagem de Satélite Landsat TM5INPE (2010) e dados de produção da USF. Elaboração: Borges e Rodrigues, 2011.

Com base ainda nos estudos do CTC foi realizado para este trabalho, o estudo de Ambientes de Produção, em escala de detalhe, para oito áreas (talhões) de cana também na USF, focadas no decorrer da descrição e coleta de amostras em campo, para análises dos impactos físicos, químicos e biológicos dos solos. O cultivar de cana escolhido para a pesquisa foi o SP 81-3250, considerado de bastante aceitação pelas suas características agrônômicas, principalmente por ser produtivo e rico em açúcar e se desenvolver bem em ambiente de produção de média a baixa fertilidade, além de ser a variedade mais cultivada pela USF com bons resultados em São Paulo também (Quadro 12). Essa variedade possui, de forma geral, segundo a EMBRAPA (2009), as seguintes características:

Quadro 12 – Características agronômicas do cultivar SP 81-3250 de cana-de-açúcar.

Manejo (Sem Queima)	Variedade (SP 81- 3250)	Vantagem	Ambiente de Produção (A B C D E)	Época de colheita (meses)	Restrições
1- Exigência de Solos	Exigente	Rica e produtiva	B - C	junho a setembro	Em terra pouco fértil e com colheita mecanizada; ocorre redução de produtividade e longevidade; às vezes, amarelinho; Essa variedade é suscetível à cigarrinha.
2- Maturação	Média				
3- Rendimento de Transporte	Bom				
4- Colheita Mecânica	Boa				
5- Brotação da Soca	Sem restrição				
6- Brotação de Soca com Palha	Excelente				
7- Fechamento de Entrelinhas	Bom				
8- Nematóides	Suscetível				
9- Florescimento	Regularmente				
10- Maturadores	Resposta instável				

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2009)

Os principais quesitos desses solos amostrados estão sintetizados no quadro 13. Tais áreas foram escolhidas por serem representativas das duas classes de solos onde ocorreu a expansão inicial, os LVdf e os LVd. Vale ressaltar que se trata de propriedades rurais médias e grandes, sendo três em sistema de fornecedores e cinco em sistema de parcerias (arrendadas).

Quadro 13 – Características das Áreas amostrais para classificação dos Ambientes de Produção na Usina São Francisco S/A

Nome/Localização	Uso - Manejo	Solos	Área (ha)	Impactos	Sistema Produção	Região Climática
Fazenda São Bento município de Quirinópolis, GO.	Soja/Cana-de-açúcar fertirrigada	LVdf	942,69	Horizonte AB compactado (13 a 50 cm)	Fornec.	IV
Fazenda São Bento município de Quirinópolis, GO.	Soja/cana-de-açúcar não fertirrigada	LVdf	942,69	Atividade biológica presente nos horizontes A e BW1	Fornec.	IV
Fazenda Ronda Água Branca - município de Gouvelândia, GO.	Pasto/Cana-de-açúcar – fertirrigada	LVdf	440,32	Horizonte BA compactado (47 – 77 cm).	Parceria	IV
Fazenda São Jorge município de Gouvelândia, GO.	Pasto/Cana-de-açúcar - não fertirrigada	LVdf	898,67	Horizonte AB compactado (15 – 53/65 cm)	Parceria	IV
Fazenda Santa Helena município de Gouvelândia, GO.	Rotação (pasto/soja/cana) não fertirrigada	LVdf	117,97	Atividade biológica presente nos primeiros horizontes	Parceria	IV
Fazenda Trevo município de Quirinópolis, GO.	soja/cana-de-açúcar não fertirrigada	LVd	501,02	Horizontes BA (70 – 97 cm) e Bw1 (97 – 118 cm) compactados	Parceria	IV
Fazenda OM Oscarino município	pasto/cana-de-açúcar - não	LVd	222,91	Horizontes BA (44 – 72 cm), Bw1 (72 –	Fornec.	IV

de Quirinópolis, GO.	fertirrigada			119 cm) e Bw2 (119 – 150+ cm) compactados		
Fazenda Trevo município de Quirinópolis, GO.	Rotação (pasto/soja/cana) – não fertirrigada	LVd	501,02	Horizontes AB (29 – 56 cm), Bw1 (73 – 97 cm) e Bw2 (97 – 150+ cm) compactados	Parceria	IV

Fonte: Trabalho de campo realizado 03 a 07 de setembro de 2010 e 05 a 11 de novembro de 2010.

A figura 42 mostra os solos nos respectivos talhões amostrados, sendo cinco em Latossolo Vermelho distroférico – LVdf e três talhões em Latossolo Vermelho distrófico - LVd.

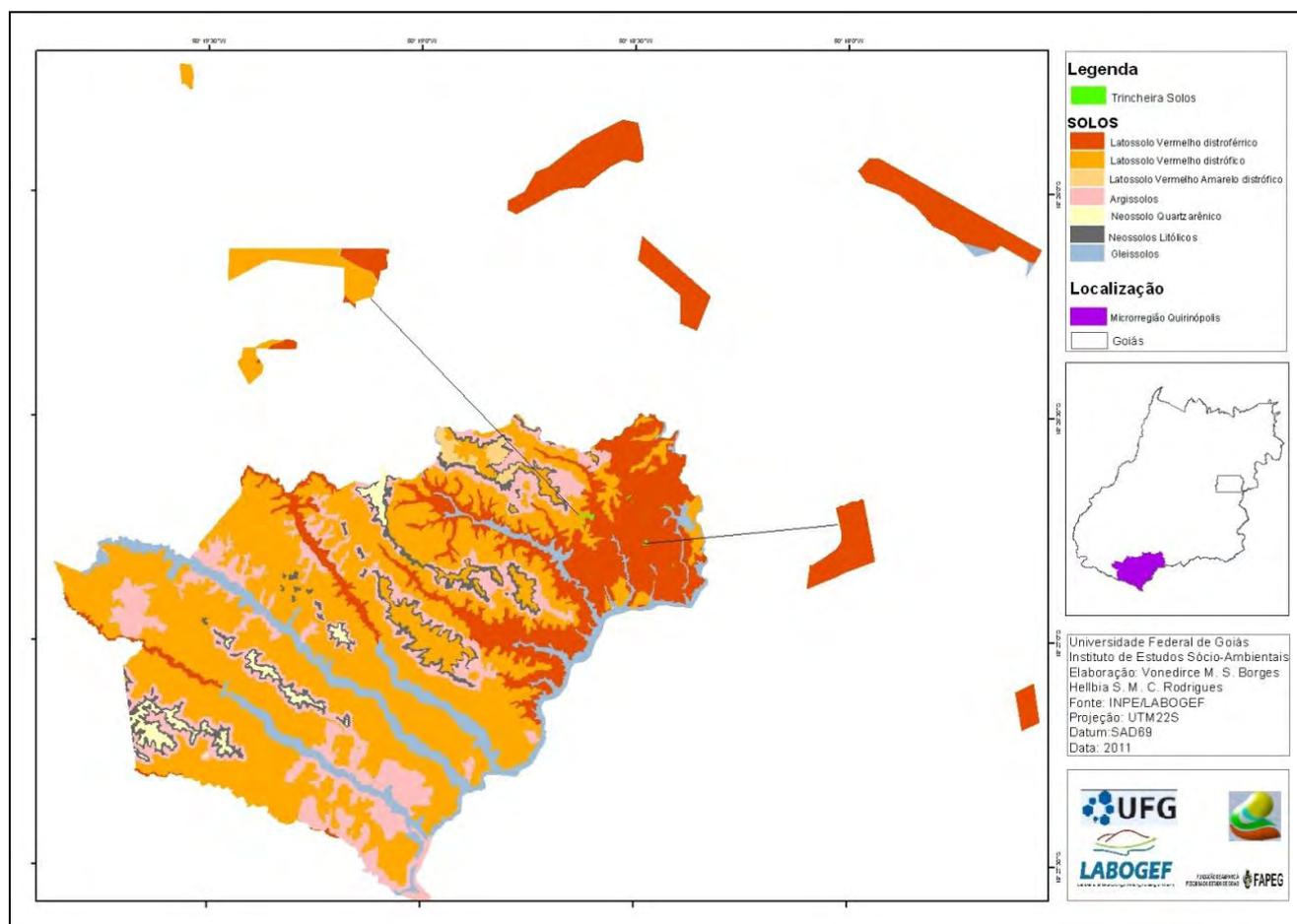


Figura 42 – Mapa de solos e respectivos talhões de cana-de-açúcar na Usina São Francisco. Fontes: Mapas de solos Silva (2011); talhões USF e CTC (2009). Elaboração: Borges e Rodrigues, 2011.

A produtividade (ton./ha) e a média de cortes dos talhões das áreas amostrais apresentaram a seguinte situação na safra agrícola de 2010/11 (Quadro 14).

Quadro 14– Produtividade das áreas amostrais (talhões) cultivadas com cana na USF - safra 2010/2011

Colheita Meses	Fazenda	Talhão	Uso anterior da terra	Ciclo/Corte	Produtividade (ton./ha)	Média Cortes
Maio	Fazenda São Bento	038	Agricultura	1° - 4° corte	1.777,45	95,00
Junho	Fazenda São Bento	08	Agricultura	1° - 4° corte	1.373,50	82,00
Abril	Fazenda Ronda Água Branca	018	Pastagem	1° - 4° corte	1.737,98	67,00
Abril	Fazenda São Jorge	012	Pastagem	1° - 4° corte	1.151,34	62,00
Abril	Fazenda Santa Helena	06	Rotação	1° - 4° corte	1.812,60	95,00
Maio	Fazenda Trevo	013	Agricultura	1° - 4° corte	1.136,52	84,00
Julho	Fazenda OM	04	Pastagem	1° - 4° corte	1.468,80	45,00
Maio	Fazenda Trevo	028	Rotação	1° - 4° corte	1.210,00	85,00

Fonte: Usina São Francisco (2011).

O mapa de Uso da terra (2004) mostra a reconversão de uso para os talhões de cana amostrados (Figura 43).

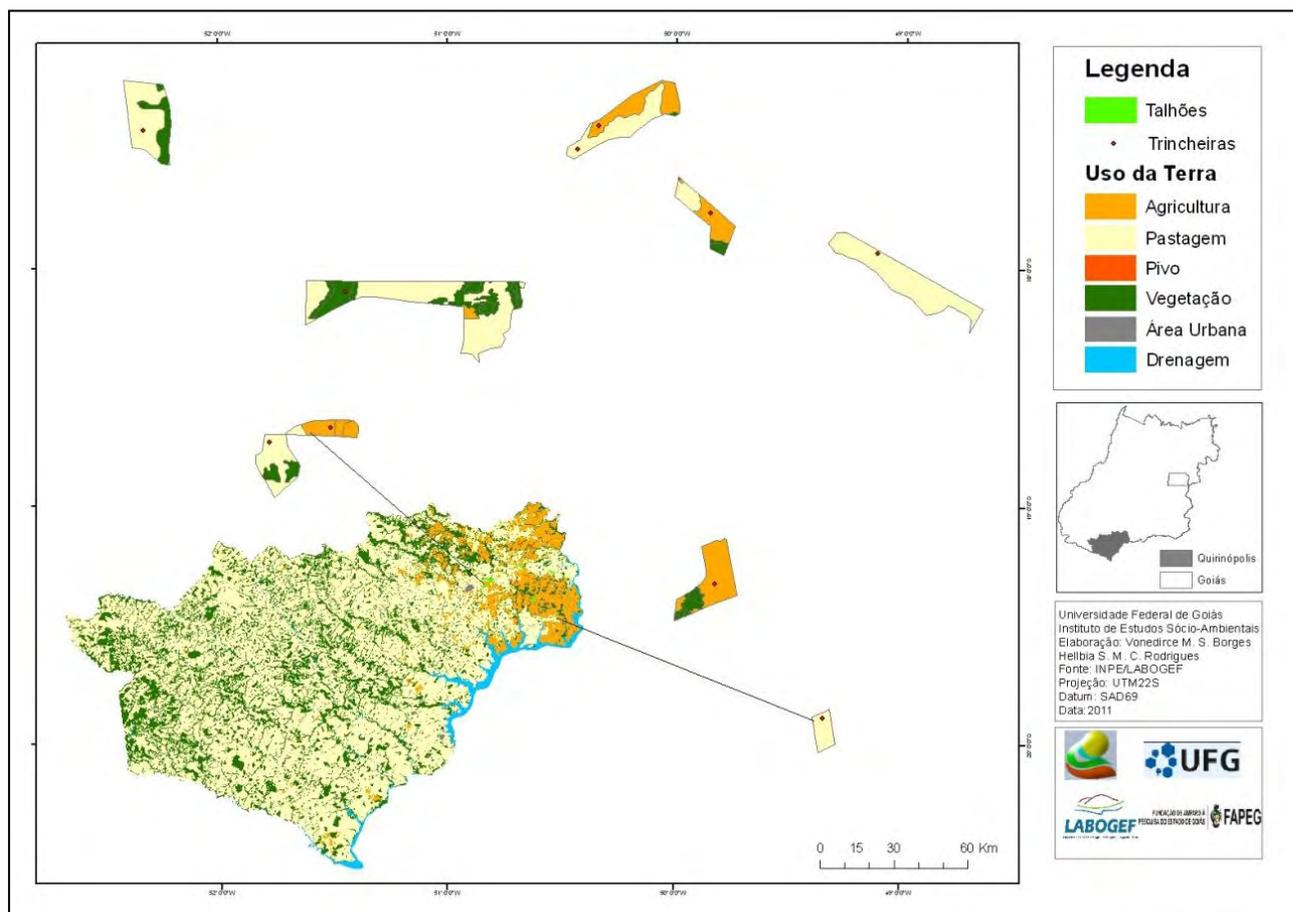


Figura 43–Mapa de Uso do Solo (2004), indicando os talhões amostrados onde agricultura significa cultura de grãos. Fontes: Mapas de uso do solo Silva (2011); talhões USF e CTC (2009). Elaboração: Borges e Rodrigues, 2011.

Fazendo uma correlação entre os fatores: produtividade, estágios de cortes, solos e o manejo das áreas amostradas (Quadro 15) observa-se que as Fazendas São Bento e Santa Helena, integrantes da área de cultivo para a USF, a primeira com manejo soja/cana fertirrigada (vinhaça) e a segunda com o manejo rotacionada não fertirrigada, respectivamente, ambas em áreas de LVdf, apresentaram os maiores índices de produtividade (95 ton./ha), superando, portanto, a produtividade das outras áreas, que apresentaram valores abaixo de 85 ton./ha. Para a primeira área, supõe-se que a produtividade foi maior em função da fertirrigação (uma diferença significativa, de 10 toneladas/hectare), o que corrobora estudos do CTC (2009) e PRADO (2005; 2011). Já para a segunda, o manejo em rotação deve ter contribuído para a produtividade apresentada.

Quadro 15 – Os Ambientes de Produção das áreas amostradas na Usina São Francisco S/A.

Talhões	Fazenda/Código	Uso/Manejo	Solos	Produtividade	Ambiente de Produção
1 A	São Bento (95035)	Soja/Cana-de-açúcar fertirrigada	Latossolo Vermelho distroférico	95,00	B-IV
1 B	São Bento (95035)	Soja/cana-de-açúcar não fertirrigada	Latossolo Vermelho distroférico	82,00	B-IV
2 A	Ronda Água Branca (01130)	Pasto/Cana-de-açúcar fertirrigada	Latossolo Vermelho distroférico	67,00	C-IV
2 B	São Jorge (01119)	Pasto/Cana-de-açúcar não fertirrigada	Latossolo Vermelho distroférico	62,00	D-IV
6 B	Santa Helena (01190)	Rotação (pasto/soja/cana) não fertirrigada	Latossolo Vermelho distroférico	95,00	B-IV
3 B	Trevo (01180)	Soja/cana-de-açúcar não fertirrigada	Latossolo Vermelho distrófico	84,00	B-IV
4 B	OM (95006)	Pasto/cana-de-açúcar não fertirrigada	Latossolo Vermelho distrófico	45,00	E-IV
5 B	Trevo (01180)	Rotação (pasto/soja/cana) não fertirrigada	Latossolo Vermelho distrófico	85,00	B-IV

Fonte: Usina São Francisco, 2011.

A fazenda Ronda Água Branca, também integrada por ter um manejo fertirrigada, apresentou uma produtividade de 67 ton./ha, considerada baixa, em relação às demais. A mesma tem o histórico de uso pasto/cana, com o mesmo tipo de solo. Vale ressaltar que todas as áreas estão localizadas em Latossolos (Vermelho distroférico e Vermelho distrófico) e em terrenos de baixa declividade (0 a 3%), o que permite adotar

um manejo altamente mecanizado, com práticas conservacionistas de solo e tratos culturais semelhantes entre si (ver manejo). Assim sendo, os oito talhões apresentaram os seguintes Ambientes de Produção: quatro (B IV), um (C IV), um (D IV) e um (E IV), como pode ser observado no mapa da Figura 44.

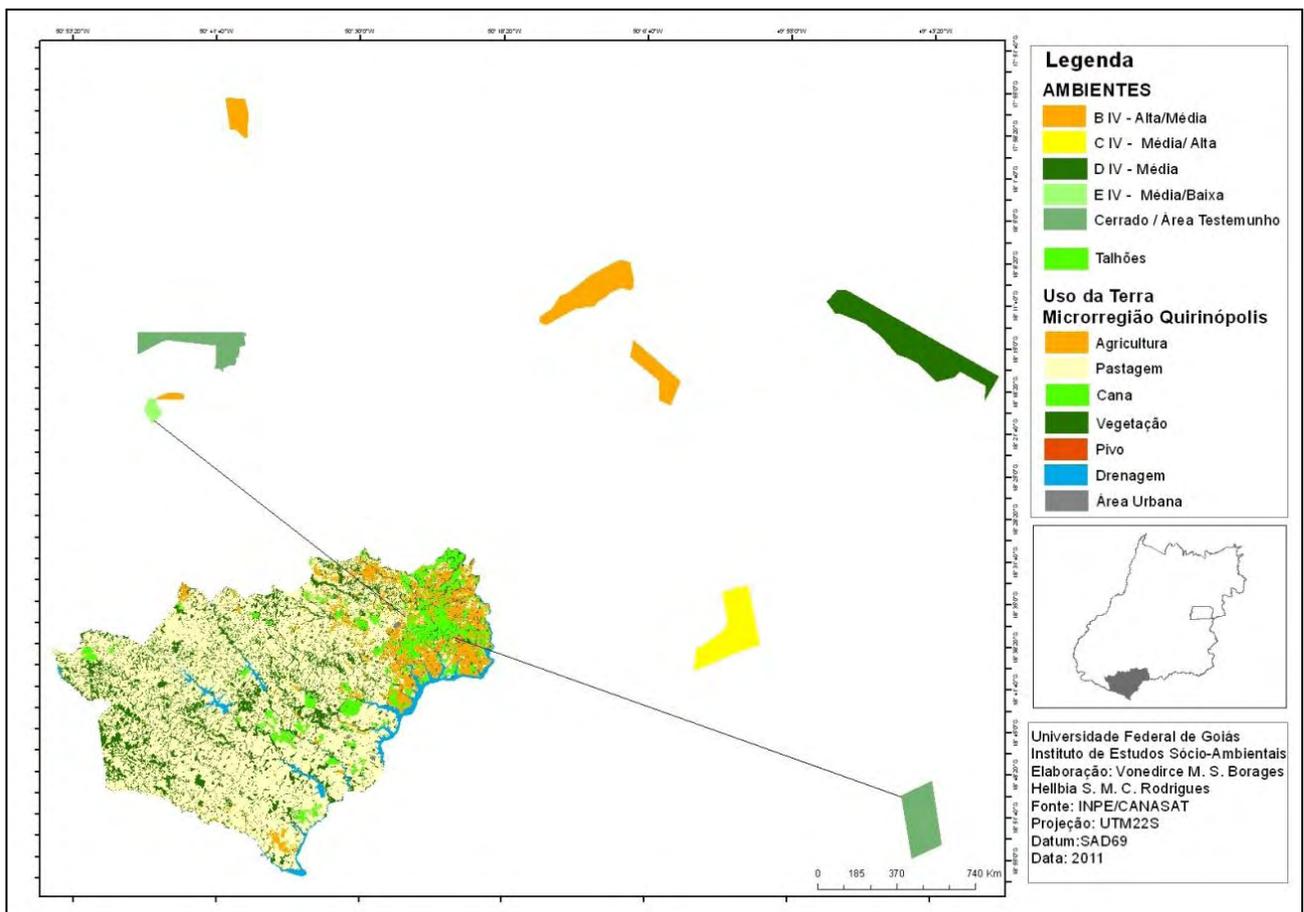


Figura 44- Mapa de Uso do Solo (2010) indicando os Ambientes de Produção e os talhões amostrados. Fontes: Mapas de uso de solo de Silva (2011); talhões USF e CTC (2009). Elaboração: Borges e Rodrigues, 2011.

Ao se correlacionar os Ambientes de Produção dos talhões amostrados com o uso e manejo, pode-se observar que o ambiente de produção mais representativo foi o B-IV, com uso/manejo de soja/cana e cana rotacionada, em LVdf, textura argilosa, considerado de alto a médio-alto potencial de produção. Já as áreas que apresentaram os ambientes: D-IV e E-IV, de média ou médio-baixa produção, são áreas com a sucessão

de uso/manejo de pasto/cana não fertirrigada. Para o Ambiente C-IV com o mesmo uso das anteriores, porém com manejo fertirrigada, o ambiente identificado foi o médio-alto. Assim, observa-se que as áreas com o manejo pasto/cana, apresentaram baixo-média produção, o que leva a concluir que o manejo nestas áreas, até então, se encontra inadequado por não alcançar o índice de produtividade considerado ideal para esse tipo de cultura, solo e clima. Vale aqui ressaltar que essas áreas apresentaram alto grau de compactação (pisoteio do gado) resultante de uma área de pastagem extensiva, como observado em campo e nos testes de penetrometria.

Partindo desse princípio e com o objetivo de identificar as relações existentes entre os agentes envolvidos nas diferentes etapas de produção, distribuição, troca e consumo do etanol e produtos derivados, discute-se no próximo capítulo a dinâmica do setor sucroenergético na MRQ relacionada aos critérios de seletividade espacial típicos do setor e os atributos de competitividade (com ênfase na logística e nas *joint venture*), o que possibilitará compreender as razões pelas quais atualmente ocorre a formação de novos eixos expansionistas em direção às regiões do Cerrado, particularmente na MRQ.

CAPITULO II

DOS GRÃOS, DOS PASTOS E DO CERRADO À CANA-DE-AÇÚCAR: A APTIDÃO AGRÍCOLA E AS ETAPAS DE EXPANSÃO NA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS – GOIÁS.

Estudos têm indicado que a expansão da monocultura canavieira vem se concentrando em áreas dotadas de melhores solos e da melhor infraestrutura, aonde vem substituindo coberturas pré-existentes que já haviam convertido anteriormente as fitofisionomias do Cerrado, ou seja, em áreas que estão ligadas há pelo menos três décadas às atividades da produção agrícola, seja de culturas (grãos) ou de pastagens (CASTRO et al. 2010). Indicam ainda que essa expansão esteja largamente amparada pela política federal, expressa através do PNE – 2030 (BRASIL, 2005) sintonizado e alinhado com a conjuntura internacional, fortemente ancorada na defesa da energia renovável e limpa.

Estudos anteriores sobre a MRQ inserida no Sul Goiano indicam que apresenta características físico-territoriais que revelam classes de aptidão agrícola favoráveis ao plantio altamente tecnificado da cana-de-açúcar, condições de logística, bem como um histórico de uso e ocupação do seu solo compatível com a agricultura intensiva de grãos, sobretudo soja-milho e pastagens. Esses estudos revelam ainda que a cana venha substituindo essas culturas e pastos (CASTRO et al. 2007; 2010). Esse modelo de ocupação agrícola por conversão sucessiva de culturas ao sabor do mercado, não é novo no Brasil, mas desta vez parece claramente estar atrelado ao modelo de instalação de grandes complexos agroindustriais, porém, como antes, reconfigura novas paisagens e introduz transformações territoriais (CASTRO et al. 2007; 2010).

Assim, discute-se, neste capítulo, o processo de substituição de culturas pré-existentes, como grãos, além de pastagens plantadas, em áreas de cultivo da cana-de-açúcar com nível de manejo altamente tecnificado, com base na carta de aptidão agrícola de solos ao cultivo da cana-de-açúcar em áreas de Cerrado, com foco na MRQ-GO. Tal análise contou como subsídio o Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar para o estado de Goiás e Sudoeste goiano, que permitiu identificar as potencialidades do meio físico da microrregião e suas respectivas classes de aptidão. Incorpora também

percepções e comprovação em campo, através de pesquisas realizadas na área de estudo durante os anos de 2009, 2010 e 2011.

Caracterização da área de Pesquisa

Localização

A microrregião de Quirinópolis está localizada na região Centro-Oeste do Brasil, mesorregião Sul Goiano, posicionada a Sudoeste do estado de Goiás (SEPLAN-GO). É a microrregião de nº 18, composta por nove municípios: Cachoeira Alta, Caçu, Gouvelândia, Itajá, Itarumã, Lagoa Santa, Paranaiguara, Quirinópolis e São Simão (Fig. 31). Possui uma área total de 16.130,133 km² e sua população foi estimada em 2006 pelo IBGE em 96.723 habitantes, sendo Quirinópolis o município mais populoso. Situa-se às margens do lago de São Simão, no rio Paranaíba, distante 280 km de Goiânia. Encontra-se interligada às principais regiões do estado de Goiás e do país por uma malha rodoviária constituída, principalmente pelas GO 164, que liga à BR 452 e GO 206 que liga à BR 384. Conta atualmente com sete usinas canaveieiras (Figura 10).

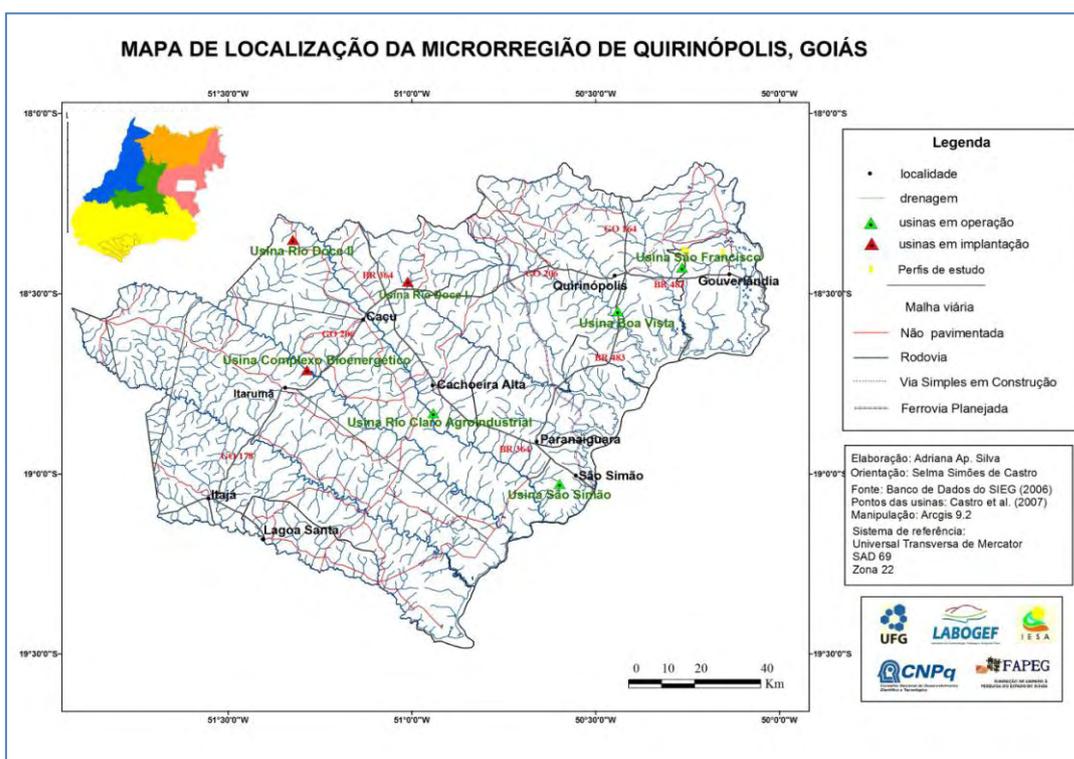


Figura 10 – Microrregião de Quirinópolis, Goiás, e localização das usinas sucroalcooleiras instaladas desde 2004. Fonte: Banco de dados do SIEG (2006)

Na tabela 10 encontram-se identificados os municípios que compõem a MRQ, com suas respectivas áreas (km²), população e área de ocupação agrícola (ha).

Tabela 10 – Municípios que compõem a microrregião (018) – Quirinópolis - GO

Municípios	Área (km ²)	População (no. de hab.)	Ocupação agrícola (ha)
Gouvelândia	830.770	4.790	83.077,0
Quirinópolis	3.780.173	39.756.	378.017,3
Caçu	2.251.098	11.343	225.109,8
Paranaiguara	1.153.786	7.862	115.378,6
Cachoeira Alta	1.654.373	8.235	165.434,3
Itajá	2.091.394	5.528.	209.139,4
Itarumã	3.433.619	5.490	343.361,9
São Simão	476.055	14.373	41.405,5
Lagoa Santa	458.865	1.346	45.886,5
TOTAL	16.130.133	98.723	1.606.810,3

Fonte: IBGE (2009).

A MRQ é de economia agrícola, marcada, sobretudo, pela atividade pecuarista, mas também de cultivo intensivo de grãos (soja, milho). A partir de 2004 sofreu uma mudança rápida nesse quadro com a entrada do cultivo da cana-de-açúcar em áreas antes ocupadas pela cultura de grãos (soja) e pela pastagem, redefinindo assim um novo cenário da paisagem em relação às atividades agropecuárias. Desde então, a atividade agroindustrial canavieira encontra-se em intenso desenvolvimento na microrregião, particularmente nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, com a instalação de um parque sucroalcooleiro/sucroenergético, composto ao todo, por sete usinas que se encontra em diferentes *status* e categorias, conforme mostra o quadro abaixo (Quadro 02).

Quadro 02 – *Status* e Categorias das Usinas na Microrregião de Quirinópolis– GO

Quant.	UF	Nome Fantasia	Razão Social	Usina/Cidade	<i>Status</i>	Produção
01	GO	São Francisco	São Francisco U. S. J Açúcar e Alcool S/A	Quirinópolis (22/03/2006)	Operação	Mista
02	GO	Boa Vista	Usina Boa Vista S/A	Quirinópolis (18/04/2008)	Operação	Alcool
03	GO	ETH Bioenergética	Rio Claro Agroindustrial S/A.	Caçu (03/08/2009)	Operação	Alcool
04	GO	São Simão	Energética São Simão S/A	São Simão	Operação	Mista

				(25/06/2008)		
05	GO	Itarumã	Complexo Bioenergético Itarumã	Itarumã	Implantação	
06	GO	Rio Doce I	Central Energética Rio Doce Açúcar e Álcool Ltda.	Cachoeira Alta	Implantação	
07	GO	Rio Doce II	Central Energética Rio Doce Açúcar e Álcool Ltda.	Caçu	Implantação	

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) – Sec. de Produção e Agroenergia. Departamento da cana-de-açúcar e Agroenergia (Posição em 11/05//2010)

O meio físico da microrregião de Quirinópolis - GO

Clima

O clima da microrregião é Tropical quente Subúmido, com duas estações bem definidas e variações anuais significativas quanto à umidade, temperatura e pluviosidade, sendo classificado como do tipo Aw, com chuvas de verão (outubro a março) e inverno seco (junho a setembro), de acordo com a tipologia climática de W. Koeppen. Com base em dados da ANA, as precipitações regionais variam em média de 1.500 a 1.750 mm. A temperatura média anual apresenta pequena variação sazonal, com média de 23,8°C concentrando os maiores valores no mês de outubro, de 24,5°C, e os menores valores no mês de julho, de 20,8°C.

Geologia

A região de estudo está situada na unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, que na região é representada por dois grupos litoestratigráficos de idade mesozóica: os basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento (Jurássico-Cretáceo) e pelos arenitos das Formações Adamantina e Marília, do Grupo Bauru (Cretáceo Superior) e ainda pela cobertura detrítico-laterítica de textura argilosa (Terço - Quaternário). O Grupo São Bento é composto por um conjunto de rochas com seqüências de pacotes arenosos entremeados por derrames basálticos que são representados pelas Formações Botucatu (Jb) e Serra Geral (JKsg) (Figura 11).

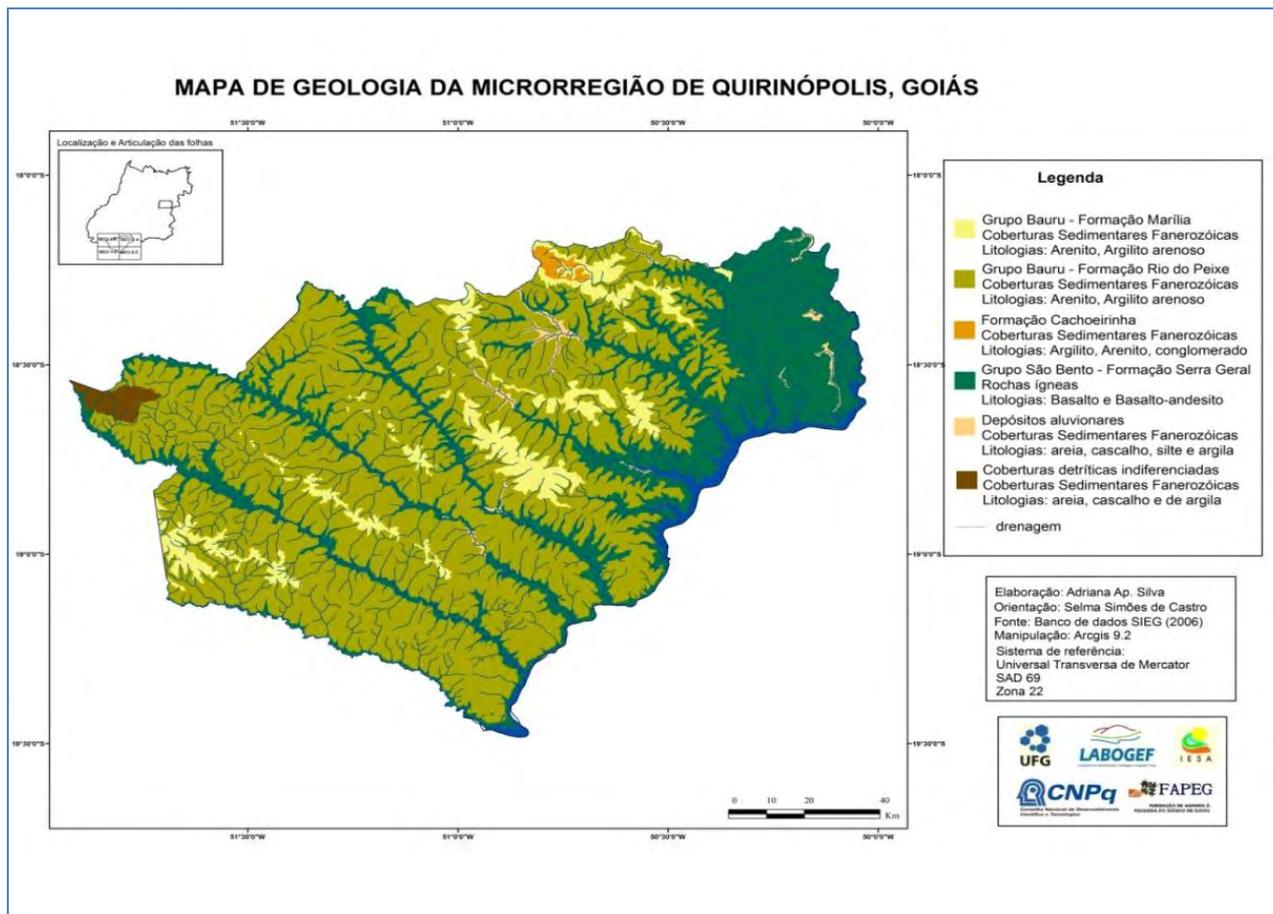


Figura 11 - Mapa da Geologia da microrregião de Quirinópolis – GO.
Elaboração: SILVA, 2010 Fonte: Banco de dados do SIEG (2006).

O Grupo Bauru depositou-se no Cretáceo de modo discordante com as demais unidades sotopostas do Grupo São Bento e se constitui de sedimentos predominantemente arenosos, de ambiente continental, fluvial e lacustre, sendo representada pela Formação Adamantina (Kba), localizada a oeste e pela Formação Marília (Ka), que geralmente recobre as rochas da Formação Adamantina. As coberturas detrítico-lateríticas se originaram através de aplanamento pós-Triássico e contêm uma capa sedimentar Terço-Quartenária de origem fluviolacustre semelhante aos sedimentos do Grupo Bauru que a recobrem (SOUZA JUNIOR et al. 1983).

Geomorfologia

De forma geral o relevo está associado a superfícies aplainadas amplas cortadas por amplos vales limitando várias serras, dentre as quais se destacam: a Serra da Confusão do rio Preto (entre o rio Preto e São Francisco) e a Serra do Rosa que se

alongam no sentido NW- SE. São identificadas ainda as serras da Taboca, Jacaré, Invejosa, Potreiro, Salgado, Fortaleza, Cachoeira, Matinha, Paredão e do Quirino, dentre outras.

Com base em Latrubesse & Carvalho (2006), esse relevo, é composto por três Superfícies Regionais de Aplainamento (SRA), que se desenvolveram sobre as citadas formações geológicas, compondo três conjuntos escalonados, definidos principalmente pela altitude, e uma quarta, de base, que corresponde às planícies fluviais (Figura 12).

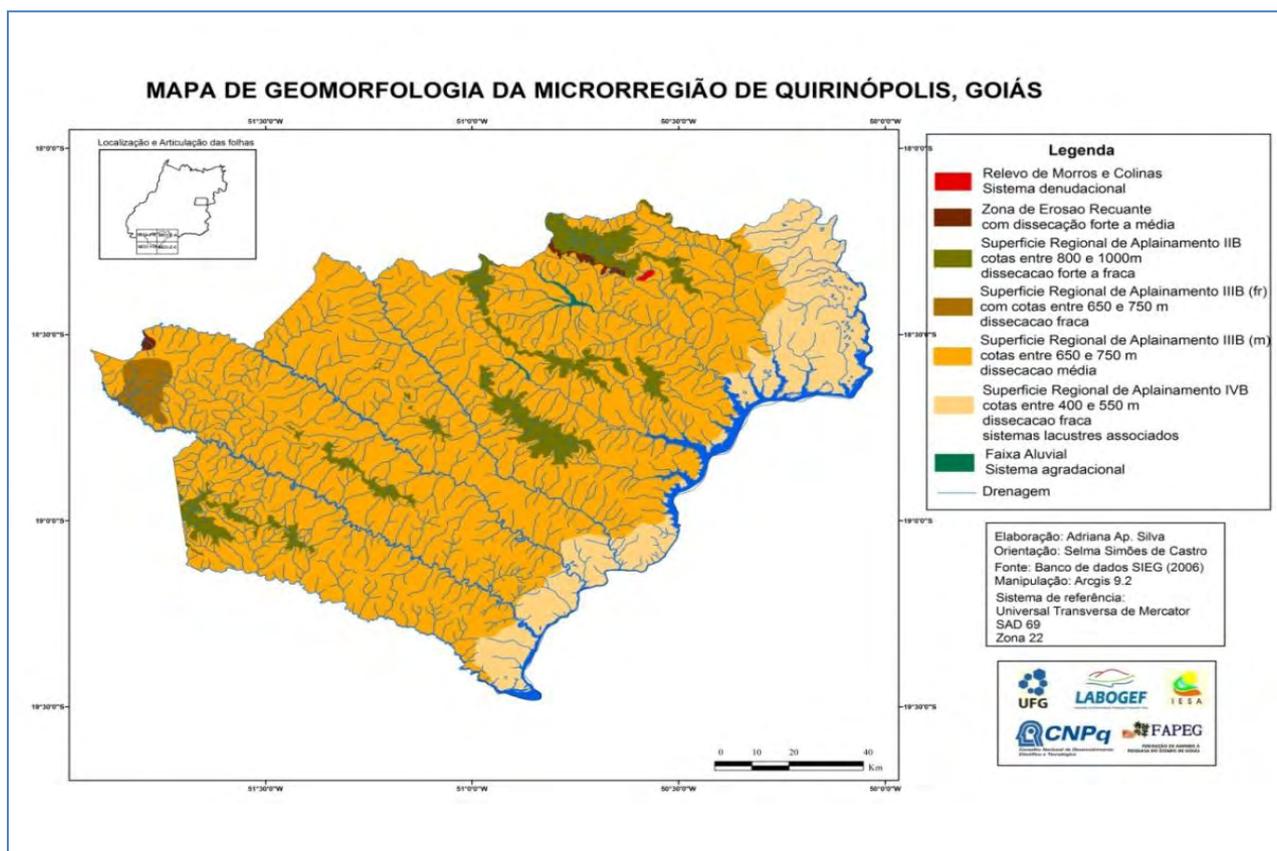


Figura 12 - Mapa de Geomorfologia da microrregião de Quirinópolis – GO.

Elaboração: Silva, 2010. Fonte: Banco de dados do SIEG (2006)

A SRA IIB é a mais elevada, variando de 800 a 1000 m, é encontrada nas porções norte, central e oeste da microrregião, marcada por dissecção de forte a fraca, estando associada a Relevos Tabulares Residuais associados às Serras da Confusão do Rio Preto e Serra do Rosa, além de outras de menor relevância regional. A SRA IIIB de nível médio, com cotas variando de 650 a 750 m, apresenta dissecção de média à fraca, associada a Relevos Tabulares, sendo a dominante na área. SRA IVB de nível baixo apresenta cotas que variam entre 400 e 550 m, sendo considerada de dissecção fraca.

Contem sistemas lacustres associados está subdividida em duas, uma no extremo leste, e outra, na porção sul da microrregião.

Para uma melhor compreensão da distribuição das classes de altitude dessas superfícies, os níveis altimétricos foram agrupados em seis unidades: a mais baixa, que apresenta altitudes entre 320 a 420 metros, relativas aos fundos de vale do Rio Paranaíba e seus principais afluentes na microrregião: rio Aporé, rio Corrente, rio Verde e rio Claro, dissecando as SRAIII e IV B; a unidade intermediária, com altitudes de 420 a 520 metros, também da chamada SRAIII e IV B, associada a relevos tabulares da Bacia do Paraná; a unidade com cotas entre 520 e 620 também relativas à SRAIII B, associada a relevos tabulares da Bacia do Paraná; por fim, outras três unidades de menor área relativa à cotas que variam nos intervalos de 620 a 720, 720 a 820, 820 a 920 m. Tais unidades estão associadas às áreas de relevos mais movimentados, de morros e colinas (MC), com dissecação forte e zonas e erosão recuante (ZER), além de SRAII B. (Figura 13).

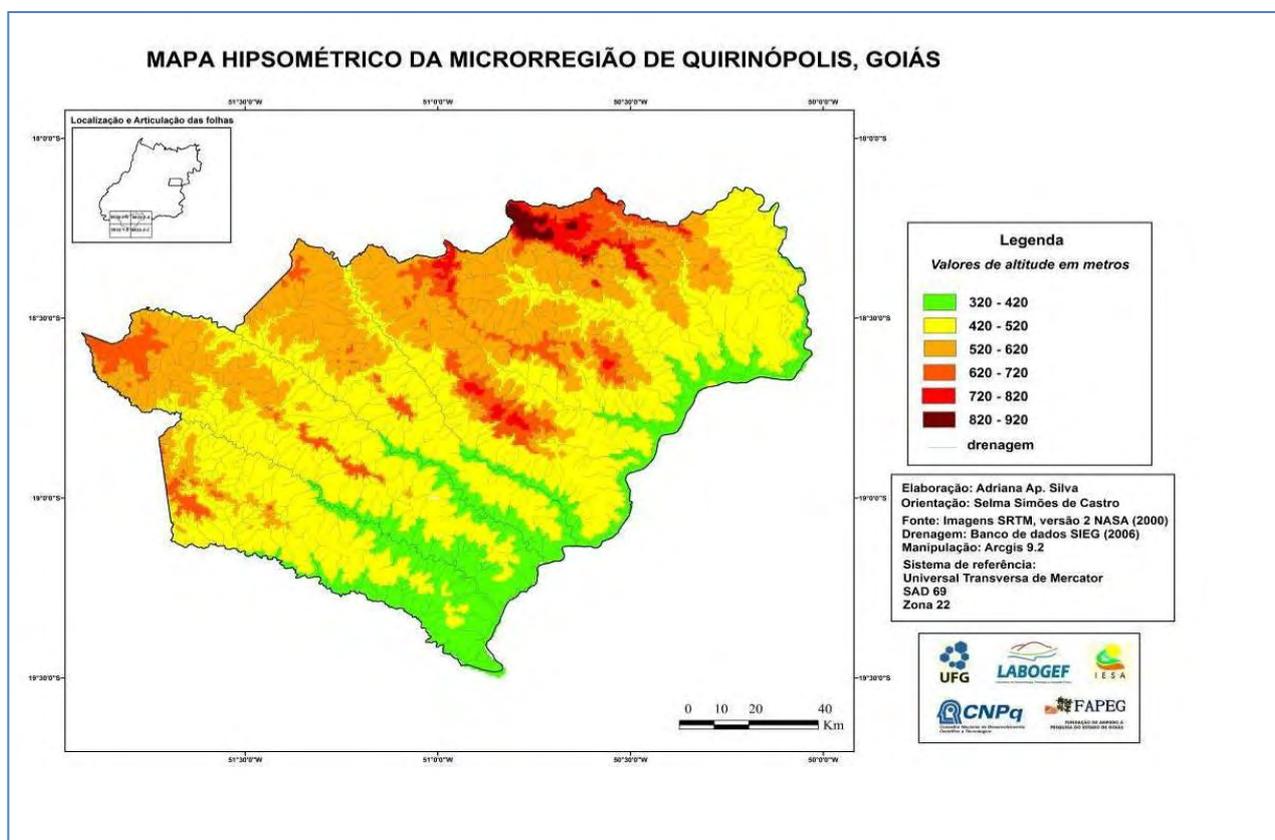


Figura 13 – Mapa Hipsométrico da microrregião de Quirinópolis – GO.
Elaboração: Silva, 2010. Fonte: Banco de dados do SIEG (2006).

Outra característica física condicionante do meio físico, de grande relevância na agricultura, especialmente para as que são altamente tecnificadas como a cana-de-açúcar, que se utiliza de maquinário tanto para o cultivo como para a colheita, é a declividade (Figura 14). Considera-se que para um bom aproveitamento no cultivo e colheita da cana-de-açúcar, vinculado ao bom desempenho do maquinário, a declividade não pode ser superior a 12% (PRADO, 2005; 2011).

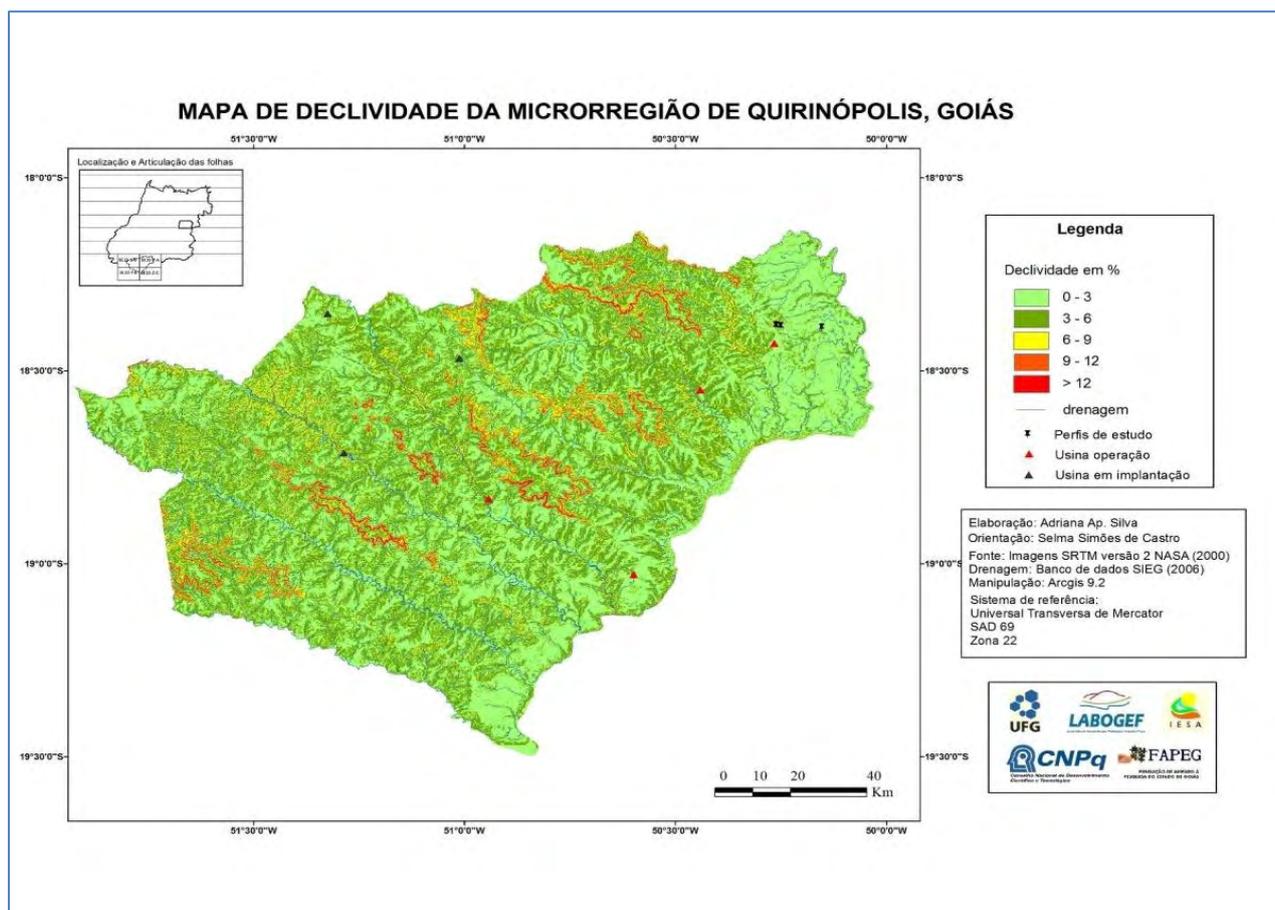


Figura 14 - Mapa de Declividade da Microrregião de Quirinópolis – GO.
 Elaboração: Silva, 2010. Fonte: Banco de dados do SIEG (2006).

Observa-se que na MRQ os valores de declividade são no geral inferiores a 6%, com predomínio de declives na faixa de 3 a 6 %, presentes em grande parte da no sentido Centro-Oeste da MRQ. Nessas áreas domina o Latossolo Vermelho distrófico (LVd). A região nordeste da microrregião apresenta declividades muito baixas, ficando entre 0 a 3%. Vale ressaltar que essa área está coberta pelo Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), considerado solo mais nobre, ocupado anteriormente com o cultivo

de grãos. Em menor escala tem-se na parte centro-norte da microrregião declividades entre 6 a 9%, com a presença de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd) e de Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico (PVA), estes encontrados nos sopés das serras e relacionados com relevo ondulado. Ambos são solos ocupados com o cultivo de pastagens e estão sendo alvo da segunda etapa de expansão da cana após a ocupação dos Latossolos Vermelhos distroférico.

Declividades superiores a 9% representam pequenas faixas que se encontram nos sopés das serras, dentre as quais: serra da Confusão e serra do Paredão. As regiões oeste e noroeste da microrregião correspondem aos setores onde o relevo se mostra mais movimentado, aparecendo ali declives entre 9 a 12% e mesmo pontualmente acima de 12%, portanto, consideradas inaptas ao cultivo da cana. Nessas áreas encontram-se, sobretudo, os Neossolos Quartzarênicos (RQ), identificado junto às escarpas das serras, porém em um nível topográfico mais alto e em maiores declividades, utilizado em sua maioria, com pastagens.

Solos

Os solos dominantes na MRQ, de acordo com a nomenclatura do atual SiBCS (EMBRAPA 2006) são os Latossolos Vermelhos, sendo eles: distrófico (LVd), distroférico (LVdf) além dos Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), como os três de maior expressão em área. Com menor expressão têm-se os Argissolos Vermelho-Amarelo (PVA), os Neossolos Quartzarênicos (RQ) e os Gleissolos (G) (Figura 15).

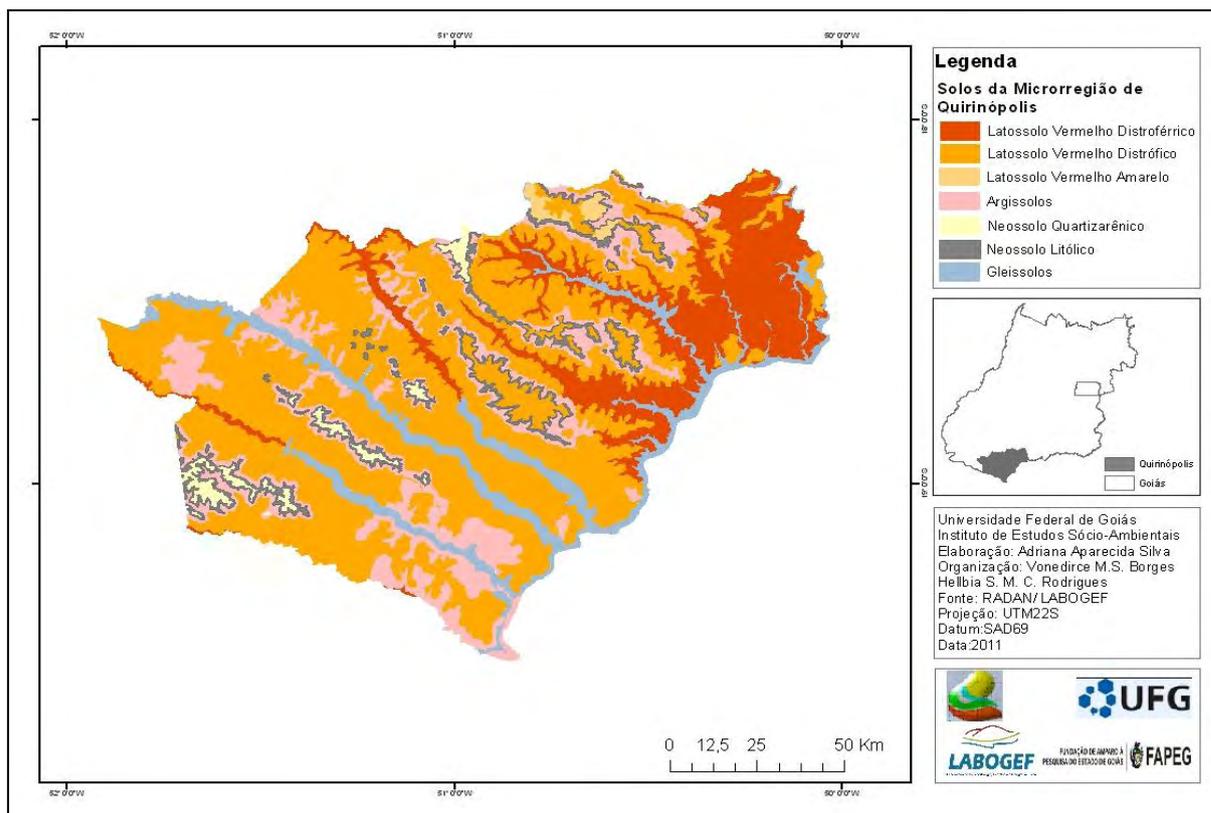


Figura 15 - Mapa de Solos da MRQ – GO. Fonte: Adaptado de SIG – Goiás Superintendência de Geologia e Mineração - SIC

Os Latossolos de modo geral, ocupam as superfícies regionais aplainadas, suaves, portanto de baixos declives e rampas longas, com elevada aptidão agrícola para culturas intensivas (no nível de manejo C) (RAMALHO, BEEK, 1995) e caracterizam-se como solos profundos e homogêneos, bem drenados e porosos. De forma geral, os Latossolos ocupam as áreas mais aplainadas e rebaixadas, em cotas inferiores a 700 m com valores de declividade inferiores a 6%. São áreas bem drenadas, o que facilita o acesso às águas de superfície e subterrâneas.

Na MRQ os LVd são largamente os solos dominantes. São solos provenientes das rochas areníticas e argilíticas do Grupo Bauru, sobretudo da Formação Marília e Adamantina, e são similares aos anteriores, porém diferenciam-se pela textura média (areno-argilosa), contudo mantêm a boa drenagem interna devida elevada porosidade total ($\geq 50\%$). Distinguem-se também pelas cores vermelho-amareladas a amarelo-avermelhadas (YR) e elevados teores de alumínio. Tais solos na MRQ são ocupados em sua maioria por pastagens extensivas, seguido de culturas anuais, sobretudo, de soja.

Os LVdf, segunda classe e área, desenvolve-se sobre material de origem basáltico da Formação Serra Geral, do Eo-Cretáceo, apresentam alto teor de ferro, entre 180g/kg e < 360g/kg (Fe₂O₃), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B; apresentam também horizonte A moderado, textura argilosa e horizonte B latossólico (Bw) com cores relativas aos tons vermelho-escuro (2,5 YR), estrutura microagregada (granular pequena a muito pequena), bastante estável, são fortemente intemperizados, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixa saturação por bases (V%), altamente porosos (≥50%) e bem drenados (EMBRAPA, 2006), conhecidos popularmente como similares ao “pó-de-café”. Tais solos se encontram a nordeste da microrregião, na SRAIVB.

Os LVAd são solos profundos ou muito profundos e altamente intemperizados, bem drenados, cujo horizonte B é caracterizado como latossólico (Bw), a textura é argilo-arenosa, com boa drenagem interna e elevada porosidade intermediárias. Tais solos se encontram posicionados nas altitudes intermediárias entre 650 e 750 metros, sendo importante destacar que possuem características físicas, químicas e morfológicas muito semelhantes aos Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

Em quantidade menor ocorrem os Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos, os Gleissolos Háplicos, os Neossolos Quartzarênicos órticos e os Neossolos Litólicos. Os Argissolos são solos bem evoluídos, minerais, não hidromórficos, com textura argilosa e variam entre uma drenagem boa e deficiente, profundidade elevada e índice de declive baixo. Estes solos são encontrados nos sopés das serras e estão relacionados com relevo desde plano a ondulado. Os Gleissolos Háplicos são solos minerais hidromórficos, de textura média, ou argilosa, ou muito argilosa, mal drenados. Os Neossolos Quartzarênicos posicionam-se junto às escarpas das serras, porém em um nível topográfico mais alto que os PVA e em maiores declividades, ambos utilizados em sua maioria, com pastagens.

Cobertura vegetal

Segundo os trabalhos do Projeto RADAMBRASIL (1983), a MRQ possuía, originalmente, três grupos de vegetação: Floresta Estacional Semidecidual, Áreas de Tensão Ecológica e Savanas (Figura 16).

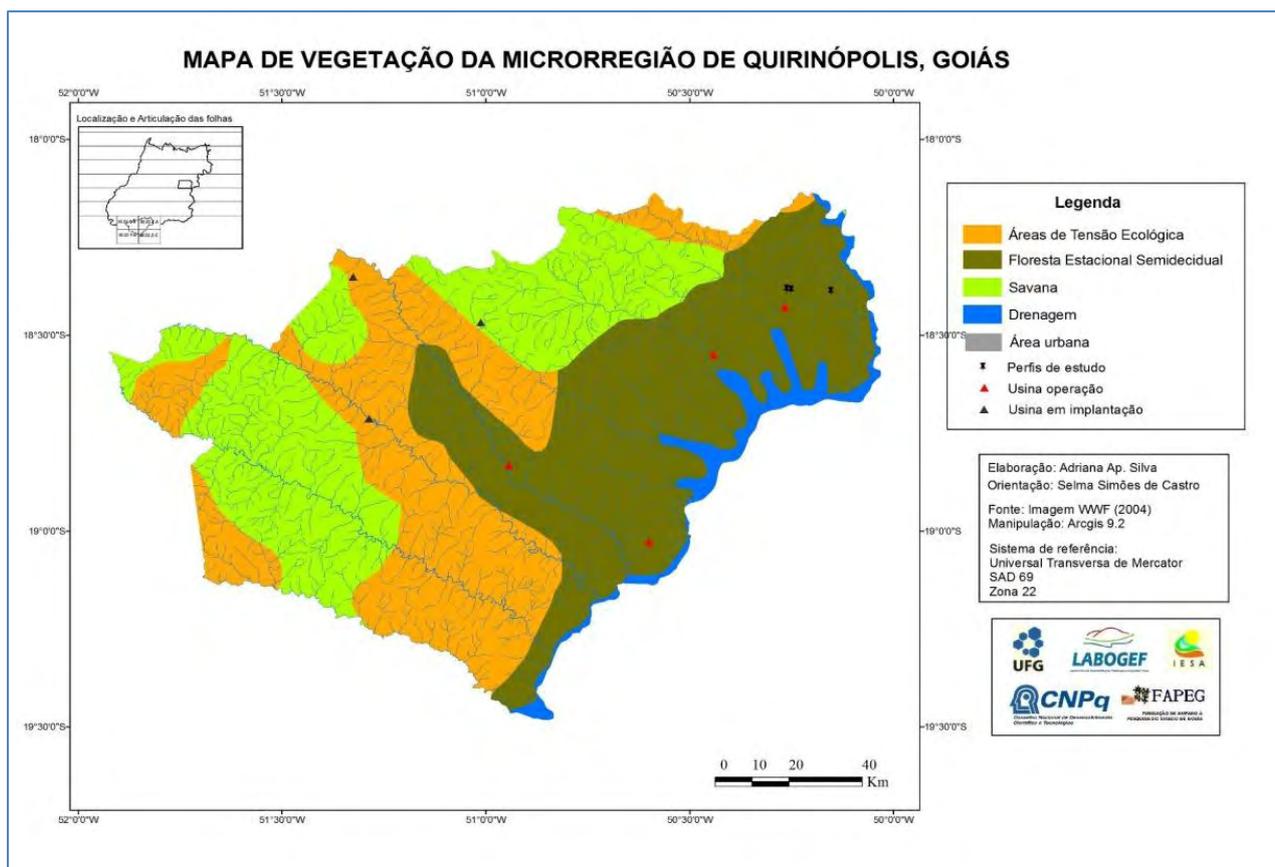


Figura 16 – Mapa de Cobertura Vegetal original da microrregião de Quirinópolis GO
 Elaboração: Silva, 2010. Fonte: Imagem WWF (2004).

A vegetação de Floresta Estacional semidecidual se formava, principalmente, na parte sul, sob o domínio dos terrenos sedimentares intercalados com afloramentos basálticos, nas zonas aluviais, acompanhando os cursos de água e as encostas dos vales. Atualmente, esse tipo de vegetação aparece em pequenos fragmentos. As áreas de Tensão Ecológica encontravam-se nas partes norte e nordeste da microrregião, caracterizadas pelo contato do Cerrado com a Floresta Estacional. São áreas de transição entre diferentes regiões ecológicas, que se interpenetram, constituindo encraves. As formações, Arbórea aberta (Campo Cerrado) e Gramíneo-lenhosa (Campo), ambas da Savana, se intercalavam com as Florestas Estacionais.

A Savana (Cerrado típico) é uma das fisionomias do Cerrado que se apresenta com elementos arbóreos e arbustivos de porte mais elevado, com altura entre 8m a 10m, esparsados por um estrato herbáceo/graminoso, caracterizada pelas formações Arbórea Aberta e Gramíneo-Lenhosa. Ocupava a parte central e o noroeste, sobre solos derivados das rochas areníticas.

As florestas ripárias (matas de galeria) também fazem parte da fitofisionomia savânica, acompanhando os cursos d'água. Quando a palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa*) predomina na paisagem formando um corredor destas palmeiras, rodeadas por vegetação gramínea típica de locais onde o lençol freático está mais na superfície, tem-se a fisionomia chamada de Veredas. Estes ambientes são muito importantes para a conservação da fauna e dos canais de drenagem.

É importante frisar que praticamente toda essa vegetação original foi modificada ao longo dos anos pela ação antrópica, principalmente a partir da década de 1970, com a modernização da agricultura. Atualmente, pode-se encontrar as fisionomias originais de vegetação na microrregião somente em pequenos fragmentos de formação florestal preservada e também das matas ciliares (APP), de baixa conectividade, dificultando a implementação de corredores ecológicos, ainda mais quando a região não possui nenhuma Unidade de Conservação (UC). Diante disto, faz-se necessária a conservação ou preservação dos remanescentes de vegetação originais ainda existentes na região, através da criação e implementação de UC (IBGE, 2010).

Em síntese percebe-se uma distribuição bastante congruente entre solos, relevo e geologia compondo paisagem relativamente homogênea, aplanada constituída por solos de fácil uso e manejo, indicados para usos intensivos com lavouras e pastos. Os melhores solos, no entanto, encontram-se sobre os basaltos que se situam a leste-nordeste da MRQ, onde dominava a exuberante floresta semidecídua e, segundo alguns autores, a Mata Atlântica. Nessa área concentrou-se a agricultura intensiva. Nas demais com solos menos bons distribuíram os pastos, como se verá a seguir.

Uso do solo no período pré-cana (1960 – 2004)

O processo de ocupação da MRQ teve início nas primeiras décadas do século XIX e até a década de 1960 possuía pouca área explorada por agropecuária. A partir da década de 1970, no entanto, inicia-se no cerrado goiano, especialmente na região Sudoeste, em que se insere a MRQ, a chamada “expansão da fronteira agrícola”. Mais precisamente, na segunda metade do século XX ocorre a expansão da fronteira agrícola em Goiás e no Sudoeste goiano onde foi intensificada e, baseada em programas governamentais, como POLOCENTRO e PRODECER, considerados os principais

responsáveis pela consolidação do sistema de apropriação dos solos goianos (MIZIARA, 2006).

Inicialmente, em 1950, a microrregião teve seu solo ocupado pelas pastagens e pelo cultivo de arroz. Esse cenário começa a mudar nas décadas subsequentes, quando Goiás se insere, definitivamente, no ciclo produtivo nacional. Especialmente a partir dos anos 1960, Quirinópolis experimenta importantes mudanças socioeconômicas com a intensificação da atividade agrícola e pecuária, esta preponderante, impulsionada pela expansão da fronteira agrícola no Centro-Oeste, uma vez que a economia de Goiás visava abastecer aos mercados do sul e sudeste, em particular os estados de São Paulo e Minas Gerais. Assim, as regiões Sul e Sudoeste de Goiás foram integrando, pela produção de carne e arroz, a expansão da economia paulista, e também do Triângulo Mineiro.

Segundo dados dos censos do IBGE (1970 a 2006), o histórico de uso do solo na microrregião pode ser sintetizado com a seguinte sucessão: cerrado - pastagem- arroz-milho- soja/sorgo e que para a implantação da pecuária, as áreas de pastagens naturais foram drasticamente reduzidas a partir de 1970, tendência que se manteve ao longo das décadas seguintes, onde as áreas destinadas, sobretudo, às pastagens plantadas foram significativamente ampliadas, modificando, sobremaneira, a cobertura vegetal da MRQ. Em meados da década de 1980, com a chegada da modernização da agricultura, ocorre na MRQ à introdução da agricultura de grãos, com o cultivo de soja, sorgo e milho, processo que teve como pano de fundo a modernização conservadora do campo, uma vez que implicou no uso intensivo de novas técnicas e tecnologias de cultivo e manejo, especialmente de grãos (MIZIARA, 2006).

Inicialmente, o uso e ocupação das terras da microrregião podem ser assim descritos: a parte Nordeste/Sudeste onde há domínio dos basaltos e da Floresta Estacional semidecidual sobre Latossolos Vermelho distroférico (LVdf) foi ocupada por culturas cíclicas, sobretudo de grãos. A parte Norte (área de Tensão Ecológica, contato da Savana com a Floresta Estacional) de Latossolos Vermelho Amarelo distrófico (LVAd), também foi fortemente ocupada por culturas cíclicas (soja/milho/sorgo). As partes central, Sudoeste e noroeste (áreas de Savanas/Cerrado e de Floresta Estacional Semidecidual) dominada por Latossolos Vermelho distrófico

(LVd), solos também predominantes na microrregião, foram amplamente ocupadas por pastagens.

A tabela 11 apresenta a utilização da terra na microrregião segundo dados dos Censos Agropecuários do IBGE (de 1970 a 2006), o que nos permite visualizar o exposto sobre o histórico de uso e ocupação, em área plantada (ha), neste período.

Tabela 11 - Utilização da terra na microrregião de Quirinópolis – GO (1970– 2006)

PERÍODOS (Censos do IBGE)	CULTURAS SELECIONADAS – ÁREA (hectares)					
	Lavouras Permanentes	Lavouras Temporárias	Matas Florestas Naturais	Matas Plantadas Artificiais	Pastagens Naturais	Pastagens Plantadas Artificiais
1970	1.246,10	87.647,40	133.036,10	569,90	518.483,70	460.320,80
1975	1.231,59	121.183,59	135.646,24	96,80	454.526,97	668.071,05
1980	1.457,53	131.541,26	187.925,59	10,68	252.222,91	1.044.099,05
1985	1.547,62	94.035,20	154.285,32	181,50	141.717,04	1.322.006,57
1995	1.745,70	47.671,11	178.525,35	56,95	151.300,90	1.090.202,72
2006	1.650,00	69.766,00	139.431,00	61,42	100.200,00	963.443,00

Fonte: SEPIN - Censos Agropecuários IBGE (1970, 1975, 1980, 1985, 1995, 2006).

Segundo esses mesmos dados, a MRQ apresenta o predomínio desde os seus primórdios, de pastagens plantadas. As lavouras permanentes somavam pouco mais de mil hectares, correspondendo ao cultivo de arroz, feijão, mandioca, gengibre e outros. Já as lavouras temporárias se intensificaram na microrregião partir de 1975. A cultura da soja (principal produto agrícola na pauta das exportações brasileiras) seguida do milho foram as culturas que mais cresceram nesse período. Contudo, foi na década de 1980 que a cultura de grãos teve seu auge, alavancada pelos programas governamentais inseridos no processo de modernização da agricultura, no Centro-Oeste do país, como já citado. Porém, em meados da década de 1990, mas precisamente em 1995, a área de lavouras temporárias apresenta um declínio, sendo reduzida quase pela metade. E em 2006, teve uma pequena recuperação, porém não conseguiu garantir um bom desempenho agrícola, haja vista, que a partir de 2003, as áreas, sobretudo de soja, sofreram além de uma forte estiagem, uma grande crise no setor. Já as áreas de pastagens plantadas tiveram no período de 1970 a 1985, um aumento de sua área (cerca

de três vezes mais) determinando assim, o perfil pecuário da microrregião. Contudo, pode-se constatar que as pastagens plantadas prevalecem largamente até hoje, e já tinham alcançando no final de 1995, mais de um milhão de hectares.

Quanto às pastagens naturais, pode-se observar que houve diminuição das mesmas de 1970 a 1995, ficando reduzidas a cerca de 10% da área anterior. Em contrapartida, houve um grande aumento da área de pastagens plantadas, nesse mesmo período. De fato, é possível observar que as pastagens naturais foram sendo substituídas pelas pastagens cultivadas, até se tornarem muito reduzidas ao final da década de 1995. Assim, a conversão de áreas de Cerrado em pastagem foi o primeiro e principal uso do solo da microrregião, atividade que permanece dominante até hoje.

Cruzando-se os dados do mapa de solos (Fig. 15) com o mapa de uso da MRQ de 2004 (SILVA e CASTRO, 2011), portanto, antes da inserção da cana-de-açúcar, (Fig.17), constata-se que a agricultura (grãos) está localizada na porção Nordeste da microrregião sobre os melhores solos, os Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), com destaque para os municípios de Quirinópolis e Gouvelândia.

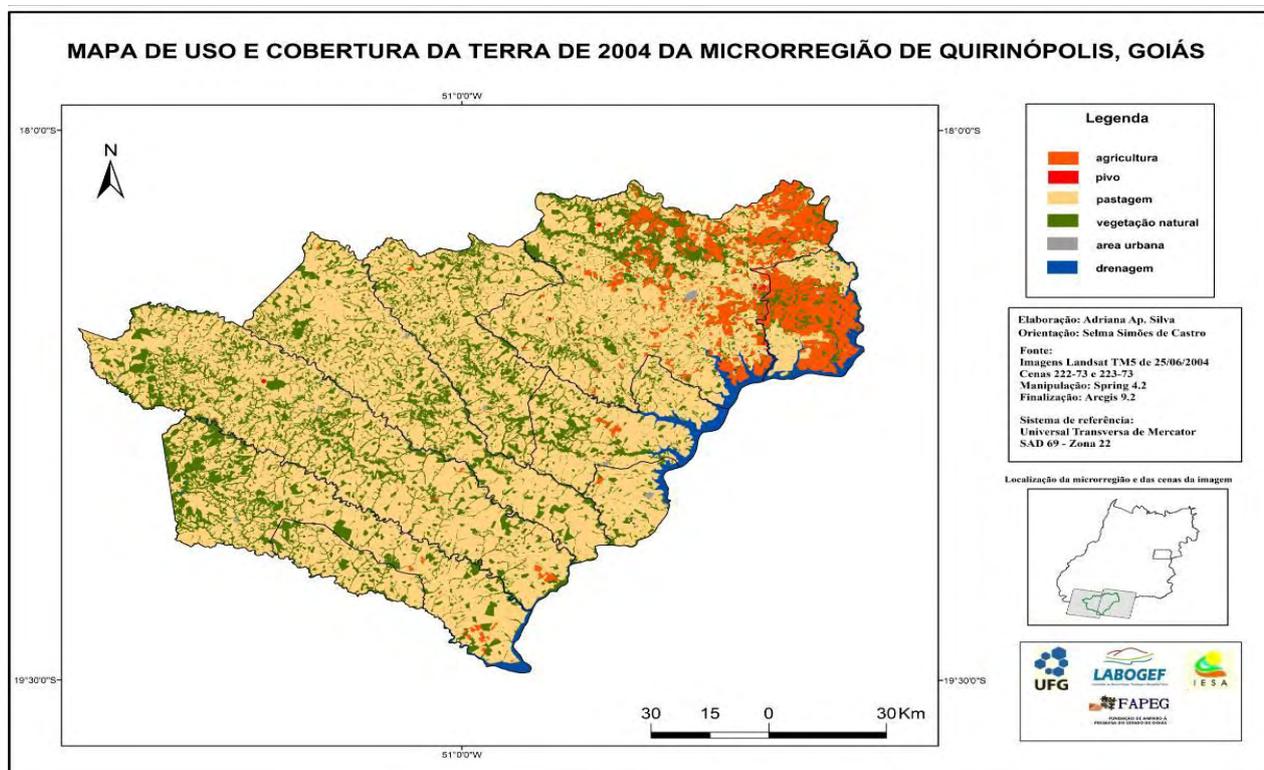


Figura 17 - Mapa de Uso e cobertura da terra de 2004 - Microrregião de Quirinópolis: GO. Fonte: Imagem Landsat 2004 e dados da SEFAZ- GO, 2004. Elaboração: Silva, 2011.

Nos demais municípios há predomínio de pastagens, apresentando poucas áreas com lavouras. As áreas de pastagens ocupam, sobretudo, os Latossolos Vermelho distrófico (LVd) presentes em toda a porção Central e Centro-Oeste da microrregião. Ainda com base nesse mapa de uso é possível observar que as áreas de vegetação natural estão presentes na parte norte e extremo oeste da microrregião, sobre os Argissolos Vermelho Amarelo distrófico (PVAd) e Neossolos Litólicos (áreas de escarpas das serras). Vale aqui ressaltar que as áreas de vegetação natural estão presentes na microrregião em pequenas manchas, e em quantidade mínima, uma vez, que a área sofreu grande desmatamento, resultante da implantação agropecuária na microrregião, ocorrida na década de 1970.

A figura 18 mostra os tipos de uso e ocupação do solo na MRQ em área cultivada (ha) e respectivas porcentagens. Nela pode-se constatar que a maior parte das terras da microrregião até 2004 têm nas pastagens o tipo de uso predominante com uma área de 1.166.208 ha, o que corresponde a 72,58 % do total da área. O segundo tipo de uso nesse período é de vegetação natural, com área de 247.932 ha (15,42 %), seguida da agricultura que conta nesse período com uma área de 149.585 ha (9,31%) (SILVA e CASTRO, 2011).

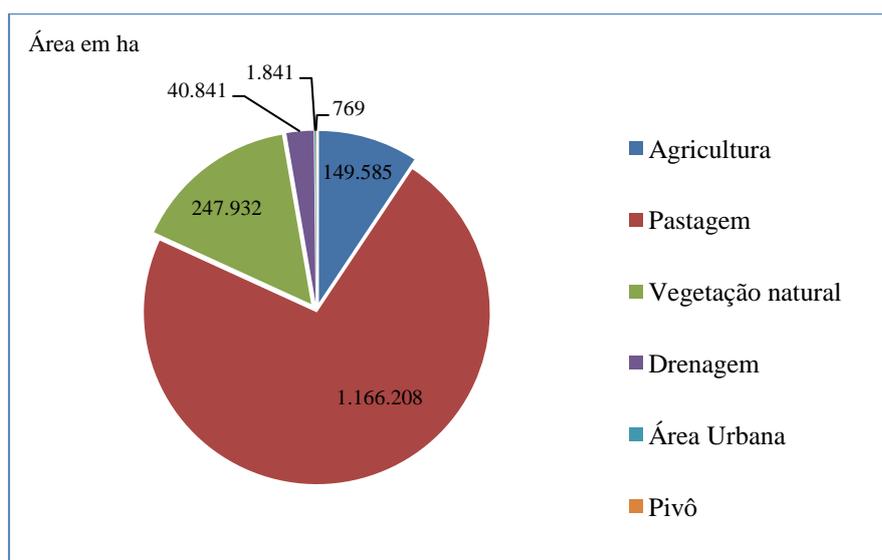


Figura 18 – Uso e Ocupação do solo na MRQ – GO (2004)
 Fonte: Silva & Castro, 2011. Elaboração: Borges (2011).

- Uso atual do solo no período cana (2004 - 2010)

A partir de 2004, a MRQ veio se destacando pela mudança de uso por conversão de áreas agropecuárias em monocultura de cana em relação direta com a instalação de grandes usinas (07 no total, que representam cerca de 10% do total previsto pro Centro-Sul Goiano), em decorrência da expansão rápida e intensa do setor sucroalcooleiro no país e no Cerrado (principalmente no município homônimo, capital da microrregião) com grande oferta de terras aptas a essa cultura. As demais se encontram na microrregião do Meia Ponte e do Vale do rio dos Bois, posicionadas, sucessivamente a leste e sudeste de Quirinópolis (CASTRO et al. 2007; 2010).

Com o objetivo de melhor compreender a dinâmica de sucessão de uso do solo, no momento em que ocorre o declínio do cultivo da soja e a entrada do cultivo da cana-de-açúcar na MRQ, a figura 19 apresenta a série histórica da área plantada (ha) para as culturas selecionadas (milho, soja e cana-de-açúcar) nos períodos de 1990 a 2010 segundo dados censitários do IBGE/Ipeadata (2010).

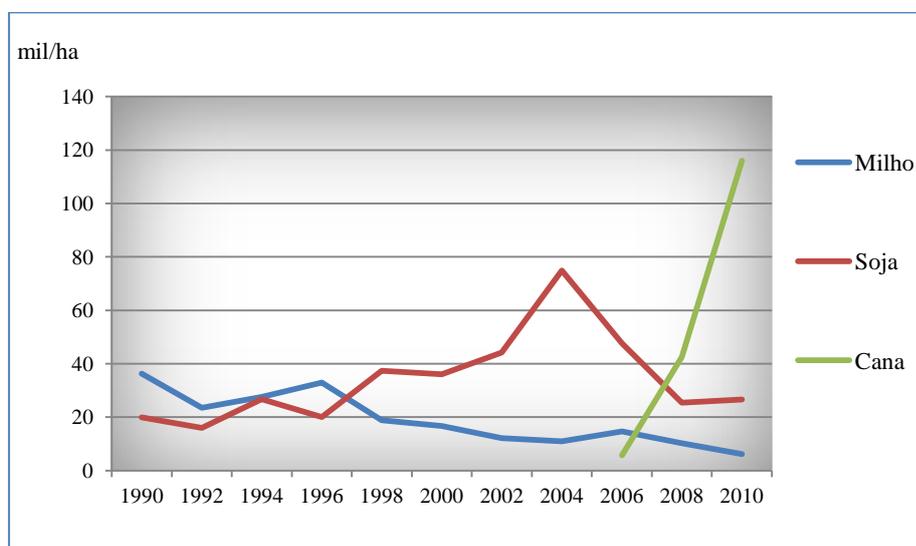


Figura 19 – Produtos agrícolas cultivados na MRQ - GO (1990 – 2010)
Fonte: IBGE/Ipeadata, 2010.

Analisando estatisticamente o gráfico da Figura 19 segundo dados do IBGE/Ipeadata (2010) observa-se que a MRQ teve a sua maior produção de soja na safra de 2004/05, com uma área total de 74.850 mil/ha. Percebe-se também que a cana surge

em 2006 e já supera largamente em área as duas principais culturas (soja e milho), indicando possibilidade de substituição de pastagens e de cobertura vegetal. Assim, a área da sojicultura sofre um forte declínio a partir de 2004, apresentando na safra 2010/11 uma área de 26.650 ha, o que corresponde a menos de 50% da área de 2004.

Acredita-se que esse fenômeno esteja relacionado às sucessivas crises na área e no setor, como um longo período de estiagem e também a ferrugem asiática (praga que assolou as culturas de soja, neste período). Os municípios de Quirinópolis e Gouvelândia se destacam na produção de soja (Fig.20).

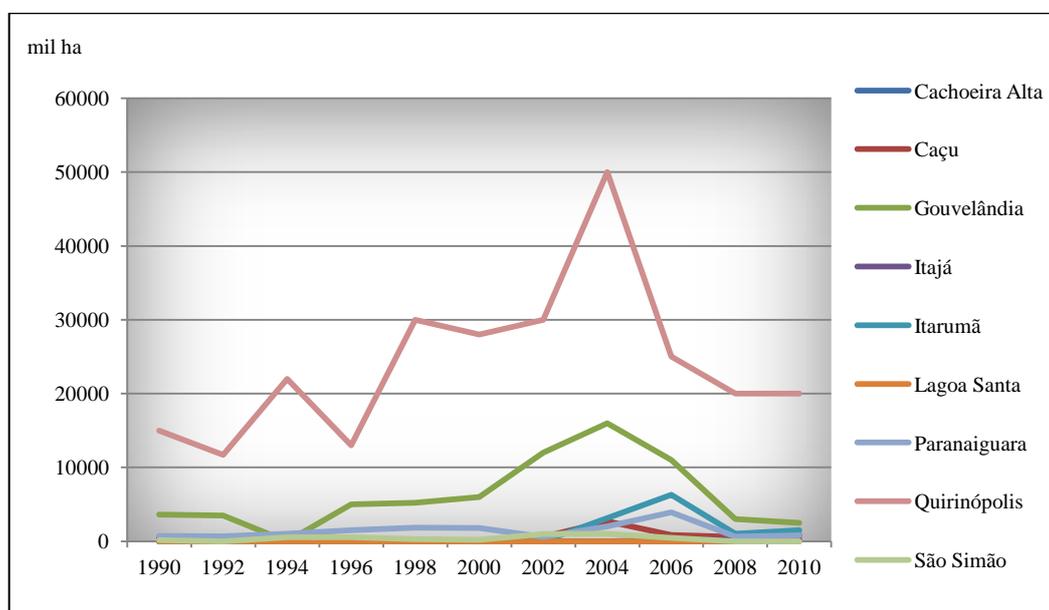


Figura 20 - Dinâmica da cultura de soja na Microrregião de Quirinópolis
Fonte: IBGE/Ipeadata, 2010.

Para a área agrícola de cultivo de milho, pode-se observar pela figura 21 que a cultura ocupa uma área relativamente pequena (em relação ao cultivo da soja), tendo como período de maior relevância a década de 1990, onde foi cultivada uma área total de 37.340 mil/ha, após a qual decaiu fortemente e se mantém em declínio (IBGE/Ipeadata, 2010). Em 2001 apresentava uma área de 32.500 ha. Contudo, a partir desse período, os municípios reduzem a área em cerca de um quarto da área plantada inicialmente, chegando em 2010/11 com uma área de apenas 6.190 mil/ha.

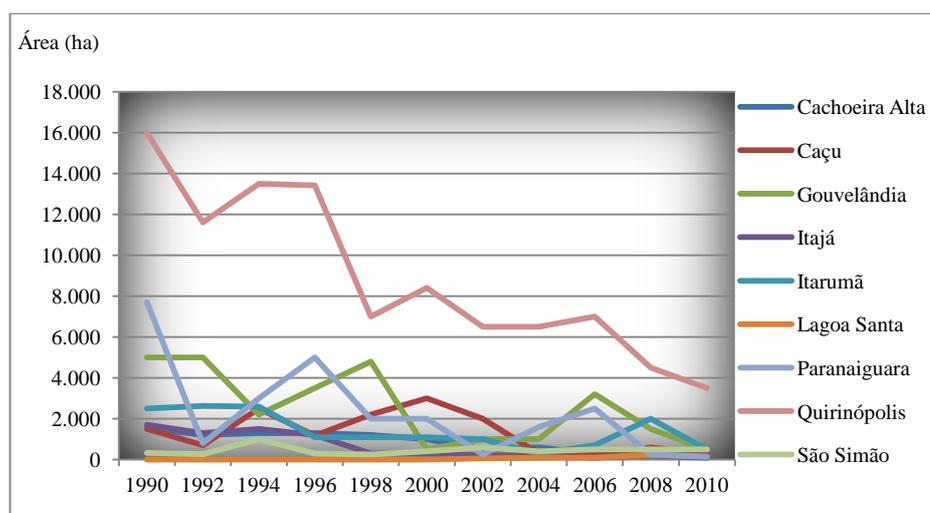


Figura 21 - Dinâmica da cultura de milho nos municípios da MRQ.
Fonte: Ipeadata, 2010.

Com relação ao efetivo de rebanho bovino, a microrregião apresentou em 2009, um plantel de 1.324,900 milhões de cabeças (Tabela 12), sendo liderado pelos municípios de Quirinópolis (334 mil) seguido por Itarumã (273 mil) e Itajá 159 mil (IBGE/PAM, 2009). Se comparando o plantel do ano de 2004 (antes da cana) com o ano de 2009, podemos observar que houve uma diminuição de cerca de 120 mil cabeças no efetivo bovino.

Tabela 12 – O Efetivo de rebanho bovino da microrregião de Quirinópolis - GO

Municípios	2000	2002	2004	2006	2008	2009
Microrregião	mil/cabeças					
Cachoeira Alta	160.000	168.000	148.000	163.000	148.000	152.000
Caçu	187.60	208.247	199.475	211.000	173.800	180.800
Gouvelândia	65.000	70.000	68.000	73.000	60.000	58.000
Itajá	191.146	162.558	177.587	177.000	156.200	159.900
Itarumã	261.387	292.475	295.105	292.000	267.300	273.300
Lagoa Santa	-	40.375	51.046	48.000	40.000	43.900
Paranaiguara	112.000	112.000	120.000	110.000	96.000	90.000
Quirinópolis	360.000	375.000	348.000	356.000	330.000	334.000
São Simão	35.000	40.000	42.000	40.000	38.000	33.000
TOTAL	1.372.203	1.467.655	1.449.213	1.470.000	1.309.300	1.324.900

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/PAM (2009).

Em relação à bacia leiteira da microrregião, o efetivo de rebanho bovino apresentou em 2009, um total de 87.900 vacas ordenhadas (Tabela 13), tendo como destaque o município de Quirinópolis com 32.500 mil cabeças (4ª bacia leiteira do estado). Contudo, pode-se observar que o plantel de vacas ordenhadas ainda não apresenta grandes perdas, se comparada ao efetivo do ano de 2004 (IBGE/PAM, 2009).

Tabela 13 – O Efetivo de rebanho bovino da MRQ – vacas ordenhadas 2000-2009

Municípios	2000	2002	2004	2006	2008	2009
Microrregião	mil/cabeças					
Cachoeira Alta	12.000	13.000	11.200	12.000	11.000	11.300
Caçu	14.700	14.950	15.000	15.900	16.000	16.600
Gouvelândia	4.000	5.000	5.200	5.400	4.500	4.400
Itajá	7.460	6.300	6.600	7.000	6.800	7.000
Itarumã	11.700	12.500	5.830	5.500	5.350	5.450
Lagoa Santa	-	1.680	1.830	1.750	1.800	1.950
Paranaiguara	5.000	7.000	8.500	7.700	6.700	6.300
Quirinópolis	28.500	30.000	29.000	34.000	32.000	32.500
São Simão	1.300	2.700	3.000	2.990	2.700	2.400
TOTAL	84.660	93.130	86.160	92.150	86.850	87.900

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009).

Com relação à expansão canavieira nos municípios que compõem a MRQ, pode-se constatar, de acordo com os dados da CANASAT (2011) que a expansão ocorreu de forma intensa e acelerada nos municípios, uma vez que a área da cultura de cana atinge em 2010/11, mais de cem mil hectares, num curto espaço de tempo (cinco anos) contra os pouco mais de cinco mil ha de 2006. O crescimento da área plantada foi de cerca de quatro vezes de 2006 para 2007 e manteve o ritmo, dobrando de 2007 a 2008 e de 2008 a 2009. Em 2010 aumentou significativamente, porém proporcionalmente não dobrou mais, ficando em cerca de 70% de área expandida entre 2009 e 2010, como mostra a tabela 14 baseada nas imagens Landsat, da CANASAT/INPE (2010).

Tabela 14 - A dinâmica e a expansão da cultura da cana-de-açúcar na MRQ - GO

Municípios	Área cultivada com cana-de-açúcar em (ha) por períodos				
	2006	2007	2008	2009	2010
Quirinópolis	3.418	12.195	21.315	37.447	49.502
Gouvelândia	2.270	8.804	13.641	19.195	25.050
Paranaiguara	-----	178	3.359	11.226	13.495
São Simão	-----	456	1.334	2.011	3.548
Caçu	-----	-----	2.253	8.782	13.226
Cachoeira	-----	-----	-----	1.765	3.243
Alta					
Itarumã	-----	-----	640	6.350	7.936
TOTAL	5.688	23.633	42.542	86.776	116.003

Fonte: CANASAT/INPE (2010)

A figura 22 mostra a participação por municípios na dinâmica e expansão da cultura da cana e permite constatar que a mesma ocorreu inicialmente e na primeira e segunda fase de forma mais intensa nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, que já se destacava como os principais produtores de soja da MRQ. Justamente nos municípios onde foram instaladas as primeiras usinas do setor sucroalcooleiro. Porém, a partir de 2009, a expansão já envolve sete dos nove municípios da microrregião. A liderança e área plantada convêm ressaltar, fica com o município de Quirinópolis. Gouvelândia que estava bem próximo de Quirinópolis no início se distancia depois, assegurando o segundo lugar, mas com cerca de metade da área cultivada em Quirinópolis, como pode ser observado na figura abaixo.

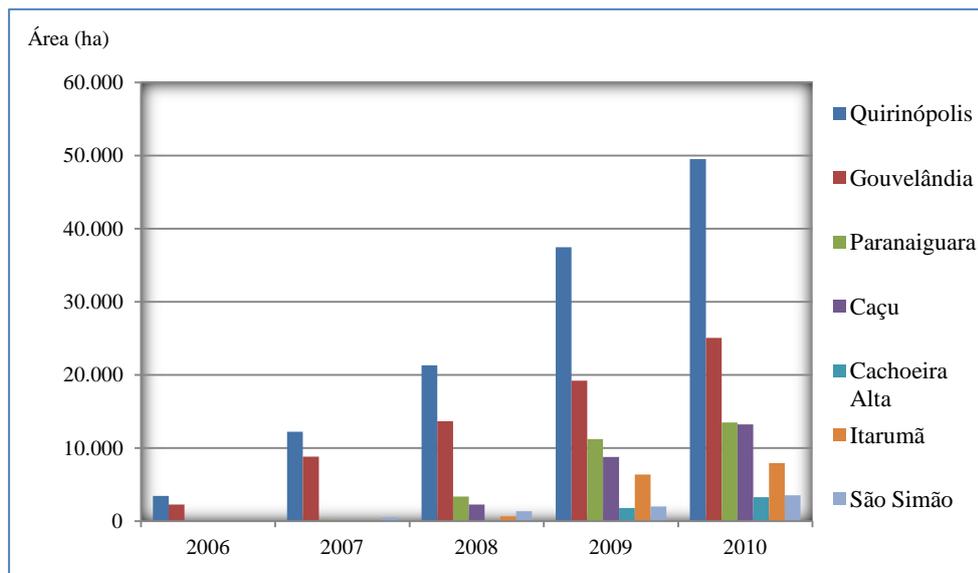


Figura 22 – Dinâmica e expansão da cultura da cana por municípios na MRQ. Fonte: CANASAT/INPE (2010).

Isso se justifica por dois motivos: primeiro se deve ao fator logístico (ocupação), ou seja, a primeira Usina a chegar a Quirinópolis foi a USF (2004) que foi instalada estrategicamente na divida dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia. Assim, foram ocupadas concomitantemente as terras dos dois municípios. Depois com a chegada da segunda usina, a UBV (2006), foi ocupada as terras a oeste de Quirinópolis (localização da UBV). Assim, a partir de 2008, Quirinópolis assume a dianteira em área cultivada com cana, distanciando-se de seu vizinho, Gouvelândia.

No que se refere aos solos, a cultura foi implantada em primeiro momento sobre os Latossolos Vermelhos distroférico, presentes também no município de Gouvelândia. Já no segundo momento a cana se expande para os Latossolos Vermelhos distróficos, presentes em grande escala na parte Central e Oeste de Quirinópolis (área com predomínio de pastagens). A área utilizada na expansão da cana com Latossolos é, no entanto, largamente dominante. E em pequena escala têm-se os Argissolos, Gleissolos e finalmente os Neossolos. Os Latossolos apresentam uma área de 108.130 ha, ou seja, compreendem 93,2% da área total ocupada pela cana-de-açúcar na MRQ. Em segundo lugar estão os Argissolos, com área utilizada de 4.558 ha que somados à área dos Gleissolos (3.171 ha) que representam 6,7%. Por fim, há uma inserção de cana-de-açúcar pouco expressiva sobre os Neossolos Quartzarênicos, com apenas 143 ha (Figura 23).

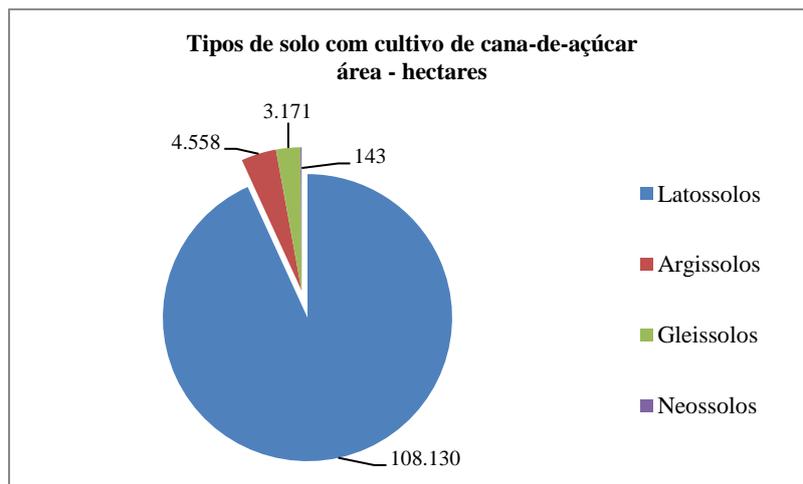


Figura 23 – Tipos de solos com o cultivo de cana-de-açúcar na MRQ
Fonte: Silva & Castro (2011). Elaboração: Borges (2011).

Tal fato, no entanto, é bastante representativo da ideia de continuidade do processo de expansão da cana-de-açúcar sobre os diversos tipos de solo, o que evidencia a capacidade de adaptação deste tipo de cultivo em virtude da grande gama de variedades da planta cana (SILVA e CASTRO, 2011). Se considerando à dimensão da área dos Latossolos (108 ha), conforme mostra a Figura 24 pode-se observar que a maior parte da cana-de-açúcar está sobre os Latossolos Vermelhos distroférico, com 52,15% em uma área de 60.224 ha. Em segundo lugar estão os Latossolos Vermelho distróficos, com 25,69% em uma área de 25.763 ha seguidos pelos Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, com 22,16% e área de 22.141 ha.

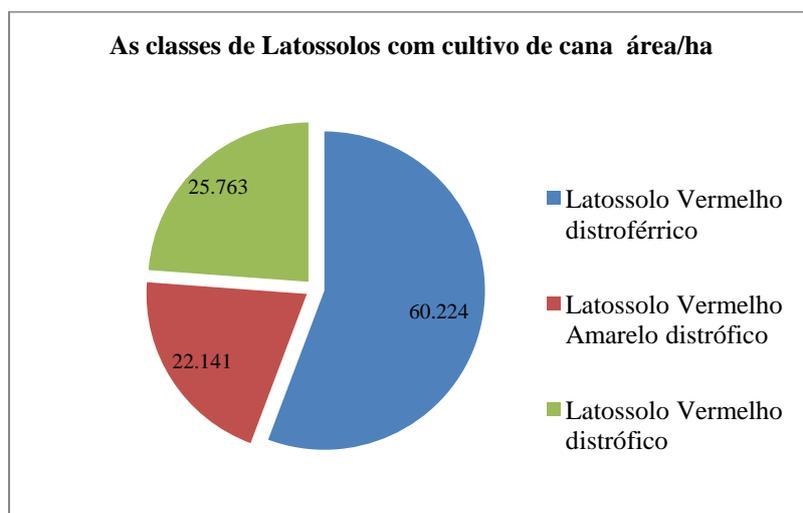


Figura 24 – As classes de Latossolos com cultivo de cana na MRQ
Fonte: Silva & Castro, 2011.

O uso atual do solo na MRQ (2010) (Figura 25) apresentou um aumento de cerca de 140% em relação à safra agrícola inicial, o que vem comprovar que a expansão canavieira apresentou um crescimento exponencial a partir de 2006, atingindo assim, um marco referencial no processo de expansão no estado de Goiás, sendo representativo no Sudoeste goiano, e em particular nesta microrregião, como aqui analisado. As plantações de cana-de-açúcar encontram-se predominantemente na MRQ sobre dois tipos de solos: os Latossolos Vermelho (distroférrico e distrófico) e os Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, e terrenos de topografia plana a suave ondulada, ambos considerados aptos e favoráveis para a cultura da cana-de-açúcar, portanto com elevada aptidão agrícola para essa cultura, somada ao clima sazonal. O que será mais bem analisado no tópico seguinte.

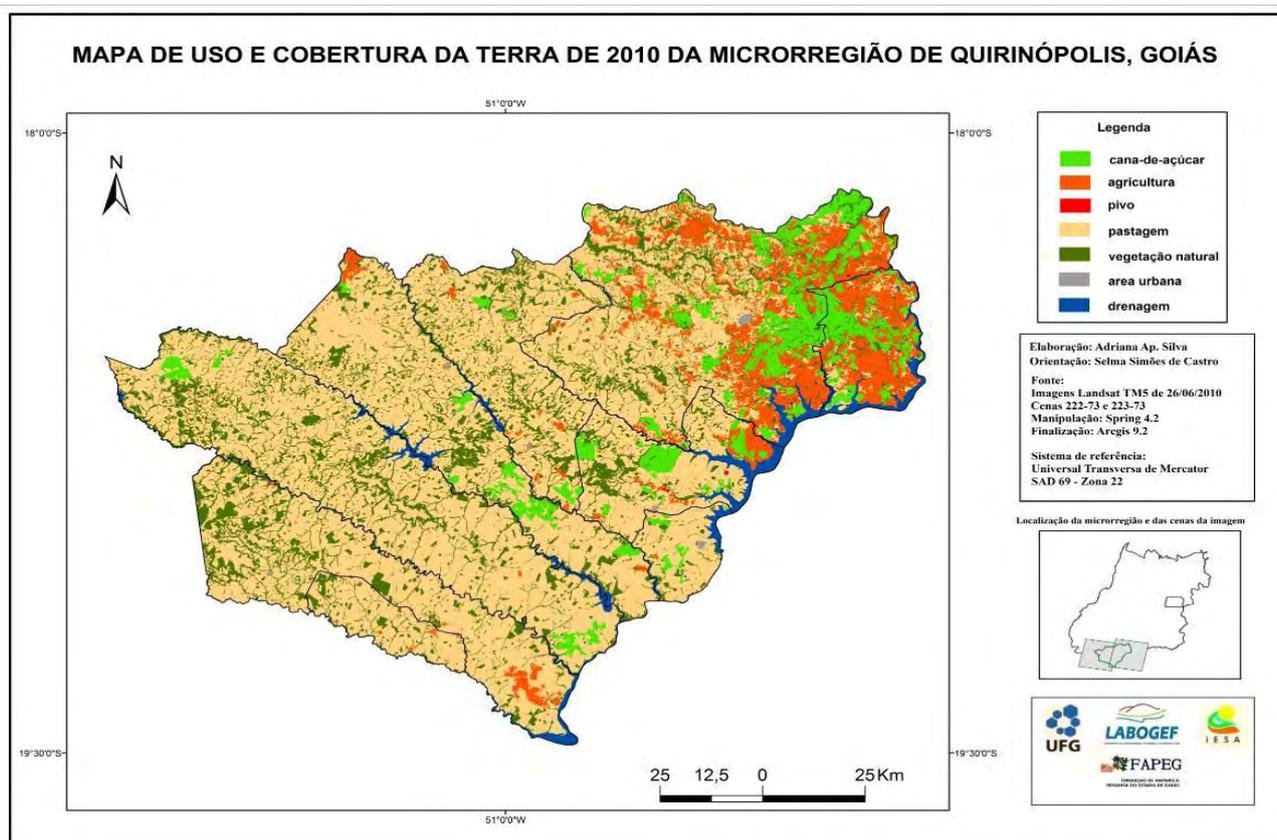


Figura 25 - Mapa de Uso da terra de 2010 – Microrregião de Quirinópolis – GO.
 Fonte: Imagem Landsat 2010 e dados da SEFAZ- GO, 2010. Elaboração: Silva (2011).

Os dados apresentados permitem constatar que o complexo sucroenergético instalado na microrregião tem provocado substanciais modificações no cenário agrícola e industrial, em que os empresários do setor e produtores rurais viram no cultivo da

cana e na produção do açúcar e álcool novas possibilidades de produção e renda. Mesmo com o fim da crise (soja) e com a alta do preço das *commodities* de grãos, a cultura da cana-de-açúcar dá sinais de que veio para durar, haja vista que dos nove municípios que compõem a microrregião, sete já contam com seu cultivo. Dessa forma, além de já ter ocorrido uma disputa entre a cana e as lavouras temporárias pelas melhores áreas e melhores solos para o cultivo, ocorreu outra em parte concomitante e posterior para as áreas de pastagens, dado o fato de terem sido ocupadas inicialmente as áreas de média e alta aptidão agrícola, onde se encontravam as culturas alimentares, portadoras dos tipos de solos e relevo favoráveis (CASTRO et al. 2010).

O Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar para o estado de Goiás e a Aptidão agrícola ao cultivo da cana-de-açúcar dos solos da Microrregião de Quirinópolis

Sabe-se que a seleção de áreas ideais para o plantio da cana-de-açúcar repousa numa lógica constituída, por um lado, pelas demandas edafoclimáticas dos ambientes de plantio e agroclimáticas da planta, ou seja, solos com maior aptidão para a cultura, clima e relevo favoráveis, grande disponibilidade hídrica e por outro lado pelo mercado, com destaque relevante para a logística de modo a garantir o transporte da colheita em tempo hábil à moagem e o escoamento da produção do etanol e do açúcar. Portanto, as usinas não devem se situar a distâncias grandes da área de cultivo, e preferencialmente devem estar em locais onde haja também um sistema viário competente para o escoamento da produção, o que não parece ser grande problema nessa região, conforme lembram Castro et al. (2007e 2010) Silva e Miziara (2010).

A cana-de-açúcar pode ser cultivada em vários tipos de solos, porém não tolera solos rasos ou mal drenados, mas tolera solos arenosos e pouco férteis, desde que bem manejados do ponto de vista da fertilidade e da erosão. O clima mais indicado para a cultura é o tropical, com duas estações (quente e úmida), que promove germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, e outra seca e fria, que favorece a maturação e acúmulo de sacarose nos colmos. A declividade ideal dos terrenos é de 8 a 10% para cultivos mecanizados e de 10 a 12% para cultivos semi-mecanizados

(MACEDO, 2005). Tais indicadores correspondem às variáveis de aptidão agrícola (RAMALHO e BEEK, 1995) e também, de modo mais ou menos simultâneo, ou mesmo anterior ao plantio, à seleção de áreas para a instalação das usinas.

A partir da aptidão agrícola de solos para a cultura da cana-de-açúcar torna-se possível utilizar práticas de planejamento ambiental voltadas para o controle de impactos ambientais. Controle esse que pode se aliar também à potencialização da produção da cana-de-açúcar para suprir a demanda da produção de etanol e açúcar, principalmente, das usinas sucroalcooleiras que estão presentes na microrregião em estudo.

Assim procedeu-se à elaboração da carta de aptidão agrícola de solos para o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) da MRQ – GO, como auxiliar para compreender a expansão e, ao mesmo tempo, a identificar as potencialidades do meio físico, fornecendo subsídios ao controle dos impactos socioambientais (preventivo e/ou corretivo) prováveis, no contexto da sustentabilidade, ou seja, da capacidade de suporte dessas terras e do sistema de produção. Tais impactos podem ser resultantes da substituição de culturas ou herdadas da cultura anterior. Os dados e mapas disponíveis sobre o meio físico da MRQ-GO que serviram à elaboração do mapa de aptidão agrícola ao cultivo da cana foram extraídos do estudo de Silva e Castro (2011) e de Cedro e Campos (2009). A classificação foi baseada na interpretação das características das terras e agrupa diferentes glebas em classes de aptidão de uso agrícola de acordo com as características dos diferentes cultivos, que possuem características específicas e, se aliadas a solos que beneficiem seu desenvolvimento (CEDRO e CAMPOS, 2010).

Segundo SCHNEIDER et al. (2007) a sustentabilidade da produção agrícola depende da adoção de dois princípios básicos: o uso das terras de acordo com a sua aptidão agrícola e a adoção de práticas de cultivo e conservação do solo que permitam corrigir as limitações e favorecerem a produtividade das terras. Os estudos de classificação da aptidão agrícola das terras consistem em uma etapa básica do planejamento conservacionista de bacias hidrográficas, propriedades rurais, municípios ou regiões. Se esses preceitos não forem seguidos, os impactos ambientais poderão ser grandes, mesmo quando aptidão é elevada.

Especificamente, identificaram-se as áreas de uso agrícola e de pastagem, que vêm sendo ocupadas pela expansão canavieira na MRQ, e correlacionou às suas

respectivas classes de aptidão, no intuito de prevenir, corrigir e/ou minimizar os impactos induzidos pela substituição de culturas e os efeitos da monocultura e caso de conflitos de uso. Tal estudo teve como base, o mapa de solos e as séries históricas de uso e ocupação das culturas selecionadas (grãos, pastos e cana) identificadas anteriormente.

As classes de Aptidão Agrícola nas terras da microrregião de Quirinópolis

O mapa de Aptidão Agrícola da MRQ está apresentado na Figura 26.

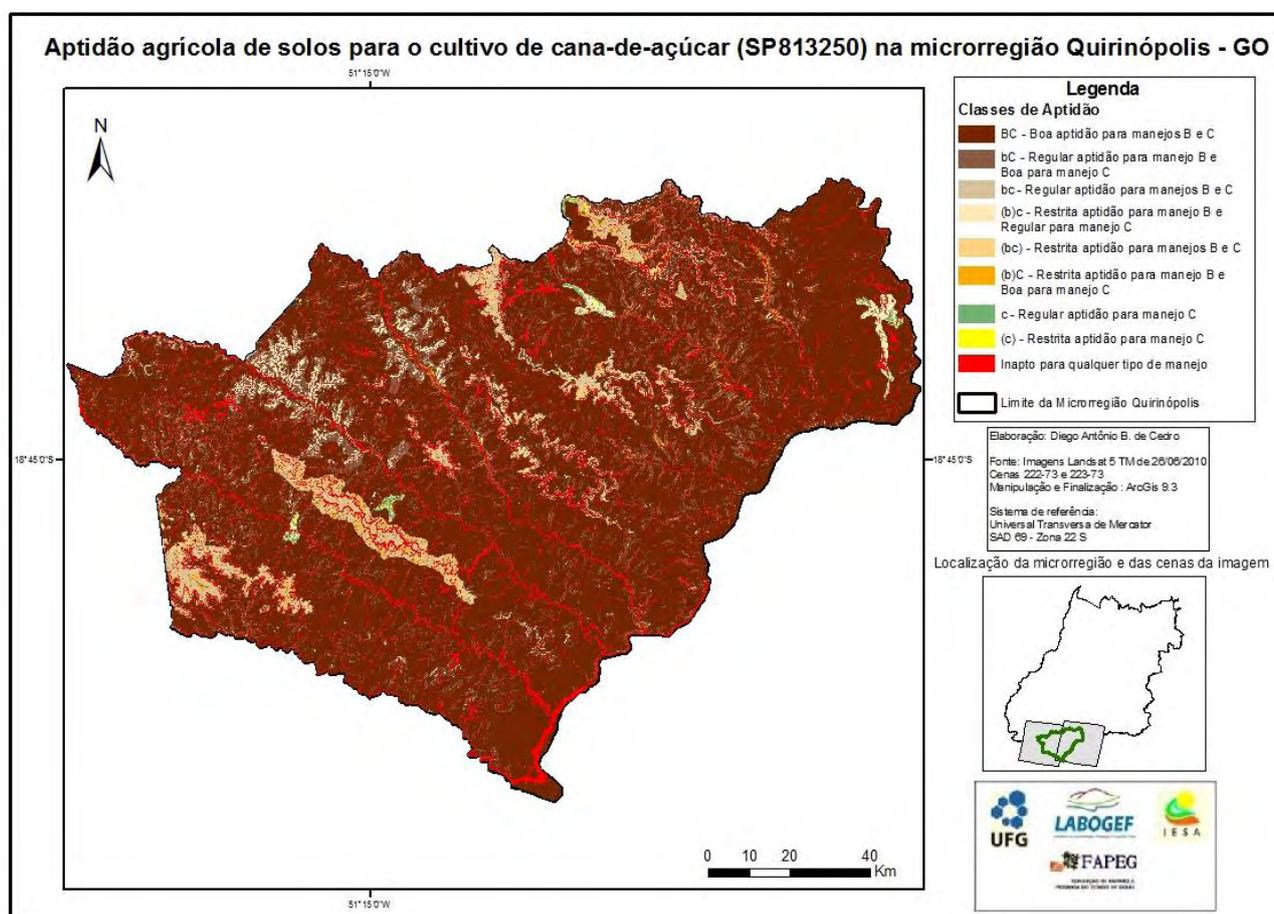


Figura 26 – Mapa de Aptidão Agrícola de solos para o cultivo da cana na MRQ – GO. Elaboração: Cedro, 2011.

Os resultados percentuais dos tipos de aptidão (%) com suas respectivas áreas (km^2) encontradas na microrregião estão identificados na tabela abaixo.

Tabela 15 - Distribuição das Aptidões Agrícolas de solos para o cultivo de cana

Tipo de Aptidão	Área (km ²)	Área (%)
BC	10.731,87	66,79
bC	2.176,58	13,54
bc	583,07	3,63
(b)c	387,74	2,41
(bc)	226,05	1,41
(b)C	164,55	1,02
c	51,25	0,32
(c)	9,16	0,06
Inapta	1.738,76	10,82
Total	16.069,03	100

Fonte: Mapa de Aptidão Agrícola de solos para o cultivo da cana na MRQ (2011)

Analisando o mapa de aptidão de solos e a Tabela 15, pode-se constatar que as áreas onde o cultivo da cana-de-açúcar é considerado bom para os dois níveis de manejo (classificação “BC”) totalizam 66,79% de toda Microrregião (10.731 km²) e estão localizadas em regiões onde predominam os melhores Latossolos (Latossolo Vermelho distroférico e o Vermelho distrófico). São solos que possuem as melhores aptidões para cana-de-açúcar na área, por apresentarem, em sua maioria, textura argilosa, adequada retenção de água para este tipo de cultivo e normalmente profundos, o que favorece a estruturação das raízes da cana-de-açúcar que costumam se fixar às profundidades superiores a 30 cm, aproximadamente e que recobrem áreas de baixos declives. As áreas com aptidão BC estão localizadas em regiões de declive inferior a 3%. As áreas onde o cultivo é regular para o nível “B” e boa para “C” (classificação “bc”), correspondem a 13,54% da área e estão localizadas também em Latossolos (2.176 km²) com características semelhantes as anteriores, sendo, portanto, adequadas para o cultivo da cana-de-açúcar. Tais áreas apresentam declividade entre 3 a 6 %. Uma parcela de 3,63% da área total foi classificada como “bc”, ou seja, regular para ambas as categorias. Esta pode ser explicada pelo fato de serem áreas (583 km²) com solos de texturas médias ou arenosas, o que implica a necessidade de manejo mais intenso, e também por terem declives entre 6 a 9%, que caracterizam por ser um fator limitante para algumas máquinas do nível de manejo “c”.

A classificação de aptidão “(b)c”, que consiste em cerca de 2,41% da área total da microrregião e que apresenta características restrita para o manejo B e restrita para nível C, ocorrem em áreas de solos arenosos, o que implica em drenagem regular, necessidade de correção do solo e aplicação de fertilizantes resultando na diminuição da

aptidão para nível C. Essas características não implicariam em redução da aptidão para o nível B, porém ela se torna restrita por se encontrarem em áreas de declividade bastante acentuada, de 9 a 12%, impossibilitando assim muitas vezes o trabalho mecanizado presente neste nível de manejo. Essas áreas necessitam de manejo do solo adequado para evitar a formação de erosões e totalizam 387 km² da área. Nas áreas onde se determinou grau de aptidão “(bc)”, com porcentagem referente a 1,41% da área total da microrregião, são restritas em todos os níveis (B e C). Estas classes estão situadas em regiões de declive superior a 12%, o que limita o cultivo de cana-de-açúcar e conta apenas com 226 km².

Com pequena porcentagem, apenas 1,02% estão as áreas restritas para o manejo B e boa para o manejo C (classificação (b)C). Encontra-se em solos arenosos e com declividade baixa (< 6%) com uma área de 164 km². Devido a essas características, o nível “C” tem classificação boa, pois as características apresentadas por estas áreas podem facilmente ser modificadas para esse nível de manejo, o que não ocorre em relação ao nível “b”.

As duas últimas classificações, “c” e (c) ocupam juntas 60 km² perfazendo 0,38% da área total e são consideradas regular e restrita para o manejo C. Já as áreas consideradas inaptas para o cultivo da cana totalizam 1.738 km², e corresponde a 10,82% do total da área. Estão localizadas em áreas de declividade superior a 12%, nas escarpas das serras.

Compreende-se então que uma das motivações para expansão da cana nessa microrregião é encontrada e traduzida nas classes de aptidão agrícola favoráveis, num nível de manejo altamente tecnificado, como demanda a cana -de- açúcar. Entretanto, a maior parte das terras da microrregião possui alta e média aptidão agrícola para o cultivo de cana-de-açúcar. No total 80,33% das áreas são consideradas de boa aptidão para o cultivo da cana, para qualquer um dos dois níveis de manejo (B ou C), ou para os dois juntos. Ambas encontram-se sobre os referidos Latossolos e relacionadas às Superfícies Regionais de Aplainamento, em sua maioria com declividades de até 6%, o que corrobora assim, o Zoneamento Agroecológico realizado pela EMBRAPA (MANZATTO, 2009) para o estado de Goiás. A figura 27 mostra parte desse zoneamento, onde se observa que para o Sudoeste goiano (em destaque) a maioria é indicada com aptidão média, atualmente com agricultura ou pastagem, e apenas o

extremo sul indica elevada aptidão. Justamente essa é a área aqui mapeada também com elevada aptidão em escala de maior detalhe que aquela utilizada pela Embrapa.

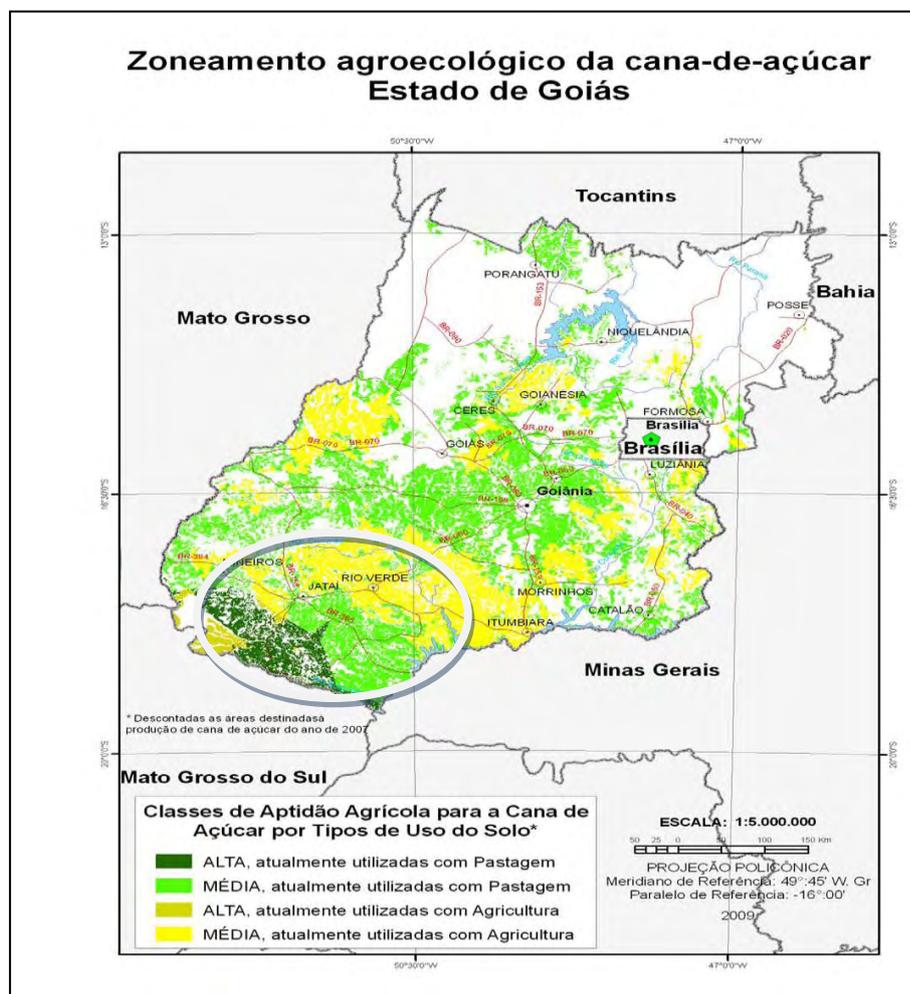


Figura 27 – Zoneamento Agroecológico da cana no estado de GO
Fonte: EMBRAPA (Manzatto, 2009).

Quanto às Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com órgãos ambientais como, a *Conservation International - CI* e o WWF, grande parte da MRQ, já sofreu com práticas de desmatamento e substituição das várias fitofisionomias originais do Cerrado, tendo como principais responsáveis por essas ações, atividades agropecuárias decorrentes da crescente expansão da fronteira agrícola no Centro-Oeste brasileiro. Nesse cenário, a inserção da cana na microrregião ocorre em áreas já ocupadas com outras culturas e pastagens, aparentemente não sendo responsáveis por novos desmatamentos na região. O cultivo da cana-de-açúcar aparece como um dos

destaques de demanda frente aos outros tipos de culturas agrícolas, reflexo das políticas públicas recentes de incentivo para a produção dos biocombustíveis pela indústria sucroalcooleira.

Segundo estudos de SILVA e CASTRO (2011), a microrregião conta atualmente com uma área de 247.225 ha de vegetação natural, o que corresponde a 15% do total da área. É constituída pelas Reservas Legais, Áreas de Preservação Ambiental (APAs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs). A função ambiental das Áreas de Preservação Permanente é preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. Assim, com apoio de bases cartográficas já levantadas para esse mesmo trabalho e também do acervo do LABOGEF/UFG foi possível levantar as seguintes APPs na MRQ:

- Áreas com declive superior a 45%;
- Nascentes – APP de 50 metros;
- Veredas – APP de 50 metros;
- Lagos em áreas rurais – APP de 100 metros;
- Drenagens de 0 – 10 metros - APP de 30 metros;
- Drenagens de 10 – 50 metros - APP de 50 metros;
- Drenagens de 50 – 200 metros - APP de 100 metros;
- Drenagens de 200 – 600 metros - APP de 200 metros;
- Drenagens maiores que 600 metros - APP de 500 metros.

Conforme mostra a figura 28, as APPs encontram-se nas áreas com declive superior a 45%, as nascentes (APP 50 m), as veredas (APP 50 m) e os lagos em áreas rurais (APP 100 m) e constituídas pelas matas ciliares. Além dessas áreas, estão inseridas também nessa categoria, as áreas de drenagem, que contam com 47.070 ha (2,93% da área). Tal estudo se torna de suma importância, uma vez que no processo de expansão da cana, todas estas áreas deverão ser protegidas pela legislação ambiental federal sendo, portanto, áreas não aptas ao cultivo da cana-de-açúcar.

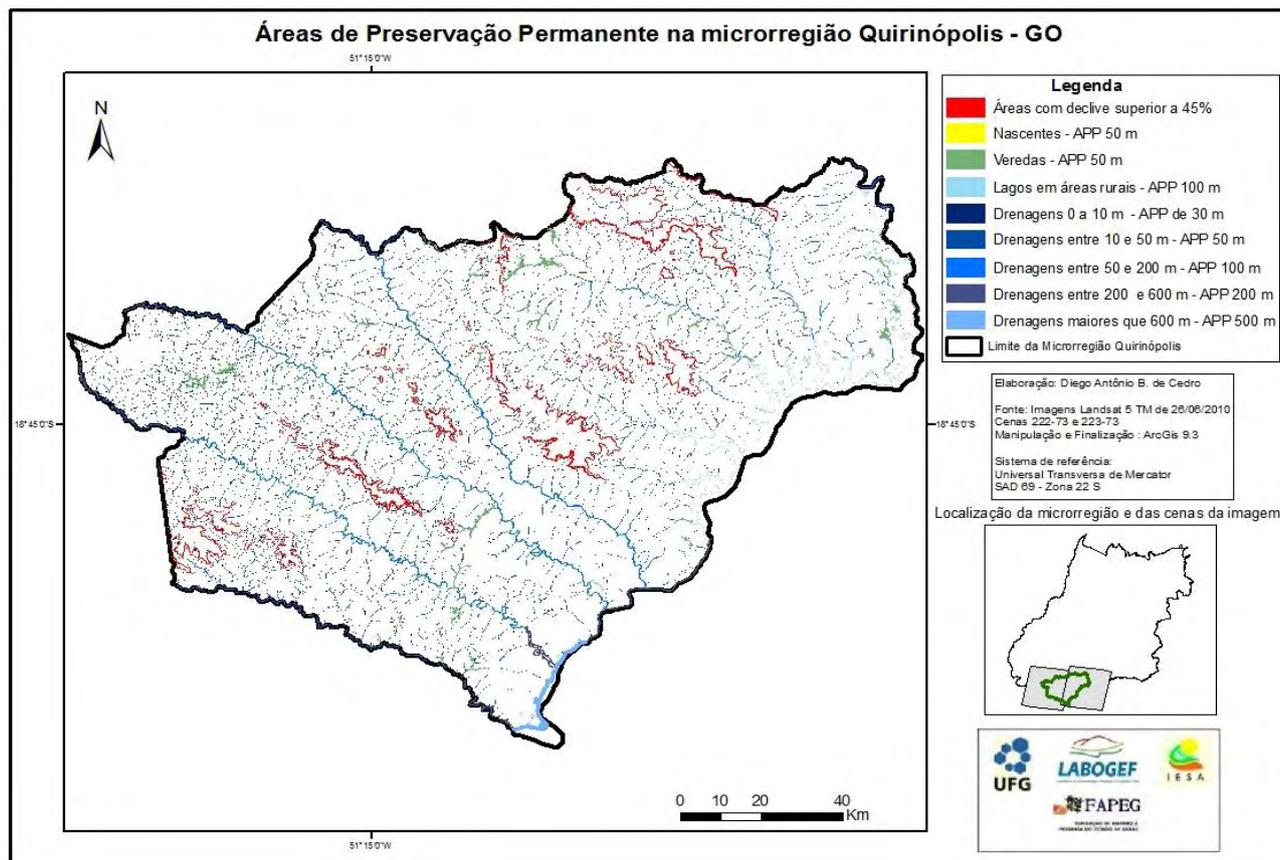


Figura 28 – Áreas de Preservação Permanente na Microrregião de Quirinópolis – GO
 Fonte: Imagens de satélite Landsat TM5 – 2010. Elaboração: Cedro, 2011.

Somando-se o total de áreas de APP pode-se chegar ao valor de 1.434,99 km² o qual pode ser deduzido da área total com aptidão. Em relação às áreas dos remanescentes, Silva, Borges e Castro (2011) não constataram redução significativa na MRQ, que em 2004 contava com 247.932,100 ha, o que correspondia a 15,42% do total da área. Em 2010, a área de vegetação natural apresentou 247.225,400 ha, ou seja, 15,38% da área total da microrregião, portanto, uma redução de apenas (- 0,4%). Logo não houve e nem está havendo desatamentos significativos na MRQ.

A Aptidão agrícola *versus* o Uso do solo

Correlacionando o mapa de aptidão (Fig.26) com o mapa de uso de 2010 (Figura 25) é possível identificar sobre quais tipos de solos e de uso anterior, bem como a aptidão agrícola dessas áreas em que a cana se expandiu na microrregião.

Conforme já exposto e mostrado no mapa de uso do ano de 2006 pode-se observar que a cana inicia sua expansão, ainda que de forma tímida, pelos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, localizados a leste da microrregião. Tais áreas estão inseridas nos Latossolos Vermelhos distroférico os quais dominam as superfícies geomórficas de topografia plana a suave ondulada. E conforme nos mostra o mapa de aptidão, essas áreas são caracterizadas de alta e média aptidão agrícola, ou seja, são solos que possuem as melhores características para cana-de-açúcar na área em estudo. O mapa de uso nos revela que as áreas associadas às culturas anuais, sobretudo, de grãos (soja) foram as primeiras a serem ocupadas com o cultivo de cana.

Assim, a cana entrou primeiramente nas melhores áreas, com melhor aptidão agrícola e em particular para a cana. Acredita-se que isso se deve ao fato dessas áreas estarem assentadas nos melhores solos (Latossolos), de melhor infraestrutura (parte herdada do cultivo da soja), com grande disponibilidade hídrica, associados a relevos suaves ondulados, das Superfícies Regionais de Aplainamento, com declividade menor que 12%, em grandes áreas contínuas, resultando assim, em áreas aptas e favoráveis, com alta aptidão agrícola para o plantio da cana, construída a partir das demandas edafoclimáticas e agroclimáticas da planta e também pelo mercado.

Num segundo momento já a partir de 2008, a expansão se dirige para as áreas de pastagens. Tal processo ocorre concomitante às áreas de grãos. Nesse momento, a expansão passa a se dirigir aos Latossolos Vermelho distrófico, nas áreas de pastagens, consideradas menos nobres e logo menos aptas. Essas áreas apresentam média aptidão agrícola para o cultivo da cana.

Justamente essa situação é que chama a atenção em vários sentidos, mas um se torna preocupante, por um lado por substituir culturas e pastagens em áreas de alta e média aptidão, respectivamente, as quais certamente já influenciaram no custo da terra para as empresas sucroalcooleiras (mais alta nas áreas de maior potencial e mais baixas na de médio). Nas primeiras porque demanda uma reorganização do sistema produtivo voltado para grãos e carne, como nos municípios de Rio Verde e Jataí, por exemplo. Nas segundas porque além dessa demanda, certamente demandarão ainda maiores investimentos no controle preventivo de impactos ambientais e certamente implicará em maiores custos de produção, o que, sem querer simplificar a questão, provavelmente

pode estar sendo compensado pelo custo da terra ser mais baixo (MIZIARA, 2006; CASTILLO, 2007).

E por último no ano de 2010, constata-se que as áreas de pastagem são largamente as dominantes em termos de substituição pela cana-de-açúcar, haja vista, que a oferta das áreas de grãos já vinha sendo esgotada.

Assim, de modo conclusivo, os resultados da pesquisa mostraram que as terras da microrregião são consideradas como de predomínio de média aptidão agrícola para a cana-de-açúcar e por tipos de uso do solo, inicialmente utilizadas com pastagens e agricultura, que agora estão sendo convertidos à cultura da cana-de-açúcar. Não há, portanto, conflitos de uso, e termos de aptidão, mas a atenção deve se voltar ao manejo da cana, já que forte mecanização, aplicação intensa de insumos e outros produtos químicos são característicos.

Ai se encontra, portanto, as razões da nova centralidade da cana no Cerrado e no estado de Goiás, representadas pela MRQ. Mas, para testar essa hipótese de *Centralidade*, o tópico seguinte apresenta as etapas de expansão da cana na Microrregião de Quirinópolis, seguido dos impactos ambientais mais significativos das atividades canavieiras nas fases agrícola e industrial.

As etapas de expansão da cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis: a hipótese de uma nova centralidade

Neste tópico são apresentadas as etapas da inserção e expansão da cana-de-açúcar no Sudoeste goiano, focado na microrregião de Quirinópolis – MRQ, corroborando um dos cenários relativos às doze áreas para expansão da cana definidas para a região Centro-Sul do país, propostos pela ÚNICA/UNICAMP (2005), e enquadrando-a na teoria de expansão da *Nova Fronteira Agrícola* (MIZIARA, 2006), em função das exigências da cultura de fácil manejo e de tecnologia (CASTRO et al. 2010), e os fatores logísticos (CASTILLO, 2010a).

Analisando-se os dados da expansão canavieira na MRQ pode-se subdividi-la em três etapas ou períodos (Quadro 03): 1ª etapa: de 2004 a 2006; 2ª etapa: de 2006 a 2008; 3ª etapa: de 2008 a 2010⁺ com base no ano de entrada e expansão que seguiu do cultivo da cana, atingindo o total de área (ha) plantada concomitante à data de instalação

das Usinas, as quais a irradiaram. Foram essenciais as entrevistas realizadas com representantes dos grupos empreendedores do setor sucroenergético, os mapas de uso do solo elaborados por Silva e Castro (2011) e os mapas dos talhões de cana elaborados pela autora com colaboração de Hebbia Rodrigues. (BORGES, RODRIGUES; CASTRO, inédito).

Quadro 03 – As etapas de expansão da cana para a Microrregião de Quirinópolis - GO

Etapas	Períodos	Usinas implantadas	Área plantada (ha)	Localização (Municípios)
1ª	2004 - 2006	-Usina São Francisco S/A -Usina Boa Vista S/A	5.790	Quirinópolis Gouvelândia
2ª	2006 - 2008	-Usina Energética São Simão S/A -Usina Rio Claro Agroindustrial S/A - A ETH Bioenergia.	50.640	Quirinópolis Gouvelândia, São Simão, Paranaiguara, Caçu, Cachoeira Alta
3ª	2008 - 2010+	-Central Energética Rio Doce Açúcar e Álcool Ltda. (Rio Doce I; Rio Doce II) -Complexo Bioenergético Itarumã	116.000	Quirinópolis Gouvelândia, São Simão, Paranaiguara, Caçu, Cachoeira Alta, Itarumã

Fonte: Pesquisa de campo realizado nas usinas pela autora (julho/2010).

1ª etapa de expansão (2004 – 2006)

Essa começa ao final do ano de 2004, quando chega ao município de Quirinópolis a Usina São Francisco S/A, do grupo São João de Araras (SP), do estado de São Paulo. A Usina deu início à construção de seu parque industrial, sendo inaugurada em 22/03/06. A ocupação agrícola teve início com o cultivo da cana no ano de 2005 em terras localizadas a Nordeste da MRQ, nos municípios vizinhos de Quirinópolis e Gouvelândia, em substituição às culturas, sobretudo, de grãos. Em 2006, a usina colheu sua primeira safra agrícola, dando início a produção de açúcar, álcool (anidro e hidratado) e também à co-geração de energia.

No final de 2005, chega também ao município de Quirinópolis, o segundo grupo do setor sucroalcooleiro, a Usina Boa Vista S/A, do grupo São Martinho, também do estado de São Paulo. A Usina inicia a construção de seu parque industrial em 2005 e suas atividades agrícolas em 2006, ocupando as terras localizadas a Sudeste da MRQ,

mais especificamente, à Sudoeste do município de Quirinópolis, em terras antes ocupadas, sobretudo, com uso de pastagens. Contudo, a Unidade Industrial entrou em operação somente em 18/04/2008, com a produção de álcool (anidro e hidratado) e também com a co-geração de energia (ainda não produz açúcar). A primeira moagem da indústria ocorreu na safra agrícola de 2008/09.

Com a instalação desses dois grandes grupos do setor sucroalcooleiro dá-se início, em seguida, à expansão da cana-de-açúcar (2004 a 2006) somando ao final desse período, uma área plantada de 5.790 ha, concentrada em dois dos sete municípios que compõem a MRQ: Quirinópolis e Gouvelândia. A figura 29 mostra a utilização da terra nesse período, com os tipos de uso e respectivas áreas de ocupação, sendo liderada pelas pastagens com uma área de 1.131.530 ha, seguida pela vegetação natural com 247.712 ha e em terceiro lugar a agricultura com 178.721 ha.

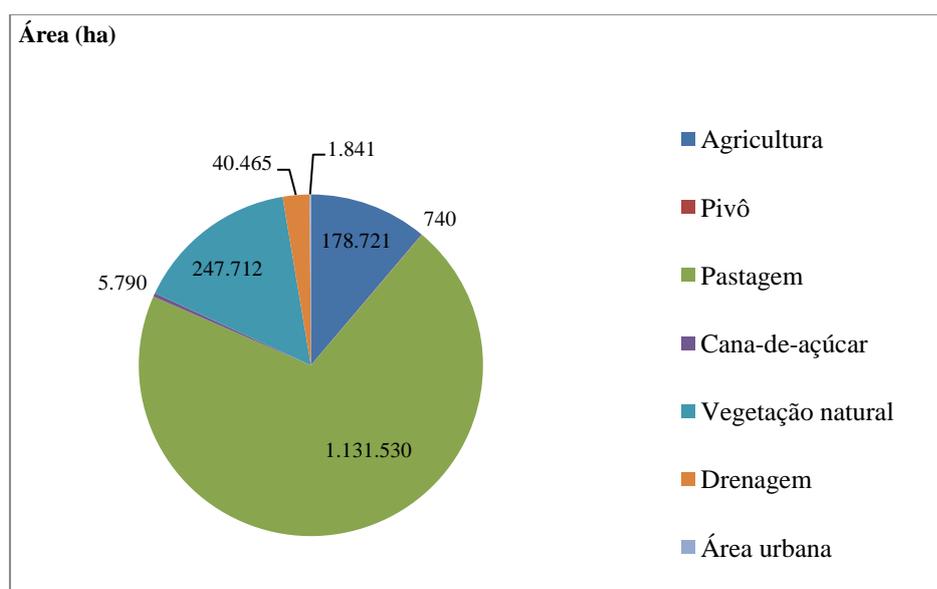


Figura 29 – Tipos de uso da terra na MRQ – 2006
 Fonte: Imagem Landsat 2006.SEFAZ- GO, 2006.
 Elaboração: Borges, 2011.

O mapa de uso da terra de 2006 (Figura 30) espacializa a área de cultivo da cana-de-açúcar no período analisado, de acordo com Silva e Castro (2011).

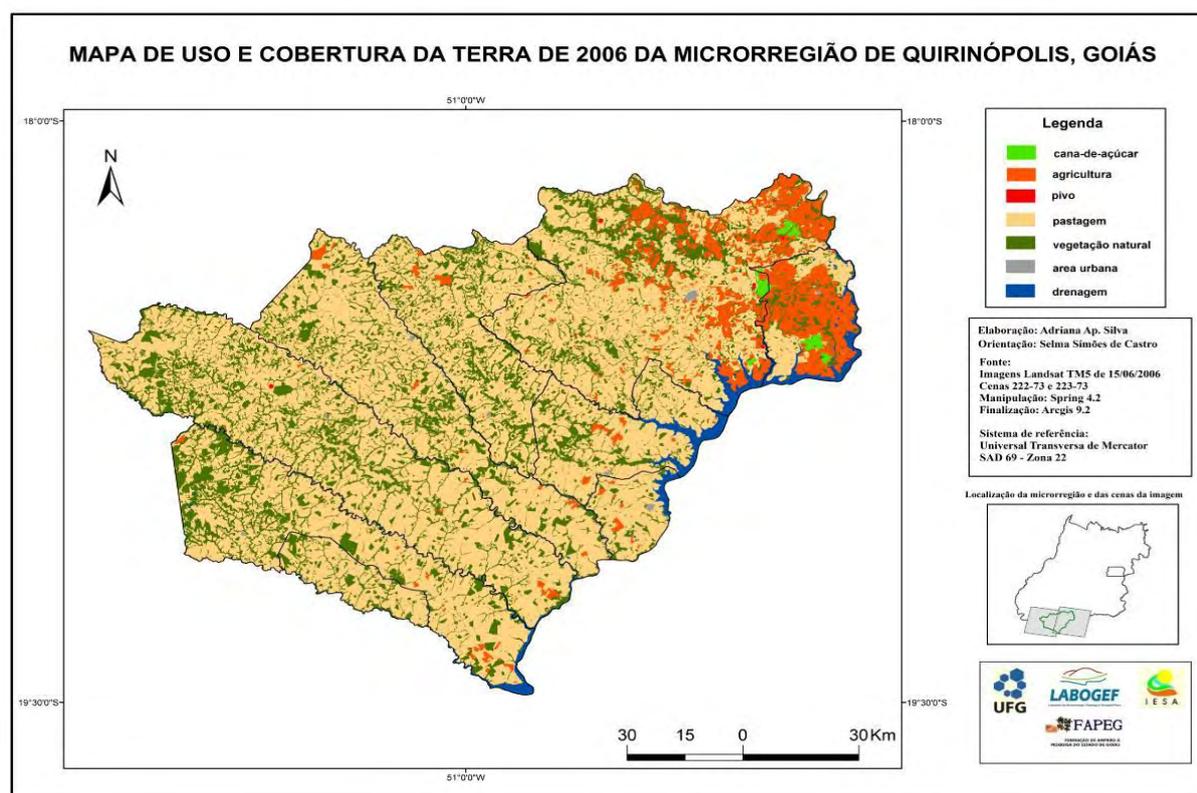


Figura 30 – Mapa de uso da terra na MRQ – Goiás (2006). Fonte: Silva; Castro, 2011.

Com o objetivo de identificar em que áreas ocorreram a expansão da cana na MRQ e sobre quais solos e respectivos usos anteriores, foi realizado um mapeamento em escala de detalhe, em cinquenta e seis áreas (talhões) localizadas no entorno da Usina São Francisco. A escolha dessas áreas se deu em função de serem as áreas que receberam inicialmente o cultivo da cana na MRQ, antes utilizadas com agricultura, pastagem e vegetação natural, que posteriormente, na safra 2005/2006, foram convertidas em cana-de-açúcar. A área total dos talhões mapeados foi de 17.240 hectares (Quadro 04).

Quadro 04 - Uso da terra (2004) e inserção da cana-de-açúcar na MRQ - (2005/2006)

Tipos de Uso	Área (ha)	(%)	Solos	(%)
Agricultura	10.601,883	61,49	Gleissolo Háplico distrófico - GXd	0,74
			Plintossolo Háplico distrófico - FXd	0,02
			Latossolo Vermelho Amarelo distrófico - LVAd	4,63
			Latossolo Vermelho distroférico - LVdf	55,85

Pastagem	4.070,264	23,60	Latossolo Vermelho distrófico - LVd Latossolo Vermelho Amarelo - LVA Neossolos Quartzarênicos - RQ Gleissolo Háptico distrófico - GXd	21,53 1,44 0,24 0,37
Vegetação	2.558,151	14,83	Latossolo Vermelho distrófico- LVd Latossolo Vermelho Amarelo - LVA Gleissolo Háptico distrófico - GXd Plintossolo Háptico distrófico - FX Cambissolo Háptico - CX	12,17 1,54 0,07 1,57 0,07
Área Urbana	9, 941	0,05	Latossolo Vermelho - LV	9,94
TOTAL	17.240,240	100		100

Fonte: Imagem Landsat 2004 e dados da SEFAZ- GO, 2006. Elaboração: BORGES, 2011.

Os resultados do quadro 04 revelam que com a entrada da cana houve inicialmente a substituição de culturas, com domínio sobre a área de grãos, com uma área reconvertida de 10.600 mil ha, representando 61,49% do total da área mapeada. As áreas de pastagens ocupavam o segundo lugar, com reconversão de 4.070 ha, correspondentes a 23% da área total, seguida pela vegetação natural, com 2.558 ha (14%). Ao se correlacionar o mapa de uso da terra (2004) com os primeiros talhões de cana (2005/2006) pode-se comprovar que a expansão da cana na MRQ ocorreu com substituição de culturas existentes por reconversão de uso, inicialmente nas áreas agrícolas de grãos (soja/milho) (Figura 31) localizadas na porção NE/E da MRQ, relacionada aos melhores solos, se dirigindo num segundo momento para as áreas de pastagens.

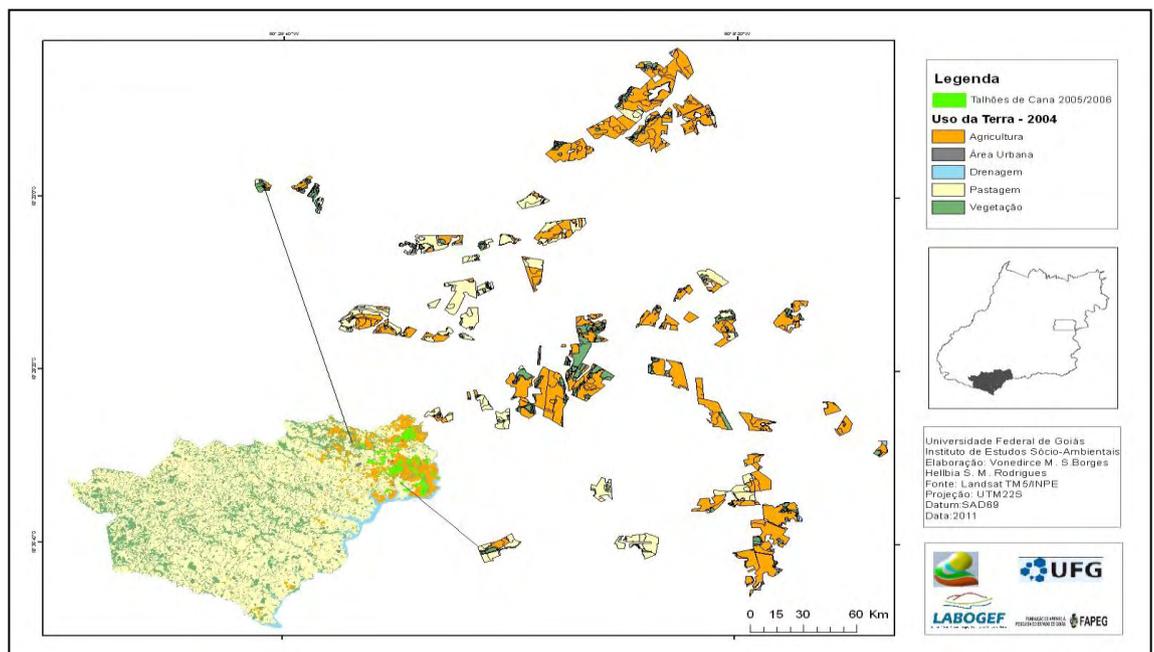


Figura 31 – Mapa do Uso do solo em 2004 sobrepostos pelas áreas de cana em 2005/2006 na USF – Microrregião Quirinópolis - GO

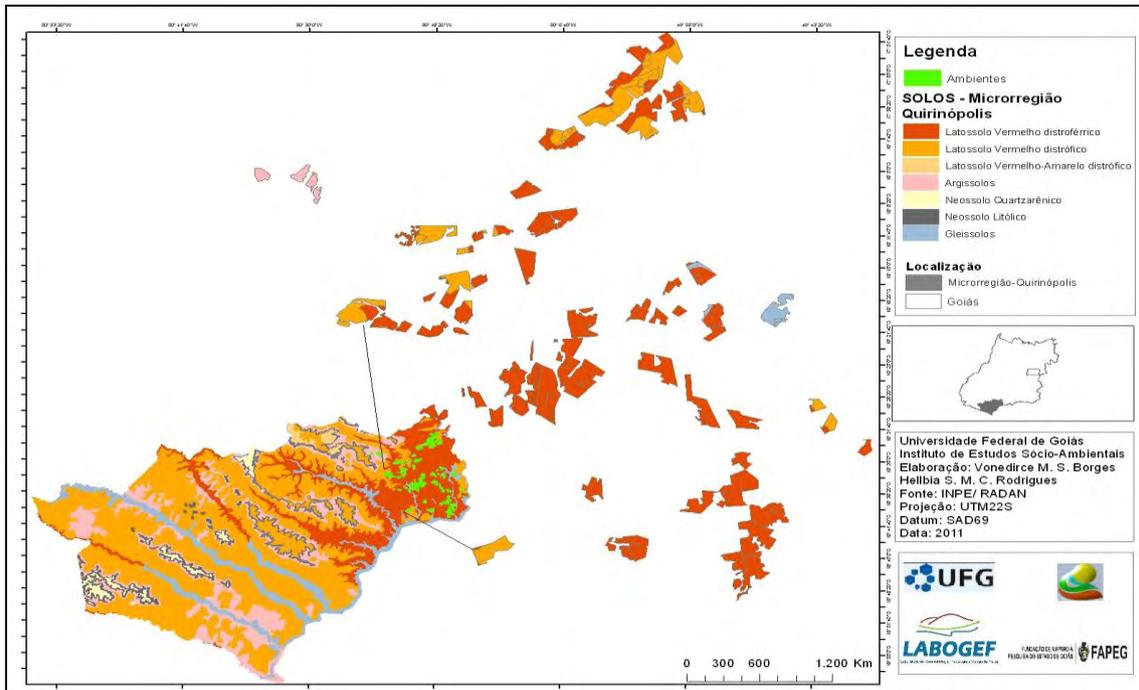


Figura 32 – Mapa de Solos com enfoque nas áreas de expansão da cana na USF - MRQ – Goiás.

Em relação aos solos, nos cinquenta e seis talhões foram identificadas cinco classes de solos, sendo a mais representativa e correspondente à expansão inicial, foi a dos Latossolos, representando 97,16 % (Figura 32), com destaque para os Latossolos Vermelhos distroférico (55,85%), seguidos pelos Latossolos Vermelhos distróficos (33,70%) (conhecidos pela elevada aptidão agrícola) e Latossolos Vermelho-Amarelos (7,61%). As classes dos Neossolos, Cambissolos, Gleissolos e Plintossolos corresponderam juntas a menos de 3% do total da área mapeada, não merecendo destaque.

Nessa primeira etapa de expansão da cana na MRQ, a ocupação das terras foi estratégica, uma vez, que a substituição se deu justamente nas áreas dos melhores solos da MRQ, que ainda preservavam o bom estado do manejo anterior com grãos, além de infra-estrutura herdada, o que certamente incorreria em menor custo de produção no começo, fórmula econômico-financeira útil na fase de implantação das mesmas. Portanto, a empresa sucroenergético obteve vantagem em termos de custo-benefício, podendo reservar capital para a fase seguinte da expansão apenas da parte agrícola, como correção/adubação e recuperação dos solos menos nobres, compactados, em áreas de pastagens, promovendo a 2ª etapa de expansão. Soma-se a isso, a posição geográfica privilegiada da MRQ (fator logístico), o que diminui consideravelmente os custos com o transporte dos produtos da cana.

Tais constatações corroboram estudos de CASTRO et al. (2007; 2010) e CASTILLO (2010a; 2010b), quando afirmam que os fatores que nortearam a expansão do cultivo da cana-de-açúcar em direção à região Sul do estado de Goiás foram as aptidão edafoclimáticas e a logística (existente e potencial). Corroboram também a idéia de que teria ocorrido um *zoneamento induzido* (CASTRO, 2007/2010) que *orquestrou* as mudanças de uso das terras e de suas funções, sem mudar a estratégia de produção de *commodities* agrícolas, mas desta vez criando disputa por áreas entre a cana e as culturas já instaladas, como a soja e as pastagens (MIZIARA et al., 2011).

2ª etapa de expansão (2006 – 2008)

A segunda etapa (2006 a 2008) começa com a instalação de duas novas Usinas: a Usina Energética São Simão S/A e a Usina Rio Claro Agroindustrial S/A - ou ETH Bioenergia. Nesse período deu-se um aumento exponencial da área de cultivo de cana,

que passou de 5.790 ha em 2006 para 50.640 ha em 2008 (≈ 10 vezes em 2 anos!) (CANASAT/INPE) avançando em direção ao Centro-Oeste da MRQ, sobre áreas de pastagens, nos municípios de Paranaiguara, São Simão, Caçu e Cachoeira Alta.

A implantação do parque industrial da Usina Energética São Simão S/A teve seu início em 2006 no município de São Simão - GO, divisa com Minas Gerais, sendo inaugurada em 25/06/2008. Trata-se de um complexo agroindustrial destinado à produção de álcool, na primeira etapa e de açúcar, em sua segunda etapa, com previsão de operar com capacidade total em 2012. Sua primeira safra agrícola foi colhida em 2008/09, nos municípios de São Simão e Paranaiguara.

A Usina Rio Claro Agroindustrial S/A - ou ETH Bioenergia, foi instalada no ano de 2007, na divisa dos municípios de Caçu/Cachoeira Alta. A Usina inicia o cultivo de cana ocupando as terras de dois municípios goianos (Caçu e Cachoeira Alta). A partir de agosto de 2008, realiza a sua primeira moagem, dando início à produção de álcool (anidro e hidratado) e também à co-geração de energia.

Assim, no final de 2008 a MRQ já com um total de quatro usinas em operação, a cana-de-açúcar cobre uma área de mais de 50. 641 mil ha (SILVA e CASTRO, 2011) (Figura 33), fato relevante para uma região que tinha na agropecuária (grãos e pecuária) a sua base econômica.

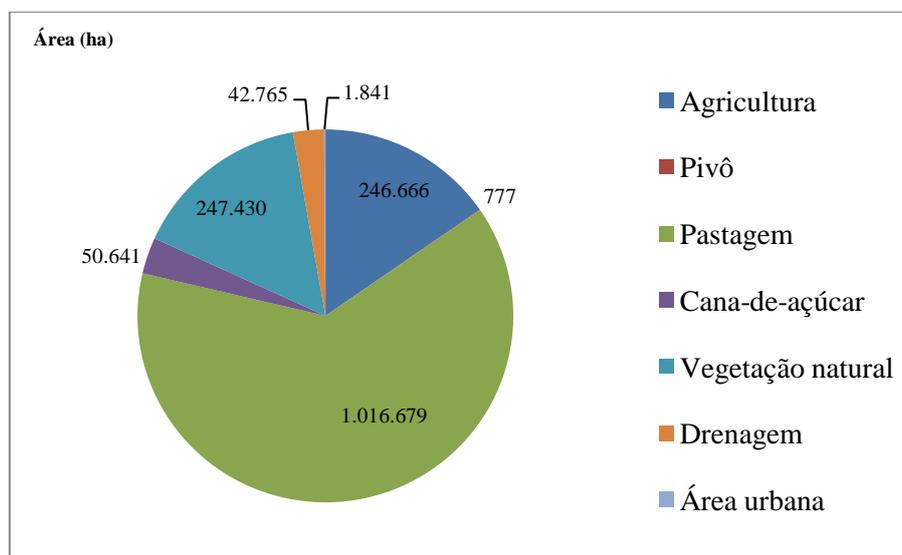


Figura 33 - Tipos de uso da terra na MRQ – Goiás, em 2008.
Fonte: Silva, 2011. Elaboração: Borges, 2011.

Pode-se notar que houve uma redução na área de pastagens nesse período, em torno de 7%, e uma nova expansão da cana (3%), mas pode-se dizer que prevaleceu a substituição de áreas de pastagem sobre as demais culturas (SILVA e CASTRO, 2011). O mapa de uso e cobertura da terra de 2008 (Figura 34) comprova essa interpretação.

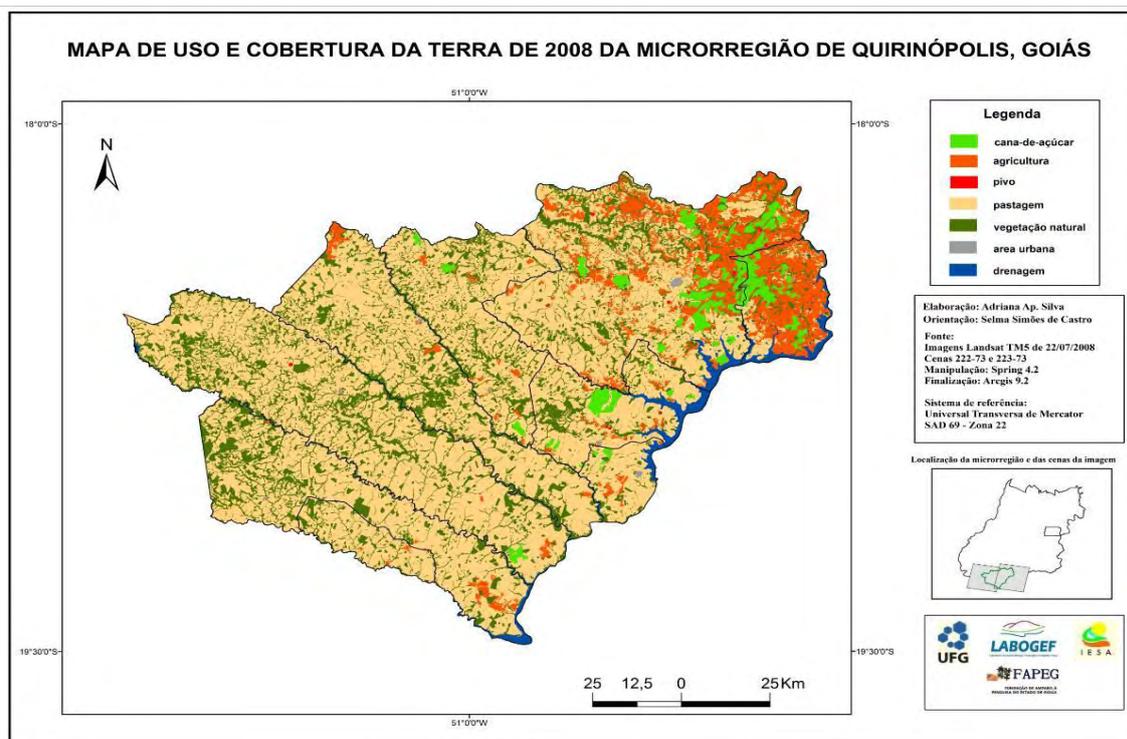


Figura 34 – Mapa de uso da terra na Microrregião de Quirinópolis – Goiás (2008).
Fonte: Imagem Landsat 2008; SEFAZ- GO, 2008 (SILVA; CASTRO, 2011).

Nesse intervalo de tempo (dois anos) pode-se constatar que a agricultura apresentou um pequeno aumento de área, cerca de 4%, fato esse que se deve ao cultivo de grãos, sobretudo soja, como prática usual adotada na recuperação das pastagens degradadas para melhoria do solo das áreas para o plantio da cana. Esse aumento é pontual e ocorre por uma ou duas safras sucessivas. Essas áreas que receberam o cultivo de cana, porém, não foram contabilizadas como áreas de grãos, e sim, de cana.

3ª etapa de expansão (2008 a 2010)

A terceira etapa ocorreu a partir de 2008, quando a área plantada com cana já atinge mais de cem mil hectares e sete dos nove municípios da MRQ, exclusive os de Itajá e Lagoa Santa. Além dos quatro grupos do setor sucroalcooleiro que se encontra

em operação, a MRQ também nesse período outros três grupos do setor, com projetos já aprovados, porém, ainda em fase de implantação. Tais empreendimentos são: Central Energética Rio Doce Açúcar e Álcool Ltda., que possui dois projetos aprovados, a Rio Doce I, que está localizada em Cachoeira Alta e a Rio Doce II, localizada em Caçu. Ambas já aprovadas, porém ainda se encontram operando apenas com o cultivo agrícola de cana, nos referidos municípios. E por último, o Complexo Bioenergético Itarumã que também já foi aprovado e se encontra em fase de implantação. Tal empreendimento ocupa terras do município de Itarumã com o cultivo de cana desde o ano de 2009. Vale destacar, que embora esses grupos ainda não contem com suas Unidades Industriais, eles já cultiva a cana nas áreas dos municípios que estão inseridos, desde 2009.

Nessa etapa, já se observa uma tendência à ocupação de áreas antes ocupadas pela pastagem, a partir de 2008. Vale lembrar que a partir de 2008, a oferta das melhores áreas de agricultura já tinha acabado, mas a expansão da cana continua, com aumento de 4%, com relação ao cenário anterior, e provoca uma nova redução das pastagens (- 6%), prevalecendo neste momento a substituição de pastagens por soja e cana.

Na MRQ o uso do solo mais recente (2010) continua sendo de pastagens plantadas, com 57% da área agrícola (926.003 ha), seguindo-se a agricultura (de ciclo curto), com 16% da área (268.072 ha), e a vegetação natural com 15% (247.225 ha) (Figura 35).

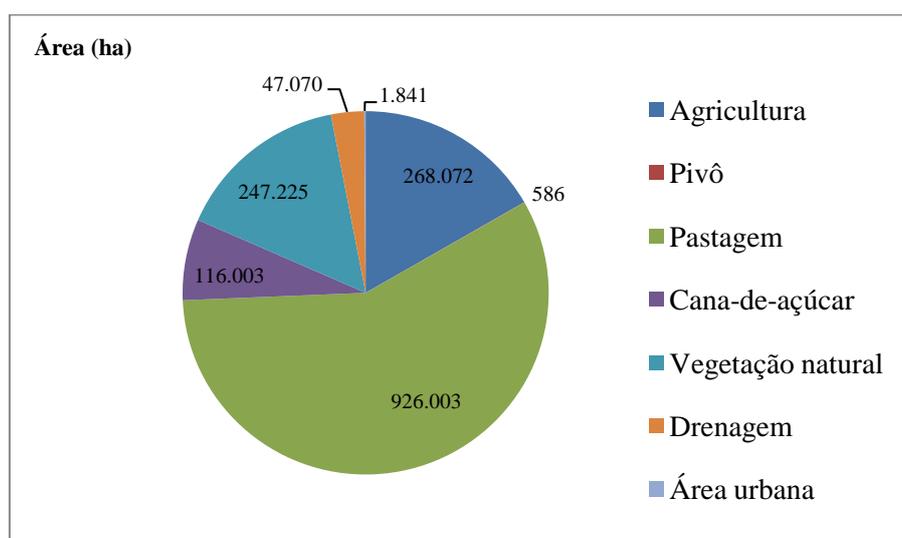


Figura 35 - Tipos de uso da terra na MRQ – Goiás (2010)

Fonte: Silva, 2011. Elaboração: Borges, 2011

Convém chamar a atenção para o fato de que a cultura da cana no município de Quirinópolis em 2010 já ocupava o quarto lugar no estado de Goiás, e uma área de 116.003,007 ha (Silva, 2011) o que corresponde a 7,23% da área da microrregião (figura 36).

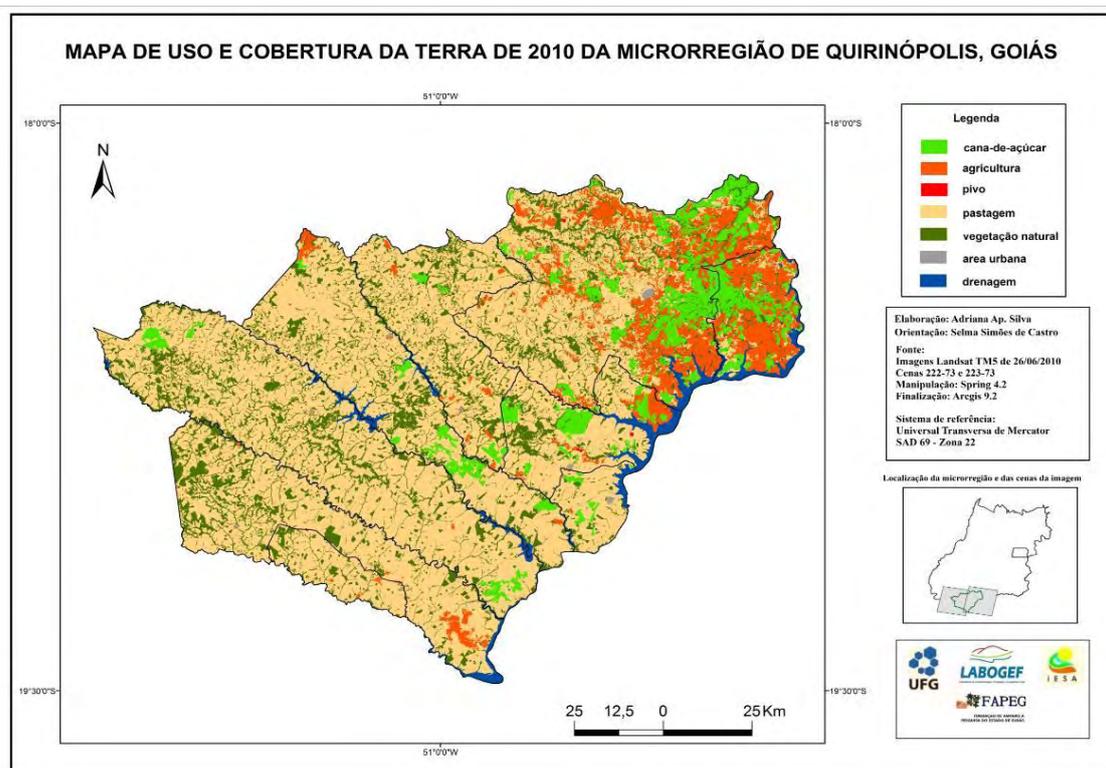


Figura 36 – Mapa de uso da terra na Microrregião de Quirinópolis – Goiás (2010)
 Fonte: Imagem Landsat 2010 e dados da SEFAZ- GO, 2010 (SILVA; CASTRO, 2011).

De acordo com essa periodização exposta a MRQ vivencia desde 2004, sobretudo 2006, uma expansão exponencial do cultivo de cana e de instalação de unidades industriais, de grupos oriundos, sobretudo, de São Paulo. Neste processo acelerado, é importante considerar que a expansão da cana-de-açúcar nessa microrregião apresentou duas situações distintas e subsequentes. Uma para os municípios de Quirinópolis/Gouvelândia que tinham um perfil de agricultura de grãos antes da chegada da cana e outra considerada para a MRQ como um todo, que tinha e ainda têm a pecuária extensiva como predominante em termos de uso.

A tabela 16 mostra de forma sintetizada, segundo dados de SILVA e CASTRO (2011), a situação para a MRQ, onde a cana apresentava no final de 2010 uma área de 116 mil hectares.

Tabela 16 – Uso do solo e expansão da cana-de-açúcar na MRQ – GO (2004 – 2010).

Tipo de	2004		2006		2008		2010	
Uso	Área (ha)	(%)						
Agricultura	149.585,741	9,31	178.721,396	11,12	246.666,438	15,35	268.072,572	16,68
Pivô	769, 441	0,05	740, 745	0,05	777, 908	0,04	586, 901	0,03
Pastagem	1.166.208,	72,58	1.131.530,210	70,41	1.016.679,451	63,27	926.003,100	57,63
Cana	0	0	5.790,550	0,36	50.641,397	3,16	116.003,007	7,23
Veg.natural	247.932,100	15,42	247.712,682	15,42	247.430,337	15,40	247.225,400	15,38
Drenagem	40.465,910	2,52	40.465,910	2,52	42.765,960	2,66	47.070,512	2,93
Áreaurbana	1.841,807	0,12	1.841,807	0,12	1.841,807	0,12	1.841,807	0,12
Total	1.606.803,300	100	1.606.803,300	100	1.606.803,300	100	1.606.803,300	100

Fonte: Silva & Castro (2011). Fonte: imagens Landsat ETM5.

Tal situação corrobora o discurso do Governo Federal, que promove a expansão da cana-de-açúcar em substituição às áreas de pastagens degradadas, levando a pensar que prevalece a substituição de áreas de pastagem, tanto para a cultura de soja, como para o cultivo de cana. Têm-se então, além da reconversão de uso (pasto/soja/cana) a diminuição das áreas de pastagens e um novo impulso da cana-de-açúcar.

Conclui-se, portanto, que o processo de expansão sucroalcooleira recente na MRQ, corrobora os estudos de CASTRO et al. (2007; 2010) e de SILVA e MIZIARA (2011), quando apontam a tendência à substituição de culturas, no período analisado, ambas nas mesmas áreas do percurso seguido pelos grãos e pecuária desde a década de 1970. Tal reconversão de uso quer seja na agricultura/cana, pastagem/cana, ou ainda, pastagem/agricultura, têm provocado também a migração das áreas de pastagem dentro da própria microrregião e/ou deslocando-se para outras regiões do estado, e quem sabe, do país, o que foge ao escopo deste trabalho, mas merece ser estudado como impactos indiretos da expansão da cana.

Outro fato relevante é que corrobora também a proposta da ÚNICA/UNICAMP (2005) quanto à citada área A04, como área potencial, o que comprova a ideia de que a nova centralidade da cana no Sul Goiano e no Centro Sul do Cerrado foi planejada. Os

dados apresentados no capítulo I, relativos à produção e área cultivada no estado de Goiás por município, revelaram que a MRQ, em particular o município de Quirinópolis, não só concentram os maiores valores do estado, o que confirma a centralidade, como também revela que o processo não acabou, ou seja, a expansão deve continuar, a julgar pelas usinas que estão em implantação, das sete aprovadas para a MRQ, além das *joint venture* materializadas pelas duas maiores e mais antigas usinas da microrregião (USF e UBV), com internacionalização do capital.

Projeções de cenários futuros para MRQ (2015 – 2040)

Considerando as projeções realizadas pela ÚNICA/MAPA (2009) para o Centro-Sul do país e, por conseguinte, no Sudoeste Goiano, e considerando as expectativas do Governo brasileiro, expressas na Política Nacional de Agroenergia (2006) (BRASIL/MAPA, 2006), com projeções de crescimento e consolidação das expectativas de consumo e exportação de etanol e açúcar, é que se propõe uma projeção de cenário de expansão para a MRQ. Tal expansão vem de encontro à demanda adicional de 220 milhões de toneladas de cana e a incorporação de 3 milhões de hectares de novas áreas, o que representa uma demanda estimada de 25 bilhões de litros para 2013 e uma oferta total de etanol próxima a 30 bilhões de litros para 2015, agregando-se aí o volume previsto para exportação (MAPA, 2010).

Baseado nesses fatores, é que, dois dos maiores grupos do setor sucroenergético do país, implantados em Quirinópolis (USF e UBV) apresentam cenários com projeções expansionistas em médio e longo prazo. Tal expansão se encontra fortemente amparada pelas recentes políticas públicas e privada de expansão da cana-de-açúcar para o Centro-Sul, bem como, pelos respectivos grupos do setor sucroenergético, e consubstanciada ainda pelos altos investimentos e interesses do capital externo e interno (*joint venture*) além de financiamentos do PRODUZIR, FCO e BNDS. Neste contexto, é apresentado, a título de ilustração, o planejamento de produção da USF para as próximas décadas (Tabela 17). Segundo informações da Usina o foco é melhorar as eficiências industriais, garantir a estabilidade na colheita agrícola e ampliar o *mix* de açúcar, alcançando em trinta anos uma área de 280 mil hectares e uma produção (moagem) de vinte milhões de toneladas de cana, com a geração de 800 empregos.

Tabela 17 – Planejamento de produção agrícola/industrial da Usina São Francisco S/A

Levantamento	2014/15	2019/20	2024/2025	2029/30	2034/35	2039/40
PLANTIO - Agrícola						
Área (ha)	95.294	127.059	211.765	282.353	282.353	282.353
Produção (t./ha)	85	85	85	85	85	85
PRODUÇÃO – Indústria						
Moagem (t)	6.750.000	9.000.000	15.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
Etanol (m ³)	294.540	392.839	652.957	871.735	871.735	871.735
Açúcar (t)	424.134	565.729	940.945	1.265.995	1.265.995	1.265.995
Energia (kW)	417.361.000	602.086.000	1.090.613	1.503.199	1.503.199	1.503.199
Empregos	600	700	750	800	800	800

Fonte: Usina São Francisco – Setor de Gerência Industrial, 2011.

Em relação à Usina Boa Vista, a atual capacidade de moagem de cana da unidade é de 3 milhões de toneladas por safra. No ciclo atual (2011/12) foram processadas 2,3 milhões, mas a partir dos aportes previstos deverá atingir 8 milhões de toneladas em 2014/15, destinadas exclusivamente à produção de etanol, com equação final de 30% a 40% da cana sendo fornecida por produtores parceiros. A produção de etanol crescerá de 210 milhões de litros neste ciclo para 700 milhões de litros em 2014, distribuídos igualmente entre anidro e hidratado. Onde serão mais de 3.000 colaboradores diretos, numa área cultivada com cana de açúcar com mais de 100 mil ha. A co-geração de energia, atualmente em 220 mil Megawatt-hora (MWh), avançará para 600 mil MWh.

A expansão contará com o seguinte cronograma: safra 2012/13 com a expansão da capacidade instalada de atuais 3 milhões para 3,4 milhões de cana. Em 2013/14, a capacidade será expandida para 4 milhões de toneladas e, em 2014/15, totalizar as 8 milhões de toneladas. A expectativa é criar 3 mil novos postos de trabalho diretos e indiretos na região de Quirinópolis até 2014/15. Na safra atual, a Usina Boa Vista produziu cerca de 210 milhões de litros de etanol. Assim, projeta-se um cenário futuro a curto, médio e longo prazo, de grandiosa expansão para a microrregião de Quirinópolis, incentivados agora pelo viés logístico e, sobretudo, pelos recentes investimentos consumados pelas *joint venture* além de incentivos fiscais e financiamentos (BNDES, FCO, PRODUZIR e outros) amparados nas projeções de crescimento e consolidação das expectativas de consumo e exportação de etanol e açúcar no país.

No tópico seguinte serão identificados e analisados os impactos ambientais mais significativos das atividades canaveiras nas fases agrícola e industrial, decorrentes, sobretudo, do preparo e manejo do solo na MRQ.

Os principais impactos ambientais da agroindústria canaveira na MRQ

A implantação e o desenvolvimento de um sistema sucroalcooleiro normalmente implicam em vários impactos: os impactos no uso de recursos materiais (principalmente energia e bens materiais); os impactos no meio ambiente (qualidade do ar; clima global; suprimento de água; uso/ocupação e manejo/conservação do solo e recursos hídricos; biodiversidade); visando, dentre outros aspectos, a sustentabilidade da base de produção agrícola, com a resistência a pragas e doenças; o impacto nas ações comerciais, em se tratando de competitividade e subsídios; e finalmente os impactos socioeconômicos, com grande ênfase na geração de emprego e renda (MACEDO, 2005).

São vários os tipos de impactos que afetam os solos e os recursos hídricos em áreas agrícolas cultivadas com cana, conforme assinalaram Pasqualetto e Zito, (2000), dentre eles erosão, assoreamento, compactação, contaminação, perda de fertilidade, poluição de solos, águas e ar perda de biodiversidade. O potencial de instalação e evolução desses impactos ambientais merece estudos detalhados, e devem no presente caso, considerar a sazonalidade de chuvas e temperatura, que pode levar a uma pressão sobre os recursos hídricos, para fins de irrigação/fertirrigação; o sistema de manejo, que pode ser convencional ou direto (ou similar como plantio na palhada), este de elevada tecnologia para aumento de produtividade e controle preventivo de impactos; e o grau de conservação do solo relacionado ao uso de fertilizantes (MACEDO, 2005).

Inicialmente, deve-se considerar, sobretudo, o manejo do solo que pode levar à perda de fertilidade, à compactação e instabilidade estrutural, induzindo processos de erosão, assoreamento, formação de areais (desertificação induzida) e a perda da biodiversidade (incluindo a microbiota do solo e águas), dentre outros, cujos graus podem variar dada a prática ou não da irrigação, incluindo a fertirrigação, a queimada ou colheita mecânica, dentre outros (PASQUALETTO e ZITO, 2000). Os impactos de maior relevância identificados na MRQ são a erosão e perda de solos agricultáveis, a compactação e a perda de biodiversidade, além da contaminação.

Erosão hídrica

Lombardi Neto et al., (1975), consideram a erodibilidade como o potencial *natural* que os solos apresentam em serem erodidos, influenciado pelas suas características físicas, principalmente aquelas que afetam sua capacidade de infiltração e permeabilidade, e sua capacidade de resistir ao desprendimento e transporte pela chuva e escoamento superficiais concentrados.

Nesse sentido, com o objetivo de identificar os índices de erodibilidade da MRQ, foi elaborado o mapa de suscetibilidade à erosão segundo as Classes definidas por Salomão (1999; 2005). A análise do mapa (Figura 37) indica que a suscetibilidade à erosão hídrica da MRQ não é preocupante, ou seja, é pouco suscetível, exceto em faixas e pontos específicos aliados à declividade dos terrenos. Verifica-se que o índice de erosividade dominante nessa área é baixo. Vale ressaltar que a MRQ não indica intensidade notável ou alarmante de assoreamento até o momento.

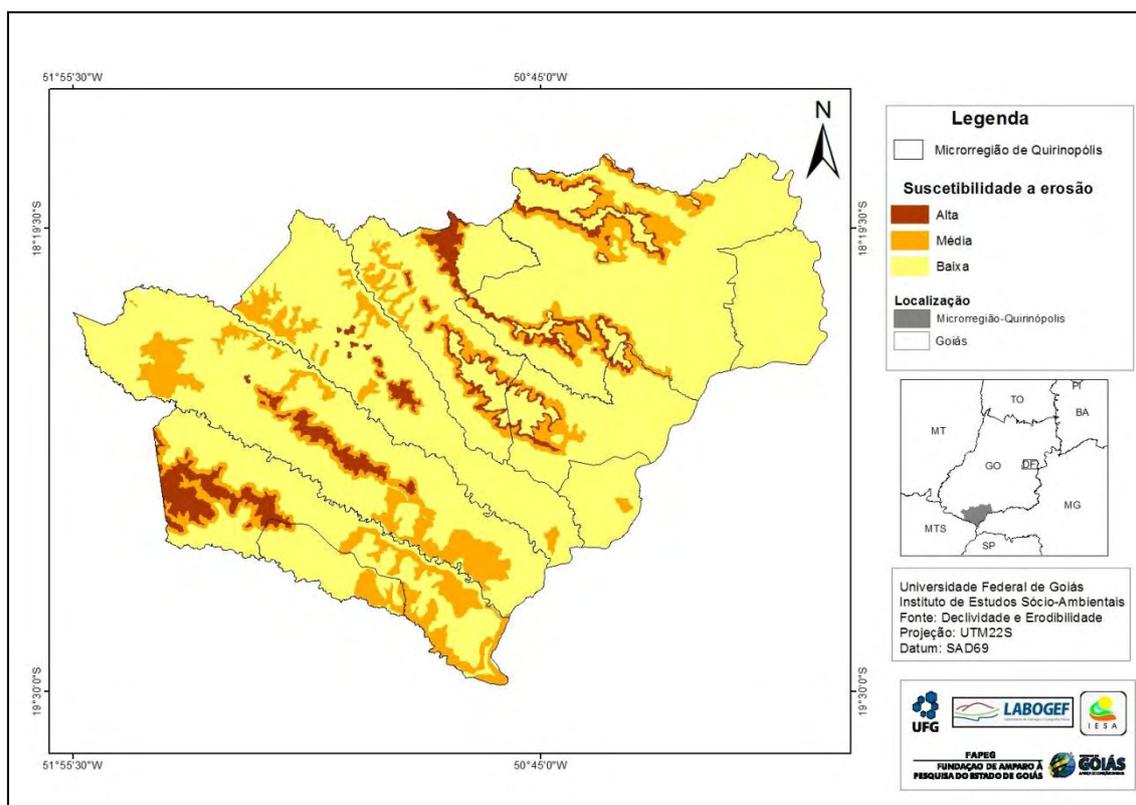


Figura 37 – Mapa de suscetibilidade à erosão hídrica da Microrregião de Quirinópolis.
 Fonte: Banco de dados do SIEG (2006) de Declividade e Erodibilidade.
 Elaboração: FARIA 2011.

- Compactação do solo

A pressão sobre o solo imposta por veículos e implementos agrícolas, (mecanização) pode levar à compactação e selagem do solo, ou seja, à sua degradação física (CAMARGO e ALLEONI, 1997). As práticas mecânicas dos implementos agrícolas (grades, arados, plantadeiras, colheitadeiras) afetam a estrutura dos solos em virtude do seu revolvimento o que tende a alterar a macroporosidade e, nesse sentido, reduzir a circulação hídrica e afetar a disponibilidade de nutrientes e água, logo com implicações na produtividade (SOARES et al. 2005a). Nos canaviais, o preparo do solo sob condições de umidade contribuem de forma expressiva para o aumento da compactação e erosão relacionada, porque são formadas camadas na superfície ou subsuperfície muito compactadas e duras que restringem fortemente a infiltração da água no solo e a penetração das raízes (SILVA e RIBEIRO, 1992).

A classe textural dos solos também condiciona a compactação. Yang (1977) já assinalava que devido à circulação de máquinas pesadas em solos de textura média a argilosa, a compactação do solo cultivado com cana-de-açúcar era considerada como um fator que afeta a produtividade. Isso decorria dos elevados níveis de mecanização dessa cultura e das não raras operações em condições de umidade ótima dos solos (o que os torna muito plásticos e assim deformáveis, logo compactáveis). Outra causa de compactação do solo é a operação de rotina de subsolagem em áreas de reforma dos canaviais, que além de ajudar na compactação também aumenta o custo da produção. Para Kirkham (1987) é uma prática necessária, pois promove a aeração do solo que propicia aumento da respiração e, conseqüentemente, o suprimento energético utilizado na absorção de nutrientes pelas raízes.

As principais conseqüências da compactação nas propriedades físicas do solo são o aumento da densidade, diminuição do tamanho dos poros e redução da condutividade hidráulica (KLEIN e LIBARDI, 2002). A compactação pode promover um rearranjo das partículas na matriz do solo, o que pode resultar não só em modificações na forma e continuidade dos poros do solo, mas também na degradação da sua estrutura (LHOTSKY et al. 1991). As modificações nestas propriedades do solo podem limitar o desenvolvimento do sistema radicular, bem como aumentar o escoamento superficial, aumentando a erosão.

Com o objetivo de avaliar as ocorrências de compactação (principal impacto identificado em campo na área em estudo) e outras evidências de degradação dos solos, 10 perfis de solo foram descritos e coletados na MRQ por Silva et al. (2011) para análises texturais e de fertilidade, dentre outras, das duas classes de solos representativas de onde ocorreu a expansão inicial e a subsequente consolidação da cana, com a cultivar SP 81 3250, todas no 4º corte do 1º ciclo, com manejo sem queima, altamente mecanizadas, com talhões fertirrigadas (vinhaça) e não fertirrigadas (adubação mineral), e áreas testemunho, com vegetação nativa (Cerrado) situados na área da Usina São Francisco, município de Quirinópolis, Goiás.

Para os LVdf os resultados de laboratório e de campo revelaram que dos seis perfis analisados, quatro apresentaram compactação, os quais são (1A, 1B, 2A, 2B) nos horizontes AB, AB, BA, AB respectivamente, portanto em posição subsuperficial nos perfis de solo. Apenas os perfis 6B e 7C não apresentaram características de solo compactado e são justamente os que se situam em áreas com preparo do solo com soja antes da cana e Cerrado conservado, respectivamente (SILVA et al, 2011a).

Comparando os dois perfis com o mesmo histórico de uso, soja/cana (fertirrigada – 1A e não fertirrigada -1B), o primeiro, apesar de ter o manejo de cana fertirrigada (vinhaça) desde 2008 também apresentou resistência média à penetração no horizonte AB. Tal resistência é atribuída à herança de cultivos anteriores de soja, consequência de compactação que atinge os subsuperficiais (pé-de-grade), devido seu manejo altamente tecnificado. Já nos perfis com históricos de usos de pasto/cana fertirrigada (2A) e pasto/cana não fertirrigada (2B) foi observada uma compactação mais forte, nos horizontes BA e AB respectivamente, atribuída ao uso de pastagem extensiva, sem o manejo adequado (reforma do pasto, correção e conservação do solo, gradagem, subsolagem, dentre outros) que ao longo dos anos (25 anos), teve a pecuária como ocupação e o pisoteio do gado como fator agravante do processo de compactação. Deve-se observar que o preparo do solo pastejado deveria envolver a descompactação, com subsolador, grade pesada e outros implementos, o que não parece ter sido observado.

Para os LVd, também argilosos e com os históricos de usos soja/cana, pasto/cana e rotação (pasto/soja/cana) foi constatada compactação em todos os perfis analisados (3B, 4B e 5B), com destaque para os horizontes BA, Bw1 e Bw2. No perfil 8C da área,

testemunho com cerrado (Floresta Semidecidual), não foi constatada compactação, como esperado. Ao se comparar os ensaios de penetrometria nos solos estudados, Silva et al. (2011b) constataram maior resistência da superfície nos LVd de até cerca de 60 cm e de 20 a 30 cm nos LVdf e concluíram tratar-se de pisoteio animal + maquinaria de plantio, no primeiro e de efeito de pé-de-grade no segundo. Assim, para os graus de compactação do solo identificados, tanto nos LVdf como nos LVd, são necessárias mudanças no manejo, tais como: o plantio na palhada (plantio reduzido), plantio de soja como preparação do terreno (em áreas de uso anterior com pastagem), rotação de culturas (após último corte de cada ciclo), além de correção do solo, tratos culturais e técnicas de conservação do solo.

Quanto à textura, observou-se diferenças gerais entre as duas classes de solos estudadas - LVdf e LVd - no sentido de que a primeira é mais argilosa e a segunda menos sendo, portanto, esta última, mais suscetível à compactação. Contudo a classe não se revelou essencial para a avaliação do potencial de compactação, pois a primeira revelou menor grau e a segunda maior o que foi atribuído ao uso anterior à cana, soja no primeiro e pastagem no segundo. Não se observou nos perfis dos talhões estudados, em campo, tampouco nas análises texturais e laboratório, evidências de dispersão de argila ou de ascensão do nível freático ou mesmo formação de lençol suspenso. Sendo assim, a compactação ainda não está causando maiores problemas ao manejo. Considere-se, no entanto, que a cana estava no 4º corte do 1º ciclo.

As autoras observaram a diminuição da macroporosidade entre os perfis com uso de cana em relação com o do Cerrado (área testemunho), indicando zonas de compactação, levando a interpretar que houve um aumento de densidade do solo nos horizontes superficiais de todos os perfis com cana, com destaque para o perfil 1B com sucessão soja/cana não fertirrigada. Tais valores se refletem nos altos índices de Resistência a Penetração encontrada nesses horizontes, indicando compactação dos solos com cana, embora fosse mais grave no solo antes com pastos e são mais significativos de modo geral nos perfis de LVdf. É preciso destacar que os testes de resistência no LVdf e no LVd foram realizados em períodos com umidades distintas, sendo o primeiro em período de estiagem e o segundo em período de chuva. Para o primeiro foram coletadas amostras nos dias 05, 06 e 07 de setembro de 2010 e que segundo os dados de pluviosidade do município, foi de zero mm, ou seja, não choveu

nestes dias. Já para o segundo, coletadas nos dias 19 e 20 de março de 2011, os índices de pluviosidade foram de 16 mm e 52 mm, respectivamente.

– Perda de Qualidade do Solo e dos Recursos Hídricos

Algumas culturas, a cana dentre elas, utilizam uma grande quantidade de agrotóxicos, fornecendo fontes potenciais de contaminação, com grande amplitude espacial (plumas de difusão, infiltração), ainda que seja menor que a soja. Seu destino no meio ambiente é governado pelos processos de retenção, de transformação (degradação química e biológica) e de transporte (volatilização, lixiviação e escoamento superficial). Outro fator de análise é a quantidade de água que se move na superfície e através do perfil do solo. Nesse sentido, o transporte vertical dos pesticidas no perfil do solo (lixiviação) tem sido apontado como a principal forma de contaminação do lençol freático (águas subterrâneas), juntamente com a água das chuvas ou de irrigação que desce pelo solo. A contaminação de rios e lagos ocorrem, em grande parte, pelo escoamento superficial (água de enxurrada), com a carreação dos agrotóxicos adsorvidos às partículas do solo erodido ou em solução. A permanência dos agrotóxicos no solo agrícola é inversamente dependente da taxa de ocorrência dos processos de transporte (SPADOTTO, 1998).

Sant'ana et al. (2011a) estudando os mesmos perfis estudados por Silva et al (2011), de LVdf do município de Quirinópolis GO, avaliaram a microbiota e suas relações aos atributos físicos e químicos do solo. Tais ambientes estavam relacionados às sucessões de usos para cana-de-açúcar representativos do município e referenciados a uma área testemunho, sob Cerradão, para identificação de bioindicadores na avaliação dos impactos sobre a qualidade do solo. As coletas do solo foram feitas em três perfis de solo (1A - fertirrigada, 2B não fertirrigada e 7C- Cerradão), respectivamente submetidos à sucessão de uso de soja/cana e pasto/cana e um último perfil em área testemunho.

Segundo as autoras os maiores valores de Carbono da Biomassa Microbiana (C-BMS) e Respiração Basal (RBS) observados nos perfis e os menores valores de Quociente de dióxido de carbono (qCO_2) do perfil 1A indicam que a área fertirrigada relaciona-se com alterações negativas na biota do solo, devido prejuízos ao desenvolvimento dos microorganismos. Foi observado que a maior atividade biológica (fungos e bactérias) do solo situa-se, de modo geral, na camada de 0 a 25 cm de

profundidade, no horizonte A, devido, a maior acumulação da matéria orgânica associada à serrapilheira, além do efeito das raízes. Nestes solos, predominaram as bactérias, devido pH ácido e elevado teor de argila, favorecendo o seu desenvolvimento. No perfil 1A- fertirrigada, o número de bactérias é mais significativo apenas na serrapilheira, ocorrendo uma redução nos demais horizontes, concluindo-se que a fertirrigação não tem melhorado a qualidade do solo. Deve-se assinalar, entretanto, que foi praticada apenas uma fertirrigação até o momento e foi a primeira.

Em síntese, as maiores alterações negativas, quanto à quantidade de microorganismos, variedade na biota foram encontradas no perfil 1A (LVdf) com sucessão soja/cana fertirrigada e 3B (LVd), com soja/cana, não fertirrigada. Atribui-se essas alterações à redução dos valores da respiração basal e redução da quantidade de microorganismos (fungos e bactérias), o que indica que no perfil 1A a vinhaça não estaria sendo benéfica para a biota nem para descompactação por reagregação induzida pelo aporte de matéria orgânica, o que se explicaria pelo pouco tempo de fertirrigação. Já no 3B, com cana não fertirrigada, talvez o solo estivesse degradado por compactação antes da cana.

– Poluição por defensivos agrícolas

No cultivo de grandes áreas, ocorre a utilização intensiva de defensivos (com destaque para a classe das triazinas - ametrina, atrazina e a simazina), assim como adubação de nutrientes, principalmente em termos de Nitrogênio (N) e Fósforo (P), figurando entre os mais importantes, que proporcionam uma melhoria significativa na produtividade agrícola. Porém, a utilização intensiva dessas moléculas organossintéticas pode acarretar sérias consequências para o meio ambiente, sobretudo em águas superficiais (BARIZON et al. 2006). A legislação brasileira sobre os agrotóxicos está atualizada pela Lei 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto n. 98.816 de 11 de janeiro de 1990. A aplicação e o uso de herbicidas (NBR 13406/95), de pesticidas (NBR 13404/95) durante os diferentes estágios de cultivo da cana-de-açúcar têm acarretado em diferentes graus, impactos sobre os recursos hídricos das áreas adjacentes a essas plantações, sobretudo através do processo de lixiviação do solo de áreas cultivadas com adubos químicos e defensivos agrícolas (ARRIGONI, 2005).

Neste contexto, com o objetivo de analisar os fatores físico-químicos e biológicos das águas superficiais, que estão sob interferência do cultivo de cana-de-açúcar, no município de Quirinópolis, Sant'ana et al. (inédito) avaliaram as águas dos córregos Lajeado (Bacia do Rio dos Bois) e Limeira (Bacia do Rio Preto), ambos fornecedores de água para as usinas (USF e UBV), respectivamente, a fim de compará-los com os valores preconizados pela Resolução nº 357 do CONAMA/2005. As coletas aconteceram à montante e a jusante de cada canal, no período de setembro de 2010 (período seco) e março de 2011 (período chuvoso).

Os resultados da pesquisa indicaram que os teores de nitrogênio, os TDS, cloreto, sódio, alcalinidade apresentaram valores altos a jusante, mostrando assim a interferência antrópica da cultura da cana. Verifica-se isso claramente também nos valores de oxigênio dissolvido, na presença do fósforo, que devido ao tipo do solo, poderia não ter sido registrado e apresentou-se em valores altos. Os teores de fosfato ultrapassaram os valores estabelecidos pela resolução 357 do CONAMA/2005, principalmente no período chuvoso. O conhecimento do uso do solo nas sub-bacias forneceu subsídios para o entendimento das consequências da atividade agrícola e impacto ambiental associado. Assim diante das análises dos dados e comparação de resultados com a Resolução e outros trabalhos com mananciais com uso agrícola, (BOYER, et al., 2006; GRABOW, 1996; SPERLING, 2005, dentre outros) conclui-se que de modo geral, os córregos estudados, principalmente, a jusante, onde há mais influência do cultivo da cana-de-açúcar, apresentam indícios de estar sofrendo impactos negativos do uso rural de sua bacia, contudo não se caracterizando ainda como poluídos, mas certamente estão interferindo no desenvolvimento da fauna e flora aquáticas.

- Desmatamento e Perda de Biodiversidade

O intenso uso pelo qual vem passando as terras do Sudoeste Goiano nas últimas décadas, em particular, no estado de Goiás, resultaram em elevada taxa de conversão das fitofisionomias da cobertura original em pastagens e agricultura, e em diferentes graus de ocupação e de degradação (FARIA 2006; 2011), o que causou degradação das terras, particularmente das mais frágeis. Nesse processo ocorreram perdas incalculáveis da biodiversidade do Cerrado como um todo (PIVELLO, 2005), além do comprometimento do comportamento hidrológico dos sistemas ambientais e o equilíbrio

dos solos (CASTRO, 2007). Constata-se com frequência que as APPs, em diversas paisagens do Bioma Cerrado, que mesmo “legalmente protegidas”, são alvo de interferências antrópica que comprometem sua estabilidade natural, seja para extração de jazidas minerais ou para obtenção do recurso hídrico para as atividades agropecuárias e agrícolas. A cana chega bem depois dessa apropriação agropecuária por desmatamento intensivo que converteu o Cerrado, mas mesmo assim, é conveniente avaliar se novas áreas não estariam sendo desmatadas.

Assim, para o estudo do Desmatamento e Perda de Biodiversidade, no caso específico da MRQ, foi realizado o mapeamento dos limites das APPs sobreposto ao mapa de uso do ano de 2010, o que possibilitou a quantificação e a avaliação do *status* de preservação de tais áreas, como pode ser observado na figura 38.

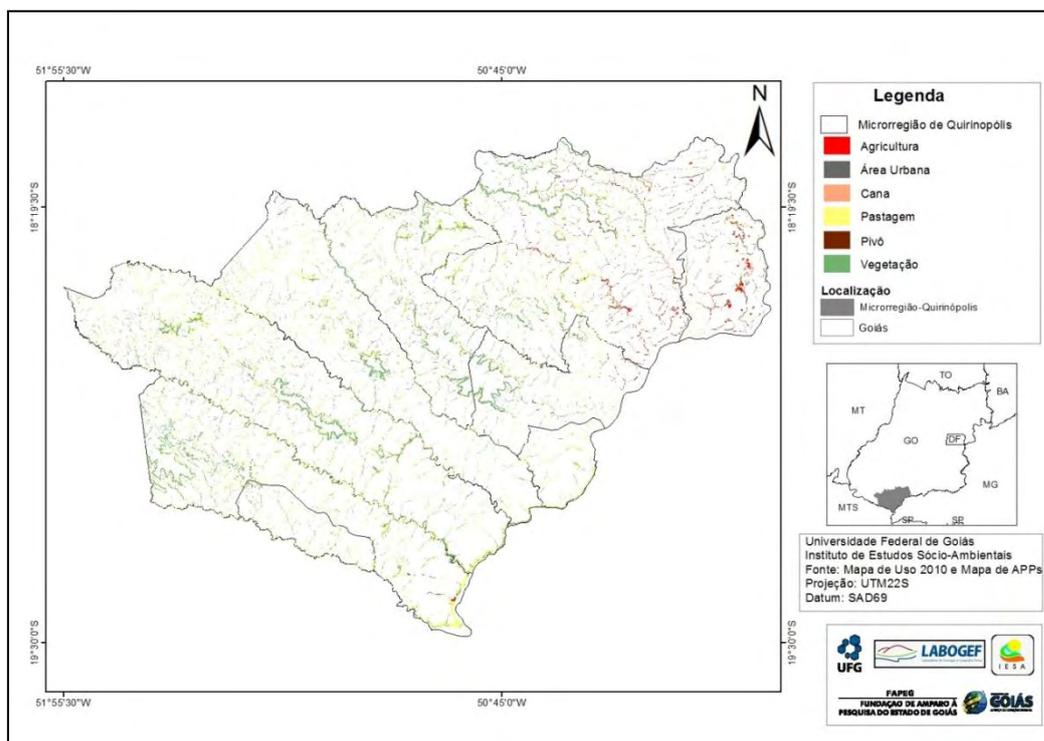


Figura 38 - Mapa do Uso da terra nas Áreas de Preservação Permanente na MRQ
 Fonte: Mapa de Uso 2010 (Silva, 2011) e Mapa de APPs (Cedro, 2011).
 Elaboração: FARIA 2011.

Constatou-se que, na MRQ, nas APPs de declive ($> 45^\circ$) e de canais de drenagem há interferência antrópica (Tabela 18). Em função das limitações físicas, nas

APPs de declive, as interferências apresentam-se menores, destacando-se principalmente a participação das atividades de pastagens com 30,14%. Contudo, a vegetação remanescente ainda é predominante com 67,74%. Já a situação das APPs de canais de drenagem é mais preocupante: 56,08% da área são ocupados por atividades antrópica, sendo dominantes as pastagens (47,69%) nas áreas rurais. Entretanto constatou-se, também, a ocupação em APPs, por áreas urbanas e, ainda que baixo, por cultivo da cana (2,35%). A vegetação remanescente corresponde a apenas 43,92% nos canais de drenagem em APPs na MRQ.

Tabela 18 – Uso em Áreas de Preservação Permanente – Drenagem e Declive

Uso	APP (Drenagem)		APP (Declive)	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura	460,35	1,43	8.233,90	6,01
Área Urbana		0,00	40,58	0,03
Cana	222,69	0,69	3.223,68	2,35
Pastagem	9.677,80	30,14	65.347,68	47,69
Pivo		0,00	0,82	0,00
Vegetação	21.753,73	67,74	60.186,90	43,92
Total	32.114,57	100,00	137.033,56	100,00

Fonte: Mapa de Áreas de Preservação Permanente – Drenagem e Declive (FARIA inédito).

- Pressão nos recursos hídricos

Grandes quantidades de água são exigidas nas atividades industrial/agrícola, sobretudo, na irrigação da cana-de-açúcar. Técnicas de reuso, retorno de condensáveis, implementação de limpeza a seco da cana, macromedição do consumo e desassoreamento das represas de captação permitem que muitas usinas operem sem alterar a quantidade e a qualidade dos corpos de água adjacentes. Porém, muitas ainda captam elevadas vazões e não operam com 100% de reuso das águas de resfriamento. Nesta condição, a vazão de jusante dos corpos de água pode ser afetada negativamente. Ademais, o lançamento de grandes vazões de água a temperaturas em torno de 35°C, pode provocar a diminuição do teor de oxigênio dissolvido no corpo receptor e causar comprometimento da vida aquática.

Na MRQ, a Usina São Francisco, realiza a captação de água para as suas atividades agrícolas e industriais, nos seguintes córregos: Lajeado, Cachoeirinha,

Peixoto, Mansinho, Retirinho e Rio São Francisco. Cabe ressaltar que, a usina, possui outorga em todos os córregos citados. A água captada é utilizada, no processo industrial, na limpeza geral e também na irrigação. Não foi informada a quantidade de água captada pela Usina. No caso da USF, o reuso da água é realizado mediante técnicas de tratamento (a mesma da vinhaça) em tanques de decantação. A Usina possui dois tanques, onde após ser decantada, se retira as impurezas (resíduos), que volta para o campo. A água após ser tratada é utilizada nas áreas de fertirrigação, misturada à vinhaça e na irrigação de plantio (salvamento). Essa última utiliza um total de 200 m³/ha, sendo aplicada uma lâmina de água de 40 mm antes do plantio e depois se complementa com outra lâmina de 60 mm. Esse processo é repetido a cada ciclo da cana.

No contexto da cultura de cana-de-açúcar, a precipitação pluviométrica representa um importante fator de interferência, (REICHARDT, 2005). Sabe-se que a cana necessita de cerca de 1.500 mm de chuvas anuais, com 125 mm de armazenamento no solo. Porém, é necessário que as chuvas sejam bem distribuídas, para que não ocorra deficiência hídrica sazonal, demandando que manejo com irrigação suplementar, uma prática obrigatória (CTC, 2011). Neste contexto são apresentados na tabela 19 os índices mensais e anuais de pluviosidade do município de Quirinópolis que corroboram a literatura citada. Porém, o ano de 2010, apresentou um *déficit* hídrico (1.200 mm/ano) ficando um pouco abaixo do considerado ideal para o cultivo da cana-de-açúcar. Esses anos menos úmidos podem ocorrer e é quando a captação de água para irrigação pode comprometer a regularização dos corpos hídricos, sobretudo na estação seca.

Tabela 19 – Os Índices mensais e anuais de pluviosidade de Quirinópolis - GO

Precipitação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Períodos	mm/mês												
2005	287	87	262	99	81	48	0	0	47	79	331	392	1.712
2006	124	216	323	80	40	0	0	12	49	185	251	517	1.796
2007	503	257	251	38	45	5	27	0	0	79	81	344	1.630
2008	410	281	99	143	16	0	0	0	4	28	184	324	1.489
2009	216	215	272	90	44	13	10	17	181	168	492	388	2.104
2010	199	162	157	8	8	12	7	0	17	141	160	240	1.200
2011	377	245	561	42	1	33	0	7	2	-	-	-	1.266
Total	2.115	1.462	1.924	589	234	111	44	36	299	678	1.499	2.205	11.197

Fonte: Estação Meteorológica da Usina São Francisco.

A título de exemplo, selecionou-se o ano de 2010 (Tabela 20), com os respectivos dados de precipitação (mm/mês), segundo banco de dados da Estação meteorológica da USF, com os índices considerados ideais para o cultivo da cana (Setor de planejamento agrícola da USF) e a precipitação ocorrida no período analisado.

Tabela 20 - Precipitação Pluviométrica Ideal e Ocorrida (mm) ano de 2010 – USF

Precipitação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2010													
	mm/mês												
Ideal	330	150	150	100	50	50	50	50	50	50	50	300	1.380
Ocorrida	199	162	157	98	8	12	7	0	17	141	160	240	1.200

Fonte: Estação Meteorológica instalada na Usina São Francisco.

Segundo a tabela 19, observa-se que a microrregião apresentou, sobretudo, nos meses de maio a setembro, uma baixa ocorrência de chuvas, em relação ao que se considera ideal para a cana. Ressalta-se que quando ocorre o *déficit* hídrico há redução do crescimento radicular e nessas condições, a produtividade pode reduzir significativamente, mesmo em solos com horizontes férteis abaixo da camada arável (como é o caso dos Latossolos) (MANZATTO, 2009). Assim, para minimizar e/ou corrigir os impactos provocados pela estiagem, a USF realiza o processo de irrigação de salvamento nos meses de junho, julho e agosto. A área atual irrigada da Usina é de 8 mil ha. Para tanto, a Usina conta com quatro pivôs de irrigação (pivôs fixos centrais), que utilizam águas de reuso (industrial) para realizar a irrigação. Vale ressaltar que esses pivôs segundo informação da Usina foram herdados do cultivo da soja. Contudo, a usina utiliza também nesse processo, vários canhões com aspersão convencional, os mesmos utilizados na fertirrigação.

Com relação às águas subterrâneas, a USF utiliza no setor industrial, águas provenientes de poços artesianos perfurados (aquífero Guarani, principalmente). Situação que provoca acentuado rebaixamento do nível do freático, sobretudo, nos períodos de estiagem. A usina conta com três poços artesianos localizados no entorno da Usina, sendo: um com 1.600 m de profundidade utilizada no processo industrial; o segundo se encontra no pátio da indústria (1.000 m) utilizado para uso de limpeza geral (não serve para consumo) e o terceiro também com a mesma profundidade, é utilizado para lavagem de roupas contaminadas com agrotóxicos. Não foi informado o total de

captação de água retirada dos poços. Estas águas caracterizam-se por temperaturas altas, dureza e concentrações elevadas de sódio, o que deverá causar problemas, no seu uso para geração de vapor, resfriamento e produção de álcool, caso não receba o tratamento adequado.

- Impactos ambientais na fase Industrial

O setor sucroalcooleiro é conhecido por gerar grande quantidade de resíduos na fase industrial e por sua dimensão. Em função da enorme quantidade dos resíduos, a situação é complexa, pois exige um planejamento para a sua disposição durante toda a safra. O setor desenvolveu-se dimensionando a retirada dos resíduos da unidade industrial em velocidade praticamente proporcional à sua geração, pois seria impraticável o armazenamento de todos os resíduos nos períodos de produção. Neste contexto, a legislação exige que as unidades de produção elaborem inventários de resíduos industriais e revelem sua disposição, a fim de que se conheça o possível impacto desses resíduos (NBR 11174/89 Armazenamento de resíduos, classes II (não inertes) e III (inertes) – Procedimento). Assim, vem sendo desenvolvida a prática de uso dos principais resíduos em áreas de produção de cana-de-açúcar. E para o uso de resíduos, adotou-se a substituição de fórmulas de fertilizantes para adubação pelo efluente vinhaça e pelo resíduo sólido torta de filtro, que são os principais do setor, em quantidade e aproveitamento (JENDIROBA et al. 2006). Some-se a esses o bagaço da cana moída e as cinzas das caldeiras. Contudo, foge ao escopo deste trabalho tratar desses temas. Assim apenas alguns aspectos são discutidos para ilustrar a destinação e tratamento de resíduos praticados pelas usinas.

Em Quirinópolis, na USF, a torta de filtro é utilizada na adubação orgânica, sendo aplicada nos sulcos de plantio, conforme recomendação, na proporção de 15 a 30 ton./ha ou nas entrelinhas da cana-soca, na proporção de 80 a 100 ton./ha, em áreas localizadas num raio de extensão de até 25 km em torno da Unidade Industrial. Esse processo é recente e começou a ser utilizado no ano de 2010, mas deve reduzir substancialmente o empilhamento desse resíduo. Para cada tonelada de cana moída obtém-se cerca de aproximadamente 25 Kg de torta. A moagem na Usina hoje (25/10/2011) está em torno de 15 a 16 mil ton./cana/dia, pois está no final da safra.

Contudo, no auge da safra (março) a Usina chega a moer 25 mil ton./cana/dia, gerando assim uma quantidade muito grande tanto de bagaço como de torta.

É prática corrente nas usinas incorporar grande parte dos efluentes líquidos, gerados na industrialização da cana, tais como as águas residuárias (geradas no processo de fabricação do açúcar, resultantes da lavagem de pisos e equipamentos, e as das purgas dos lavadores de gases, etc.) e a vinhaça. Tais resíduos são disponibilizados, no solo, por meio da técnica que se convencionou chamar de fertirrigação. Contudo, antes de realizar a fertirrigação, as usinas devem promover a segregação de todas as águas residuárias, e tratá-las separadamente da vinhaça, por meio da técnica de lodos ativados, e retornar os efluentes líquidos ao corpo de água adjacente, dentro dos padrões legais de emissão e qualidade vigentes. As Portarias 323/78 e 158/80, do extinto Ministério do Interior proibiram qualquer tipo de lançamento de águas residuárias de usinas de açúcar, em corpos de água. E em 1997 entraram em vigor as instruções contidas na ABNT - NBR 13.969/97.

Nas usinas é grande a quantidade de água utilizada nos processos industriais para a fabricação do açúcar e do álcool, que, se despejada diretamente a um corpo d'água, ocasionaria alguns problemas ao ambiente. A principal característica impactante deste efluente é a alta Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO que ele apresenta. Para se evitar tal impacto, deve-se fazer um tratamento da água utilizada através de processos físico-químicos como a neutralização, coagulação, floculação, sedimentação, cloração e filtração. As normas de controle de efluentes líquidos estabelecem um limite da quantidade de orgânicos, entre 15 e 60 mg/L de DBO (PURCHASE, 1995). O tratamento dos efluentes é realizado em lagoas anaeróbicas ou aeróbicas.

No caso da USF, aqui estudada, a água utilizada para a lavagem da fuligem (jato de água dentro da chaminé) assim como os demais efluentes recebem tratamento indicado (NBR 13.969/97), realizado em lagoas anaeróbicas, antes de ser utilizada no campo. A Usina possui dois tanques de depósito de águas residuárias e dois de vinhaça e conta também com as respectivas lagoas de tratamento, onde são realizados os seguintes procedimentos: neutralização, coagulação, floculação, sedimentação, cloração e filtração.

A vinhaça (ou vinhoto) é um resíduo resultante da produção do álcool, obtido através da destilação do vinho, no processo de fermentação alcoólica do caldo da cana,

melaço e mel. Cada litro de álcool produzido em uma destilaria gera em torno de 10 a 18 litros de vinhaça (ROSSETTO, 1987). Rica em matéria orgânica e em nutrientes como potássio (K), cálcio (Ca) e enxofre (S), possui pH entre 3,7 e 5,0 o que a caracteriza como sendo ácida (SILVA, 2007). Pela sua riqueza em nutrientes tornou-se uma importante fonte de reciclagem de fertilizantes, através da fertirrigação, prática cada vez mais adotada. A matéria orgânica da vinhaça é constituída de ácidos orgânicos e, em menor quantidade, de cátions como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} . Na fração mineral, integrando a composição química da vinhaça, o potássio é o elemento predominante. Sua riqueza nutricional está ligada à origem do mosto que será fermentado (FREIRE e CORTEZ, 2000). Quando se trata de mosto de melaço, este apresenta maiores concentrações em matéria orgânica, que decaem consideravelmente quando se trata de mosto de caldo, como é o caso de destilarias autônomas (ROSSETTO, 1987).

Cada hectare de cana exige em torno de 185 Kg de K_2O e a vinhaça chega a apresentar até 4 Kg de K_2O por m^3 , sendo por isso recomendada como fertilizante. Seu uso repõe os nutrientes que as plantas retiram do solo, aumenta a produtividade agrícola, eleva o pH do solo, aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes e imobiliza outros, aumenta a população microbiana, o poder de retenção de água e melhora a estrutura física do solo. A adição da vinhaça no solo corresponde, então, em primeira estância, a uma fertilização orgânica (FERREIRA e MONTEIRO, 1987). Apresenta-se também com alto poder poluente (ABNT/CETESB P4. 231/06), equivalente a cerca de cem vezes o do esgoto doméstico, decorrente da sua riqueza em matéria orgânica, pH baixo, alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) variando de 20.000 a 35.000 $mg L^{-1}$, além de corrosividade e temperaturas elevadas. A temperatura da vinhaça que sai dos aparelhos de destilação é de 85 a 90° C (ROSSETTO, 1987). Segundo MEURER et al. (2000a), a vinhaça, possui grandes quantidades de elementos que, dependendo da concentração, destacam-se como contaminantes de águas superficiais e subterrâneas como fosfato e nitrato, os quais, segundo RESENDE et al. (2005) nos últimos anos, têm gerado grande preocupação acerca dos efeitos, principalmente do nitrato, na saúde humana e animal.

Um dos maiores problemas gerados pelo uso inadequado de vinhaça no solo é a contaminação de lençol freático, devido aporte de altas concentrações de amônia, magnésio, alumínio, ferro, manganês, cloreto e matéria orgânica (HASSUDA, 1999). A

vulnerabilidade do lençol freático é tão maior quanto menor for o tempo de trânsito de um contaminante da fonte de poluição ao aquífero e quanto menor for a atenuação da concentração durante o trânsito no perfil (BROUYÈRE et al. 2004). A vinhaça introduz nutrientes em profundidade como Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ , enriquecendo os solos. A vinhaça tem maior potencial poluidor das águas subterrâneas em solos muito permeáveis. E, em virtude do uso intensivo de soda cáustica nas operações industriais das usinas, verifica-se significativo aporte de sódio no solo. Uma vez que este elemento químico apresenta potencial para colmatar, salinizar e erodir solos arenosos, a disposição da vinhaça no solo pode ser considerada potencialmente poluidora. Entretanto, é importante pesquisar se a fertilização com tais resíduos pode ser comparável à adubação mineral em termos de produtividade e qualidade dessa cultura (RESENDE et al. 2005).

O efeito da aplicação da vinhaça no pH dos solos é diferente e depende fortemente da textura dos mesmos, embora muitos trabalhos mostrem uma tendência geral de diminuição da acidez do solo. Deve-se ressaltar que esse efeito depende do tempo inicial após a aplicação do resíduo. Segundo SILVA (2007) o pH dos solos tratados com vinhaça aumenta principalmente em áreas cultivadas há mais tempo, embora nos primeiros dez dias após sua aplicação o pH sofria uma redução considerável para, posteriormente, elevar-se abruptamente, podendo alcançar valores superiores a sete. Este efeito está ligado à ação dos microorganismos do solo. Em Quirinópolis, o processo de fertirrigação é recente, tendo iniciado a partir da safra de 2009/10. Os principais elementos presentes na vinhaça, passíveis de imposição de risco ambiental no uso agrônomico em solos e sedimentos permeáveis são: Potássio (K), Cloro (Cl), carbono orgânico (C) e compostos nitrogenados (MEURER et al. 2000a; MANHÃES, 2003) comprovou acúmulo de Potássio em solo de áreas canavieiras, fertirrigadas, no norte fluminense, possivelmente, ocasionadas por elevadas taxas de aplicação de vinhaça.

Por outro lado, a vinhaça, além de fornecer água e nutrientes, age como recuperadora da fertilidade do solo, inclusive em profundidade. A profundidade explorada pelo sistema radicular da cana em alguns países do mundo atinge 160 cm de profundidade, mas no Brasil a média constatada é de 60 cm (pela baixa fertilidade do solo) (ORLANDO FILHO e LEME, 1984). Porém, do ponto de vista químico, a adubação e, sobretudo, a fertirrigação com a vinhaça pode promover a alcalinização

(salinização) e lixiviação dos solos devido o incremento do K^+ , Ca^{2+} , Na^+ e P, elementos que tornam o solo desagregável e suscetível à erosão, e podem causar o aumento da contaminação dos recursos hídricos superficiais e mesmo freáticos, além de aumentar muito a atividade microbiana do solo (SILVA, 2007). Quando aplicada no solo, as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons, isto é, as dosagens devem ser mensuradas de acordo com as características de cada solo, uma vez que este possui quantidades desbalanceadas de elementos minerais e orgânicos, podendo ocorrer a lixiviação de vários desses íons, sobretudo do nitrato e do potássio (ROSSETTO, 1987). Resultados nos testes até hoje indicam que não há impactos danosos ao solo, com doses inferiores a $300 \text{ m}^3/\text{ha}$. Acima deste valor pode haver danos à cana ou, em casos específicos (solos arenosos ou rasos) a contaminação das águas subterrâneas (SOUZA, 2005b).

Estudos feitos por Silva (2007) no município de Goianésia (GO), Usina Jalles Machado S.A., em áreas com cultivo de cana há 21 anos, em Latossolos Vermelhos distróficos e com aplicações anuais de vinhaça de $700 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e sem adubação mineral, revelaram que: para os Latossolos, nas condições adotadas, doses superiores a $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça podem ser prejudiciais ao ambiente, uma vez que promovem aporte considerável de enxofre, cálcio, magnésio, potássio e sódio. Os três primeiros, mediante uma série de reações químicas, associam-se e podem sofrer lixiviação no perfil, contaminando o lençol freático. Os dois últimos, além de promover degradação nas características físicas do solo, podem também percolar juntamente com a água no perfil e também alterar as propriedades químicas das águas subterrâneas.

Em Quirinópolis, a USF conta com uma área de 15 mil ha de cana fertirrigada (junho/2011), num raio de 25 km a partir da área da Unidade Industrial. A vinhaça é lançada nas lavouras de soca, pelo processo de fertirrigação, visando substituir a adubação química e diminuir a quantidade de defensivos. A distribuição da vinhaça até os pontos de aplicação é feita por uma rede de canais que desembocam em grandes poços que alimentam bombas de recalque do resíduo para quotas superiores do terreno. Esses canais e poços são permanentes e vão alimentar uma rede de canais secundários, abertos segundo a orientação das áreas a serem irrigadas. A fertirrigação na USF é realizada através de canais em nível, dutos, e a aplicação, através de sistema de irrigação por um sistema de bicos de aspersão convencional, com o uso de canhões de

longo alcance, com adução de carretéis enroladores ou de tubos portáteis. O bombeamento é feito por moto bomba com acionamento por motor a diesel, que por ser facilmente removível.

Segundo Borges et al. (2011), nos resultados das análises químicas realizadas nos perfis não foram encontradas evidências de aumento do teor de K (potássio) nem Na nos solos fertirrigadas com vinhaça. Vale lembrar que a cana fertirrigada é muito recente na área e o volume lançado ($130 \text{ m}^3/\text{ha}$) é bem inferior ao preconizado como limite para os solos focados ($300 \text{ m}^3/\text{ha}$), conforme normas da ABNT/CETESB P4. 231/06.

Em síntese, os impactos ambientais observados nas áreas da USF e solos lá dominantes, parecem não ser ainda de gravidade, exceto a compactação (aparentemente o mais sério impacto), o potencial de impacto da vinhaça e a mudança na biota dos solos. Entretanto, precisam ser mais bem avaliados e monitorados devido às diferenças de solo, de manejo e de *status* da cultura (cana-planta, soca, ressoça), bem como o histórico das formas de uso e manejo anteriores ao plantio da cana-de-açúcar, levando-se em consideração que a cana está ainda em seu primeiro grande ciclo (4º. Corte). Propõe-se então, um monitoramento das áreas de produção, adotando-se indicadores de sustentabilidade da produção, para acompanhar os reais ganhos em termos de área, e quanto está sendo perdido de solo, com os sistemas em uso atualmente em prática. Percebe-se assim que alguns impactos são causados, sem que realmente sejam necessários, e que também, é necessário adotar critérios mais apropriados para a combinação dos elementos de produção citados, além dos dados históricos que as unidades industriais canaveiras em geral possuem.

O próximo capítulo apresenta o manejo do solo nas áreas de cultivo de cana na microrregião de Quirinópolis identificando o sistema de manejo, através dos Ambientes de Produção, com o objetivo de obter subsídios ao controle dos impactos ambientais.

CAPITULO I

A RECENTE EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO, O PAPEL DO ESTADO DE GOIÁS E DA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS.

Este capítulo tem como objetivo auxiliar a compreender a modernização da agricultura no país e em Goiás, enfatizando o modelo de agronegócio com base em commodities agrícolas, como cenário pré-existente em que a cana-de-açúcar se insere e vem se expandindo nos últimos anos. Em particular são focadas a mesorregião Sul Goiano e a região de planejamento Sudoeste goiano, onde se insere a microrregião Quirinópolis, que vem se revelando como cenário preferencial da expansão recente e seu significado para o Cerrado, em termos de concentração espacial do setor. Com base no modelo de apropriação moderna do Cerrado Goiano, no bojo das políticas públicas do II PND (1975-79), o capítulo resgata algumas das bases da commoditização da economia agrícola brasileira e contextualiza a atual expansão do setor sucroenergético no Sul Goiano, como uma espécie de expansão renovada da mesma fronteira agrícola dos idos de 1970, bem como, o processo que levou à formação dos complexos agroindustriais na região, como resultado da consolidação do modelo baseado no agronegócio, que se tornou o cenário ideal para a entrada do complexo sucroenergético, se repete. Enfatiza-se que sem os fatores edafoclimáticos, logísticos e de mercado favoráveis a atual expansão não seria viável. São utilizados dados estatísticos extraídos de bancos de dados de órgãos e entidades federais e estaduais, especificamente para avaliar a produção de cana-de-açúcar em relação a outros produtos do agronegócio, em especial a soja, e dos grupos empresariais do setor (usinas), que disponibilizaram dados recentes sobre suas safras, nos períodos analisados.

A década de 70, por meio do II PND (1975-79), visava promover a integração nacional, sobretudo, a ocupação das áreas da Amazônia e do Centro-Oeste, com aplicação de tecnologias agropecuárias modernas e assim diminuir as disparidades regionais brasileiras, sob a égide da *interiorização do desenvolvimento* via ocupação rápida das terras e sua incorporação ao sistema produtivo. Dois principais programas induziram a aplicação de novas tecnologias para o Cerrado, o POLOCENTRO (1975 - 1979) e o PRODECER (início dos anos 1980). Segundo SHIKI (1998) estes programas

promoveram a capitalização da agricultura no Cerrado, para que houvesse o incremento da produção e da produtividade e a competitividade dessa nova agricultura em relação ao restante do país. Na verdade essa política tivera início com outra, a Marcha para o Oeste (Governo Vargas), e prosseguira com o Plano de Metas (Juscelino Kubitschek) na década de 1940 e 1950, o qual levou até mesmo à mudança da capital federal para o Planalto Central – Brasília.

Em comum esses programas, sempre objetivaram o crescente *superávit* primário e internacionalmente competitivo, à custa da incorporação de novas áreas de cultivo (por desmatamento das coberturas nativas) (KAGEYAMA, 1998; QUEIROZ, 2009). Foi com base nesse modelo produtivo que o país viabilizou a ocupação de metade dos dois milhões de Km² originais do Cerrado (mais de 200 Mha), convertidos em pastagens plantadas, culturas anuais (soja, milho, arroz) e outros tipos de uso, como as culturas perenes ou semiperenes, dentre elas a da cana-de-açúcar. O bioma Cerrado passou então a ser considerado como a *última fronteira agrícola do planeta* nos dizeres de Borlaug (2002) (KLINK & MACHADO, 2005).

O padrão de agricultura era dito *desenvolvimentista* resultou, ao final, na instalação de grandes agroindústrias, formando cadeias produtivas caracterizadas pelos Complexos Agroindustriais - CAIs , que vieram se instalando progressivamente em algumas áreas do Sudoeste Goiano, tais como: Rio Verde, Jataí, Mineiros, Itumbiara e outras, alguns até bem recentemente. Sem dúvida que as características edafoclimáticas, desde que melhoradas pela tecnologia da chamada Revolução Verde, foram decisivas e que a logística, grande gargalo do processo (CARRIJO, 2008) tratou de operacionalizar a produção e a exportação.

O estado de Goiás, cujo território está quase inteiramente inserido nesse Bioma e com características que o dotaram de grande potencial para desenvolvimento agropecuário, como percebido desde a década de 1970, veio ser alvo preferencial dessas políticas e de concentrações agroindustriais construídas a partir de então visando a consolidação das *commodities*. Hoje, o estado volta à cena nacional para o cultivo de cana-de-açúcar, pois, de acordo com a União dos Produtores de Bioenergia (UDOP, 2010) encontra-se na segunda colocação entre os estados com maior potencial da fronteira de expansão da cana-de-açúcar, ficando atrás apenas do estado de São Paulo, pelas mesmas razões que foram alvos da fronteira agrícola dos anos 1970.

A evolução do uso e ocupação do solo no Cerrado Goiano, no contexto do cenário agropecuário moderno, conduziu à formação dos complexos agroindustriais cujas bases estão alicerçadas numa produção agroindustrial de pouca transformação industrial até chegar ao mercado (como foi o caso do arroz, feijão e milho), as conhecidas *commodities* agrícolas, mas que passaram a ser priorizados na produção mais integrada na agroindústria. Fatores ambientais, como a topografia predominantemente suavizada do Cerrado, facilitadora da mecanização, a precipitação pluvial bem marcada em duas estações e em níveis adequados, com grande estabilidade, em conjunto com os programas públicos de crédito rural propiciaram a ocupação das terras do Cerrado goiano, via migração de agricultores do Sul e Sudeste, onde a disponibilidade de solos, que com as novas tecnologias agrícolas se tornaram aptos à produção de grãos, foi decisiva para o rápido crescimento econômico que se verificou no estado de Goiás, nas três últimas décadas, que contribuiu para que a fronteira agrícola avançasse, sobremaneira, rumo ao Cerrado goiano, marcada pela monocultura de grãos, principalmente a soja (QUEIROZ, 2009; GUINDOLIN, 2003; SILVA, 2000).

Na década de 1980 o incremento da produção agropecuária tornou-se, então, responsável pela entrada no estado, de uma das principais *tradings de commodities* agrícolas, a soja, que teve um papel importante uma vez que incentivou posteriormente a implantação das principais agroindústrias processadoras de carnes, grãos, sucroalcooleiros e lácteos em Goiás (PIRES, 2008).

Para ilustrar o processo, a Figura 02, com dados do IBGE (2008), nos períodos de 1990 a 2006 mostra o resultado da consolidação do modelo implementado nas décadas anteriores, onde a área plantada das culturas selecionadas (algodão, arroz, feijão, cana, tomate e soja) para a Mesorregião Sul Goiano, aponta uma mudança estrutural na produção agrícola do estado, em que a cultura tradicional do Cerrado, como o arroz, perde área, sobretudo, para a soja. Nos dados abaixo se optou por excluir o sorgo e o milho, para não distorcer o movimento de expansão e retração das culturas analisadas.

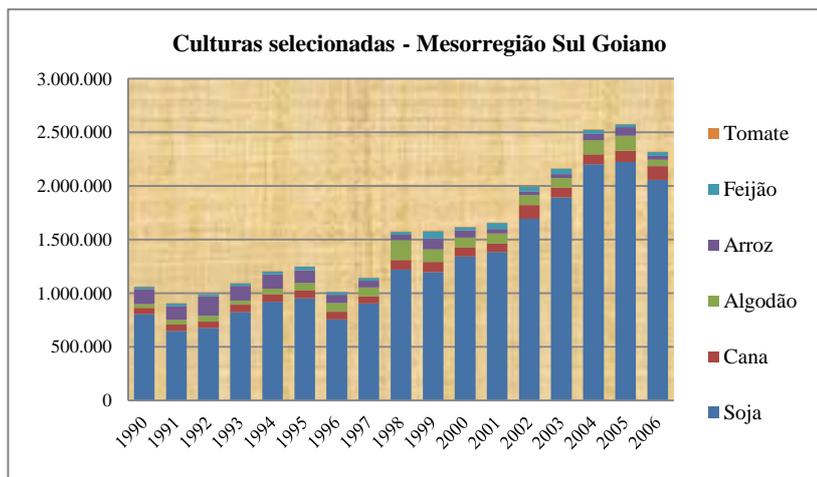


Figura 02 - Área plantada de culturas selecionadas para a Mesorregião Sul Goiano 1990 a 2006 – em hectares. Fonte: IBGE (2008).

Corroborando esses dados, segundo o SEPLAN (2008) o estado de Goiás possuía até o Censo Agropecuário de 2006, uma área agrícola total de 24.983,002 ha, sendo 3.590 ha de lavouras (temporárias e permanentes), 15.524,699 ha de pastagens, apenas 5.239,876 ha com matas e florestas (Figura 03).

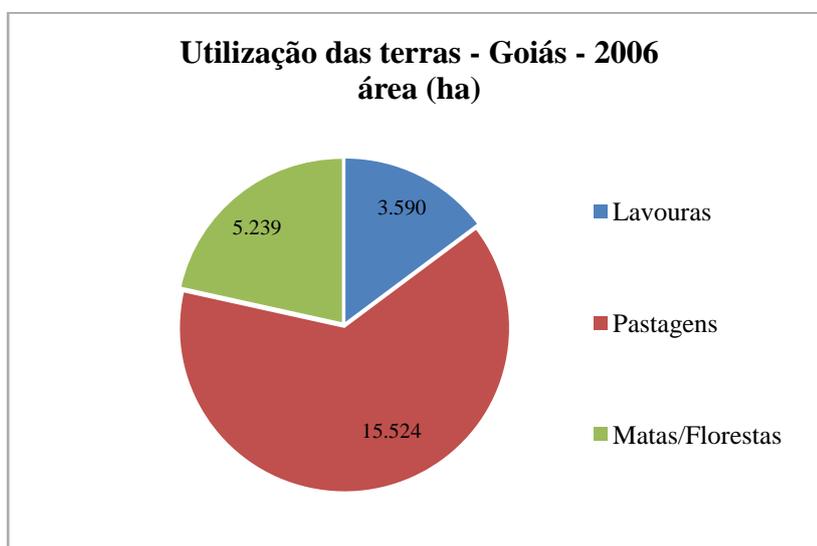


Figura 03- Área dos estabelecimentos agropecuários de Goiás por utilização das terras. Fonte: SEPLAN (2008).

O estado de Goiás, segundo a CONAB (junho de 2010), ocupa o 4º lugar em área plantada com soja na safra de 2009/10, apresentando uma 2.460 mil/ha, sendo superado pelos estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. No país, Goiás

ocupa a sexta colocação na produção de milho, a quinta posição na produção de feijão e o sétimo lugar na produção de arroz.

A formação dos Complexos Agroindustriais – breves considerações

A agricultura, considerada fator fundamental no processo de desenvolvimento econômico de qualquer nação, propicia também das atividades industriais correlatas, ou seja, a formação dos Complexos Agroindustriais – CAIs, importante indicador da modernização agrícola.

Resumidamente, o primeiro período da grande modernização agrícola- décadas de 1960 e 1970 - caracteriza-se pela constituição do chamado complexo agroindustrial (MULLER, 2000) marcado pela forte presença do Estado na articulação entre os agentes envolvidos nos circuitos produtivos, gerando maior aproximação e interdependência entre agricultura e indústria, com extensos subsídios a algumas categorias de produtores, incentivos fiscais, promoção da ocupação de novas fronteiras agrícolas e crédito, entre outras medidas, tais como o apoio à produção tecnológica (biotecnologia) e internalização de indústrias de bens de capital e de produção agrícolas. O segundo período (dito atual) é o de consolidação da produção de *commodities* nos Cerrados, trata-se da consolidação do modelo assumido pelo poder público e privado desde a década de 1930-40 no país e operacionalizado fortemente nas décadas de 1960-70.

A partir dos anos 1980, a forte crise fiscal do Estado brasileiro impele, pouco a pouco, a uma mudança nas formas de intervenção no setor agrícola. A adoção de políticas neoliberais (privatizações, concessões, diminuição dos subsídios, abertura comercial), junto a um novo paradigma produtivo dominante (com forte participação das tecnologias da informação), conduz a novas formas de relações entre os agentes da produção, sobretudo voltada à exportação (CASTILLO, 2008). O Estado renuncia, parcialmente, à sua posição de comando dos circuitos espaciais produtivos, tarefa essa que passa a ser assumida por grandes empresas do agronegócio. Pode-se dizer então que se trata de uma agricultura científica globalizada (SANTOS, 2001). Uma das características mais marcantes desse segundo período é a ocupação de milhões de hectares de Cerrado pela agricultura moderna globalizada, ao mesmo tempo em que se aprofunda a divisão territorial do trabalho, expressa na forma de especialização regional

produtiva, como é o caso da produção de grãos nas fronteiras agrícolas consolidadas, nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (CASTILLO, 2007).

As cadeias produtivas componentes dos diferentes complexos agroindustriais do agronegócio brasileiro apresentam diferentes graus de estruturação e de organização. Algumas são altamente estruturadas e organizadas, como as ligadas aos complexos agroindustriais dos grãos e do setor sucroalcooleiro. Atualmente, quatro principais complexos agroindustriais respondem pelas exportações do agronegócio: soja, carnes, produtos florestais e o setor sucroalcooleiro (MAPA, 2009).

A partir da década de 1980, a cadeia produtiva dos grãos, sobretudo a *commodity* da soja, se destacou como um dos principais contribuintes para a manutenção e consolidação do país no cenário internacional como um grande agroexportador. E o que se assiste atualmente na região é uma alteração completa de toda a economia do setor rural. A integração e a inserção em mercados internacionais fizeram com que o setor agrícola se adaptasse às exigências e as diretrizes da gestão do processo produtivo altamente tecnificado com capacidade de responder às mudanças de demandas mundiais.

A agricultura do Centro-Oeste passa então nesse período por uma nova fase de organização, o terceiro momento, fundamentado no forte desenvolvimento dos CAIs, já que a apropriação das terras para a produção já fora assegurada e consolidada. A expansão das fronteiras agrícolas passou a se aliar com a expansão dos complexos agroindustriais (integração vertical). A mecanização e a produção em larga escala estimulada pelo Estado, em ritmo acelerado, modificaram a utilização dos fatores de produção. Nesse momento, de acordo com SILVA (2000), os incentivos do Estado em tecnologia, pesquisa e infra-estrutura dirigem-se para o aumento da produtividade da região Centro-Oeste. O complexo de grãos, sobretudo, a expansão da cultura de soja, colocou o país e a região Centro-Oeste em posição de destaque entre os maiores produtores mundiais desta *commodity* e de seus derivados. Contudo, não se pode esquecer que esse modelo agroindustrial monocultor é excludente, ou seja, devido a necessidade de elevada capitalização para o investimento inicial, excluiu de certa maneira os pequenos e mesmo médios produtores e provoca grande êxodo rural com inchaço urbano subsequente (STEFANELO, 2008).

Segundo Castillo (2010b), ocorre uma grande concentração fundiária, a urbanização incipiente e dispersa, a baixa densidade em infra-estrutura, que associadas à distância dos portos exportadores, num contexto de globalização econômica, criaram as possibilidades inéditas para a atuação de grandes empresas, os quais podem ser ilustrados pelos círculos de cooperação estabelecidos entre as grandes empresas do agronegócio (Cargill, Bunge, ADM, Maggi, Coinbra, Caramuru entre outras), o Estado e as empresas de logística (ALL, CVRD, Hermasa etc.). Nesse sentido, Mendes (2005) afirma que a regulação híbrida, que caracteriza o atual uso do território brasileiro, é marcada por um campo de forças que define investimentos em logística, envolvendo demandas corporativas e políticas públicas. A logística empreendida pelo complexo de grãos foi responsável pela fluidez e competitividade dos agentes econômicos e dos circuitos espaciais produtivos na região do Centro-Oeste, concomitante no estado de Goiás. Nesse sentido, parece cada vez mais importante reconhecer a interação entre três variáveis: a expansão e consolidação da fronteira agrícola; a emergência de regiões competitivas nessas áreas de fronteira; e a predominância, no plano das ideias e também das ações, bem como nas políticas públicas e privadas, da logística.

Essa caracterização dos complexos agroindustriais formados e de certo modo concentrados nos melhores solos do estado, bem como na área mais bem servida em termos logísticos, com cidades do agronegócio e o próprio agronegócio consolidado constitui-se no cenário onde a cana-de-açúcar adentra. Nesse sentido, comparando os estados maiores produtores de soja com os maiores produtores de cana (Fig. 04) é muito interessante observar que, dos sete estados brasileiros considerados os maiores produtores de soja, quatro lideram também o *raking* da produção de cana (MG, PR, GO e MS), revelando assim, o *locus* das centralidades da soja que são também os da cana no Cerrado. Como é o caso de Goiás, que ocupa o quarto lugar tanto em grãos como em cana-de-açúcar, praticamente nivelado com Minas Gerais e Paraná. Assim, os dados evidenciam o zoneamento do país entre as principais *commodities* brasileiras, as relações entre alguns, como grãos-carne e soja-cana como as especiações do mercado interno, e, sobretudo, voltados ao contexto atual do mercado externo.

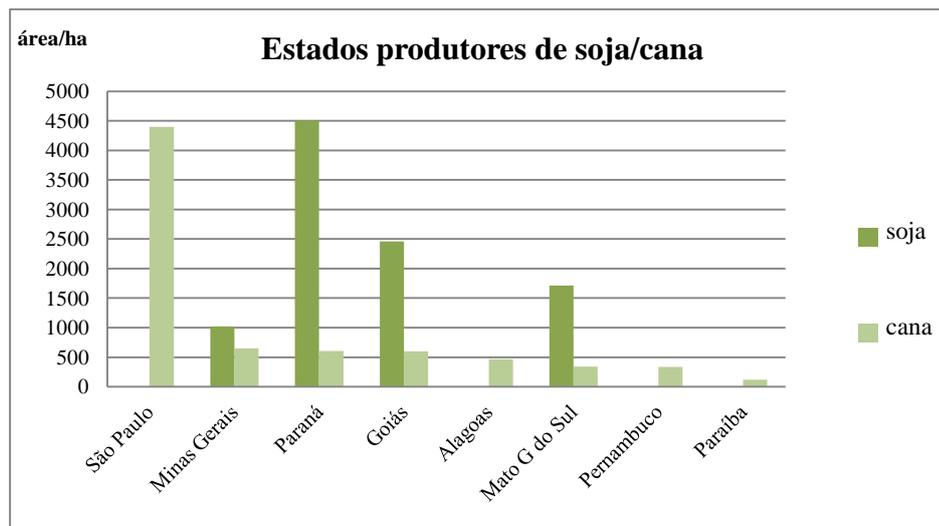


Figura 04 - Os maiores produtores brasileiros de soja e cana na safra 2010/11
 Fonte: CONAB – 2º levantamento - setembro de 2010

No estado de Goiás, nos últimos dez anos as áreas de grãos, principalmente de soja, têm sido substituídas, de forma acelerada, pela cultura da cana, sobretudo no Sudoeste Goiano, desde 2004, tendo sido favorecida também pela crise do setor agrícola de grãos. O complexo agroindustrial sucroalcooleiro vem se instalando na mesorregião Sul Goiano, em particular na região de planejamento denominada de Sudoeste Goiano, pela instalação de novas usinas, sobretudo para a produção de etanol, já com fortes vínculos com os mercados nacionais e internacionais (CASTRO et al, 2010). A preocupação é que esta substituição possa comprometer o complexo da produção de grãos e seus desdobramentos, causando ruptura na demanda, bem como, nas perdas da balança comercial, podendo promover impactos na economia Goiana no que tange a pauta de exportação, principalmente quanto ao complexo carne, como já exposto (PIRES, 2008).

A análise de alguns municípios goianos mostra uma redução significativa da área de produção de grãos, especialmente, a soja, como o caso do município de Quirinópolis, o qual após receber em 2004 dois dos grandes grupos sucroalcooleiros do país - Grupos São João e São Martinho- teve a sua estrutura produtiva alterada, e a diminuição notável da área de soja desde 2006, para o cultivo da cana o que prosseguiu ainda até 2010 (saiu de uma área de 50 mil ha para 20 mil ha). Acredita-se que persistindo tais cenários de redução da área de sojicultura poderá ocorrer um processo de incorporação das terras para novas alternativas produtivas e é justamente o momento

em que a cana poderá expandir por ser a alternativa escolhida devido ao cenário de consolidação do setor no Brasil e porque não dizer internacional também, haja vista que o setor sucroalcooleiro tem investido na sua capacidade produtiva industrial, pois possui uma diversidade de produtos derivados da cana-de-açúcar (*Mix* de produção) que torna este produto agrícola ainda mais atrativo e competitivo. Some-se a isto, o fato de que existem incentivos financeiros para a aquisição de terras em Goiás, que ainda mantém um valor inferior a média nacional, do preço da terra.

Para uma melhor compreensão do processo de inserção econômica da cana-de-açúcar ocorrida no Estado, apresenta-se a seguir a formação dos complexos agroindustriais do setor sucroenergético e a dinâmica emergente desse setor, ocorrida no Sudoeste goiano com enfoque na microrregião de Quirinópolis (MRQ), área de estudo.

Os ciclos da Cana-de-açúcar no estado de Goiás

Introduzida por migrantes paulistas, a atividade canavieira e seu processamento industrial ocupam economicamente o estado de Goiás desde o final do século XIX. Porém, o maior dinamismo do setor se origina de fatores intrínsecos ao meio físico da região. O aumento do rendimento médio de produtividade, desde a década de 1990, após a desregulamentação do setor sucroalcooleiro foi estimulado, sobretudo, pela fabricação dos subprodutos, concomitante com a demanda nacional e internacional do etanol. Assim, em um regime de transição iniciado nesse período e concluído em 1998, os controles governamentais como as cotas de produção e exportação, tabelamento de preços e concessão de subsídios à produção e à movimentação, tanto para o açúcar quanto para o etanol, foram eliminados.

Essa fase, que marca o processo de desregulamentação do setor, marca também o avanço do debate ambiental em relação às consequências desse novo modelo de produção capitalista, adotado pelo setor sucroalcooleiro em todas as suas etapas de operação. Com efeito, o rearranjo no pós-1990, que se aguçou até o final dessa mesma década (com a liberalização dos preços), contribuiu para ampliar a eficiência e a competitividade do etanol brasileiro. Isso porque, com o fim do controle estatal, os produtores de álcool tiveram que se adaptar ao livre mercado e caminhar sem os incentivos, os subsídios e a coordenação do Estado. Neste contexto, o segundo período

de grande crescimento da produção da cana no Brasil pode ser observado a partir, de 1996/97 (MAPA, 2007) (Figura 05).

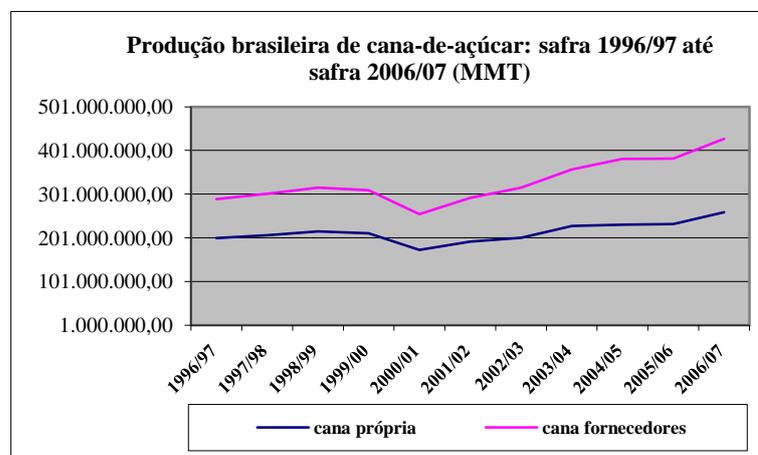


Figura 05 - Produção brasileira de cana-de-açúcar de 1996/2007
Fonte dos dados: MAPA, 2007.

Goiás, nesse mesmo período, observou no final da década de 1990 uma significativa modernização tecnológica, envolvendo tanto as unidades processadoras, quanto o campo, refletindo diretamente no aumento da produtividade da terra e do trabalho. Passaram então a serem implementadas inovações gerenciais, pois empresas que eram tipicamente familiares (engenhos), foram substituídas por técnicos contratados, e incorporações na esfera produtiva (usinas), progressos no campo da mecânica, da microeletrônica e da biotecnologia, mostraram-se cada vez mais presentes no setor. Contudo, apesar da crescente industrialização canavieira, a agropecuária ainda continua sendo o *carro-chefe* do desenvolvimento de Goiás (SEGPLAN-SEPLIN, 2011) (Tabela 01).

Tabela 01 – Principais Produtos Agrícolas e Pastagens de Goiás - 2010

Produtos	Quantidade produzida (mil/toneladas)	Área (hectares)	Participação Goiás/Brasil (%)
Produtos agrícolas			
Abacaxi	46.622	49.304	3,22
Algodão	176.018	227.307	6,00
Alho	39.252	1.650	37,51
Cana-de-açúcar	51.223.283	601.000	6,54
Feijão	290.348	261.929	9,01
Milho	4.848.005	906.370	8,65
Soja	7.344.570	2.560.888	10,72
Sorgo	616.091	758.667	40,95

Total de culturas agrícolas	6.226.000	18,00
Pastagens		
Pastagens cultivadas	14.267,000	75,00
Pastagens nativas	5.137,000	25,00
Total de Pastagens	19.404,000	45,00

Fonte: SEGPLAN – SEPLIN, 2011.

O Estado é o quarto produtor nacional de grãos, com 13,6 milhões de toneladas representando 10% da produção nacional. A pauta agrícola, bastante diversificada, é composta por: soja, algodão, sorgo, milho, cana-de-açúcar, feijão, tomate, entre outros produtos. Ainda que a pastagem ocupe a maior área. A área de pastagens totaliza 19.404.000 hectares, sendo 14.267.000 hectares de pastagens cultivadas e 5.137.000 hectares de pastagens nativas. As áreas de culturas agrícolas ocupam 6.226.000 hectares (18% da área estadual total), enquanto as áreas de pastagens cultivadas ocupam 45% da área estadual total (SEPIN/SEGPLAN, 2011).

A desregulamentação do setor sucroalcooleiro exigiu das usinas e destilarias goianas, a adoção de diferentes estratégias que visassem à competitividade entre as empresas através da diferenciação do produto e otimização nos sistemas logísticos como, por exemplo, com a certificação social, ou o investimento em projetos sociais e ambientais; oferta crescente de produtos de melhor qualidade; adoção de programas de qualidade total, certificação ISO 9000 e terceirização de atividades. Ainda que a cana seja cultivada em várias regiões do território Goiano ela se desenvolveu inicialmente através da expansão da área cultivada e, posteriormente, do aumento da produtividade.

A maior lucratividade do setor sucroalcooleiro goiano, por sua vez, encoraja maiores investimentos, o que tem levado o crescimento do setor neste estado, com a instalação de várias usinas, com destaque para o Centro-Sul Goiano. Nesse sentido, dados da Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás (SEPLAN - GO, 2011) evidenciam que o aumento do número de usinas no estado é acentuado, destacando que essas empresas têm concentrado seus investimentos no Sul Goiano, com a entrada de vários grupos do setor sucroenergético. Grupos locais, que atuam no setor, e outros vindos de vários estados, sobretudo do estado de São Paulo, consolidam posições já conquistadas e anunciam novos empreendimentos o que provocará um aumento na produção de álcool carburante e açúcar, sobretudo, no Sul e Sudoeste Goiano.

O sistema canavieiro se beneficiou dos incentivos fiscais e do Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás – PRODUZIR, criado no ano de 1999 para

contribuir com a expansão, modernização e diversificação do setor industrial de Goiás, estimulando a realização de investimentos, a renovação tecnológica e o aumento da competitividade estadual. Propicia a redução do custo de produção da empresa, através do financiamento de até 73% do ICMS devido pelo período de até 15 anos, a juros anuais de 2,4%, tendo como possibilidade a participação acionária do Estado de Goiás (SEPLAN/SEPIN, 2011). Nenhum outro setor da economia recebeu tanto incentivo fiscal, por meio do Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás - PRODUZIR, quanto o setor sucroalcooleiro. A Usina Boa Vista, de Quirinópolis, recebeu do governo de Goiás, um dos maiores financiamentos de ICMS do Programa PRODUZIR, no montante de R\$ 681 milhões. Segundo estudos de PIETRAFESA et al. (2009) as usinas deixam de pagar três quartos do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), e isso reflete na incapacidade de o governo investir em infra-estrutura para a própria produção de etanol. Segundo esses autores, apesar do discurso oficial de que o crescimento da produção se deve a “*vocação natural da região para o agronegócio*”, há muitos incentivos estatais para promover essa “*vocação*”. Em apenas um ano, por exemplo, o estado de Goiás subiu da quarta para a segunda posição nacional na produção de etanol e para tanto, o governo estadual dispensou uma receita de cerca de R\$ 28,1 bilhões. Este valor corresponde a cinquenta contratos de incentivos fiscais assinados com usinas de etanol e açúcar, que equivalem a 37,5% de todas as concessões feitas pelo governo desde 2003.

Além desses programas de incentivo, Goiás conta ainda com recursos do Fundo Constitucional do Centro-Oeste (FCO). O FCO foi criado em 1988 com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento econômico e social do Centro-Oeste brasileiro. O aporte permanente dos recursos do Fundo, pela União, (29% para Goiás, 29% para Mato Grosso, 23% para Mato Grosso do Sul e 19% para o Distrito Federal) possibilita financiamentos de longo prazo para os setores econômicos, gerando novas perspectivas de investimentos para o empresariado. Em 2010 o FCO em Goiás financiou investimentos da ordem de R\$ 1. 583 milhão. Desse aporte, 44,6% foram direcionados para a modalidade empresarial e 55,4% para financiamento de atividades rurais (PIETRAFESA, et al. 2010).

Levantamento realizado pela SEPLAN (2010) mostrou que no período de 2006 a 2009, o FCO aprovou financiamentos no valor total de cerca de R\$ 329 milhões para o

setor sucroalcooleiro do Estado de Goiás. A maioria das cartas (e dos empréstimos) foi aprovada nos anos de 2006 e 2007, período de lançamento e implantação do I Plano Nacional de Agroenergia (2006/2011) (MAPA, 2011). Em termos de valores financiados, o município de Goianésia, tradicional na produção canavieira, onde se encontra a Usina Jales Machado, contou com o maior volume de financiamento (mais de R\$ 84 milhões), permitindo o início da construção da terceira usina naquele município. Empresários goianos da indústria e setor de serviços devem investir R\$ 31,85 bilhões no Estado até 2013, gerando 110,6 mil novos postos de trabalho. O levantamento da SEPLAN (2011) aponta que, do montante total, mais de 53% serão oriundos do setor de etanol e açúcar, que sinaliza recursos da ordem de R\$ 17,05 bilhões, seguido pela atividade de Mineração e Beneficiamento, que prevê aplicação de R\$ 5,01 bilhões (15,73%).

Verifica-se, portanto, que as justificativas do setor sucroenergético amplamente difundidas no estado de Goiás apontam como maiores vantagens competitivas, os preços das terras e dos arrendamentos no Centro-Oeste mais baixos *vis-à-vis* às regiões do Centro-Sul; os fatores geográficos (topografia plana facilitadora da mecanização do plantio e da colheita, e que conseqüentemente, resulta na diminuição dos custos e evita a queima da cana atendendo as exigências ambientais); condições edafoclimáticas (solo e clima favoráveis com condições favoráveis para produção em larga escala (lembre-se que antes cultivados com grãos); disponibilidade de recursos hídricos; excelente infraestrutura urbana; localização adequada para atividade industrial; grandes extensões de terras agricultáveis e também a logística alicerçada na construção do alcoolduto (projeto da Petrobrás) (PIRES, 2009). Assim, a atividade canavieira tem se expandindo em ritmo acelerado no estado, provocando uma alteração no padrão tecnológico. Segundo o Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool no Estado de Goiás (SIFAEG, 2009) estão ocorrendo, no estado de Goiás, novas instalações de usinas e também a recuperação de antigas unidades. Acredita-se que esse grande salto dado pela indústria canavieira é resultado de investimentos em tecnologia, pesquisa por desenvolvimento de matéria prima mais produtiva, treinamento de mão de obra, melhoria dos processos de produção e automação de processos.

Castro et al. (2007; 2010) já haviam identificado o Centro-Sul Goiano como área selecionada pelos empreendedores, devido o fato das pouco mais de 100 usinas

cadastradas em 2007 (em diferentes fases, variando do licenciamento à operação) junto à SIC-GO, 74 concentram-se no Sul Goiano, das quais 33 já estavam em operação em 2010 (MAPA, 2010), e o restante em implantação ou nas demais categorias, indicando notável densidade. Castro et al, (2010) identificaram também concentração de usinas e áreas de plantio em três das microrregiões do Sul Goiano, a saber: Meia Ponte, Sudoeste e Vale do Rio dos Bois, as quais reúnem 63 dessas 74 listadas. Em segunda posição segue-se a mesorregião do Centro Goiano com um total de 21 usinas, com mais de 50% desse total localizado na microrregião de Ceres, como mostrado por Ferreira (2010). Vale aqui lembrar que a microrregião de Quirinópolis agrega 07 dessas usinas, sendo 4 em operação e 3 em implantação, o que significa pouco mais de 20% do total das 33 usinas em operação do estado.

As microrregiões de Quirinópolis e do Meia Ponte, são cenários representativos de expansão da cana-de-açúcar na região Sul do Estado, como pode ser observado na Figura 06. Castro et al., (2010) apontam que a expansão da cana nessa região se deu em virtude da efetiva substituição de culturas, quer seja a agricultura de grãos, principalmente da soja, ou a pastagem, diferenciadamente do ocorrido nos demais estados da região Centro-Oeste, onde as áreas de pastagem foram prioritárias (NASSAR et al., 2008).

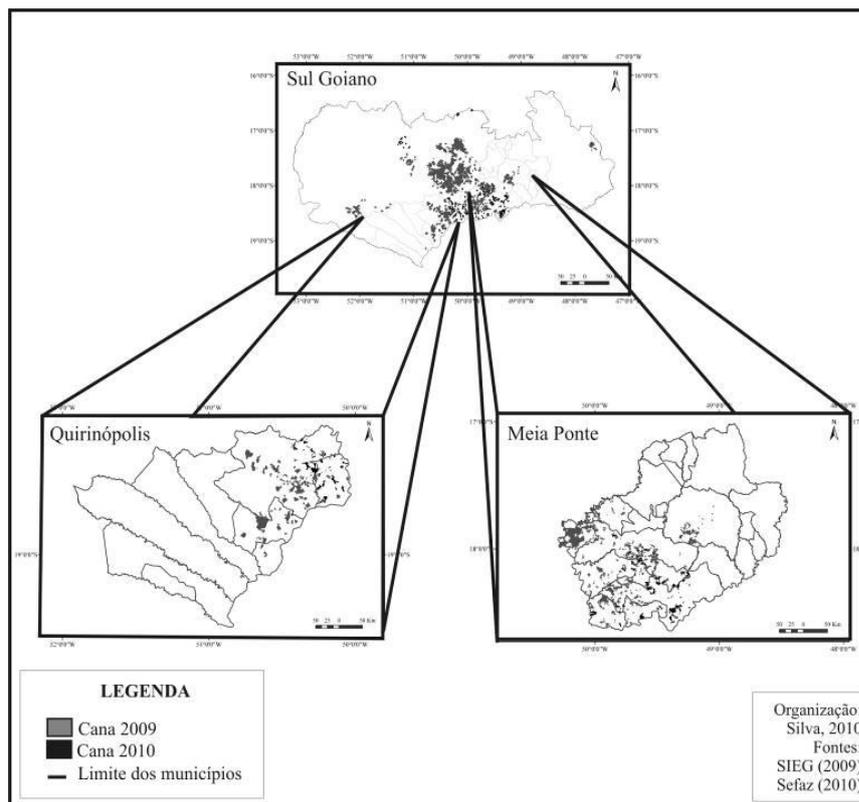


Figura 06 - Área de produção de cana-de-açúcar na mesorregião Sul Goiano. Destaque para as microrregiões Quirinópolis e Meia Ponte. Fonte: Castro et al. (2010).

Verifica-se que a atual expansão da cultura sucroalcooleira em Goiás reproduz de certa forma a mesma espacialização da fronteira agrícola no estado, ocorrida durante o período de 1985 a 1995 (MIZIARA, 2006), quando já se destacara a região do Sudoeste Goiano. Cabe salientar que esta região além de responder hoje pela grande produção de grãos no país, também responde pela grande expansão da cana-de-açúcar, provocando uma nova organização do seu espaço produtivo, em substituição à produção de grãos e da pecuária extensiva (CARRIJO, 2008). CASTRO et al. (2007; 2010) ao avaliarem o potencial de expansão da cana no estado de Goiás, também chamam a atenção para o fato de que essa expansão vem se dando justamente no Sul Goiano, nas áreas onde já dominava a agricultura e pecuária (Sudoeste goiano), indicando que essa posição provavelmente incorria na substituição das culturas praticadas nos melhores solos. Os autores não descartam, no entanto, riscos de comprometimento dos recursos hídricos, sobretudo, para irrigação, e dos solos, por mudanças relacionadas à fertirrigação com vinhaça (matéria orgânica, biota, e outros). Chamavam a atenção também, para o fato de que a distribuição das usinas configurava uma espécie de

zoneamento induzido, o qual dois anos mais tarde estão contidos no Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar proposto pela EMBRAPA (MANZATTO, 2009), aproveitando e ampliando a logística indispensável.

O que deve ser lembrado, é que os investimentos produtivos no setor sucroenergético em Goiás, juntamente com uma série de fatores internos e externos (demanda dos biocombustíveis, por exemplo), faz com que estas conjunturas já indicam este sistema agroindustrial como o principal segmento produtivo da pauta de exportação do estado, haja vista, que a expansão do sistema canavieiro em Goiás teve um ritmo mais acelerado que no restante do país, atraindo investimentos de vários grupos nacionais. Nos últimos anos, Goiás atraiu inúmeras empresas de investidores no setor sucroalcooleiro. Destaca-se que o governo goiano adiou a cobrança de ICMS como forma de obter mais projetos do setor (PIETRAFESA, et al. 2010).

Dentre os grupos nacionais de investidores no estado, podem-se destacar aqueles que investiram na microrregião de Quirinópolis, a saber: Grupo São João de Araras, juntamente com o grupo São Martinho, ambos da família *Ometto*; a Organização *Odebrecht*, empreendedores da Usina Rio Claro Agroindustrial S/A, instalada em Caçu (Goiás) e mais recentemente em Mineiros; o grupo Andrade de Ribeirão Preto - SP que já atua no estado de Goiás há 16 anos à frente da Usina Goianésia S/A, no vale do São Patrício; e que desde 2008, conta com a Usina Energética em São Simão, Goiás. Há também empreendimentos internacionais como a *Brenco*, financiada por americanos que deve inaugurar mais cinco unidades em Goiás e Mato Grosso; Agora, além da Usina Tropical em Goiás, onde há capacidade para moagem de 2,5 milhões de toneladas de cana, a *British Petroleum* (BP) assume também o controle de duas usinas já em produção (Itumbiara-GO e Ituiutaba-MG) e uma em construção (Campina Verde-MG) e o Complexo Bioenergético Itarumã, empresa parceira da multinacional *Mitsui*. Somem-se a eles, recentemente (2011), dois grandes grupos que também integram os investimentos no setor sucroenergético: a Cargill e a PETROBRAS Bioenergia.

Outro fenômeno importante tem ocorrido nesta cadeia produtiva. Após décadas de incentivos e investimentos de recursos públicos no setor privado nacional (em sua maioria grupos familiares de capital) o capital internacional vem ampliando sua participação no setor, onde 58 usinas mudaram de mãos no Brasil entre 2007 e 2009. As operações envolveram mais de 100 empresas nos últimos três anos. A fusão em 2010,

entre a líder *Cosan*, maior companhia sucroalcooleira do país, e a holandesa *Shell*, uma das maiores petroleiras do mundo, e que criou a *Raízen*, corrobora um agronegócio globalizado. O negócio, com valor estimado em US\$ 12 bilhões, com ganhos estratégicos são claros e apontam para o futuro onde o etanol ganhará importância mundial como combustível renovável (PIETRAFESA, et al. 2010). Esse interesse de grupos internacionais no Brasil (maior produtor e processador mundial de cana) é, portanto, crescente, como mostram os dados de que nos dois últimos anos, o percentual do mercado nas mãos de capital estrangeiro passou de 15% para 25%.

Nos últimos três anos, o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar vem, aos poucos, deixando de ser *verde-amarelo*. Antes mesmo de se tornar uma *commodity* de escala mundial, as decisões de investimentos na produção desse combustível passaram a ser ditadas por executivos e empresários estrangeiros (Tabela 02). É que grandes companhias estrangeiras internacionais estão investindo nessa área no Brasil. Esse seleto clube inclui ainda as francesas *Louis Dreyfus e Tereos*, além do grupo de origem argentina *Bunge* e da indiana *Shree Renuka Sugars*. O avanço foi facilitado pela delicada situação financeira na qual se encontrava boa parte dos usineiros. Estima-se que, desde 2008, as potências estrangeiras tenham investido mais de R\$ 15 bilhões em aquisições no Brasil (Anuário da cana, 2011).

Tabela 02 – Os Gigantes do Setor de açúcar e álcool no Brasil

EMPRESA	VOLUME (milhões de ton.)	ORIGEM DO CONTROLE
Cosan/Shell	54,2	Brasil/Holanda
Louis Dreyfus	34,1	França
Guarani/Tereos	19,6	França
São Martinho	13,0	Brasil
Carlos Lyra	11,7	Brasil
Grupo Tércio Wanderley	10,8	Brasil
Zilor	10,8	Brasil
Renuka (SP e Paraná)	10,2	Índia
Cerradinho	9,5	China
Pedra Agroindustrial	9,2	Brasil

Fonte: Anuário da cana. Brazilian Sugar and Ethanol Guide (2011).

As *tradings* já marcaram sua posição: a *Bunge* adquiriu a *Moema* e a *Louis Dreyfus* comprou a *Sant Elisa Vale*. Nos últimos meses, a *Cargill*, *ADM* e *Nobel* também fizeram seus investimentos. Para fortalecer sua musculatura, a direção da *BP*

tem planos de construir mais três unidades até 2016, uma delas em Goiás e as outras duas em Minas Gerais. Com isso, espera atingir o patamar de 30 milhões de toneladas em cinco anos. Essas informações, todas veiculadas amplamente pela mídia, inclusive, indicam que após décadas absorvendo recursos públicos, concentrando a propriedade da terra, utilizando formas de trabalho degradante, aumentando passivos ambientais, esta cadeia produtiva nacional se oferece pronta, produtiva, tecnologicamente eficiente e ecologicamente correta para grupos internacionais. Se por um lado eles têm tradição de se preocuparem com questões sociais e ambientais, por outro lado, entram em um programa estratégico de controle de matriz energética e conseqüentemente da segurança nacional. Aproximadamente 80% da cana plantada e processada nas indústrias são procedentes de áreas próprias (arrendadas), o que equivale dizer, que além de transferir tecnologias ao capital internacional, também se passa a eles grandes extensões de terras (PIETRAFESA, et al. 2010).

Conforme estudos de Silva e Miziara (2011), os eixos de expansão da cana-de-
açúcar se concentram no Centro-Sul do estado e seguem a direção das principais rodovias de escoamento da produção, como pode ser verificado na figura 07.

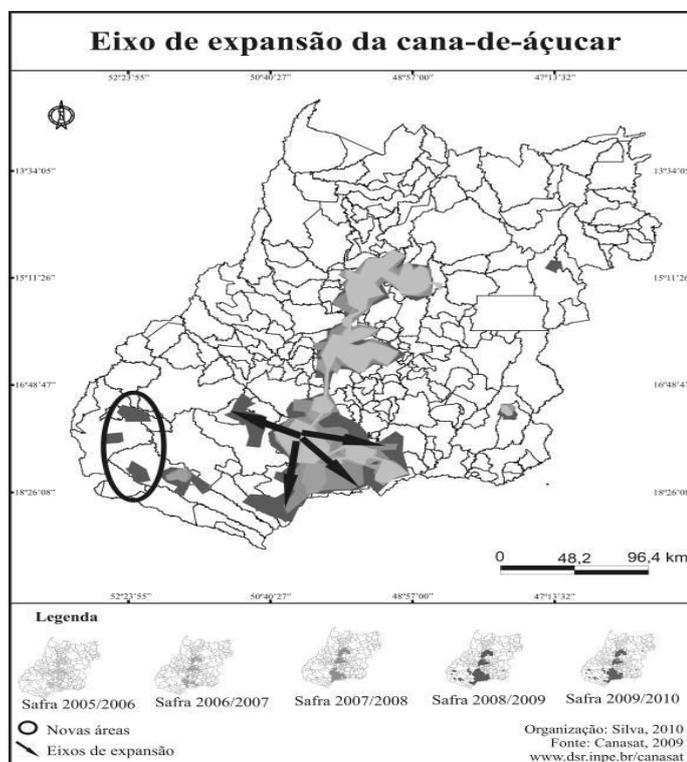


Figura 07 – Eixo de expansão da cana em Goiás (2005/2010).
Fonte: Silva e Miziara, 2011.

Dado ao seu desempenho no mercado nacional e internacional, o estado de Goiás vem se consolidando como um dos estados mais importantes na produção de cana-de-açúcar. Segundo a CONAB (setembro/2010) (Fig. 08) Goiás saiu de uma área de 471 mil ha na safra de 2009/10, para uma área de 599 mil ha na safra de 2010/11, assumindo um crescimento de quase de 27%, contra apenas 10% registrado pelo país, portanto o dobro do país, e assume o 4º lugar na produção canavieira, correspondendo a 8% da produção brasileira, praticamente nivelado com Paraná, Minas Gerais, levando a supor que juntos constituem o segundo *bloco produtor* após o estado de São Paulo.

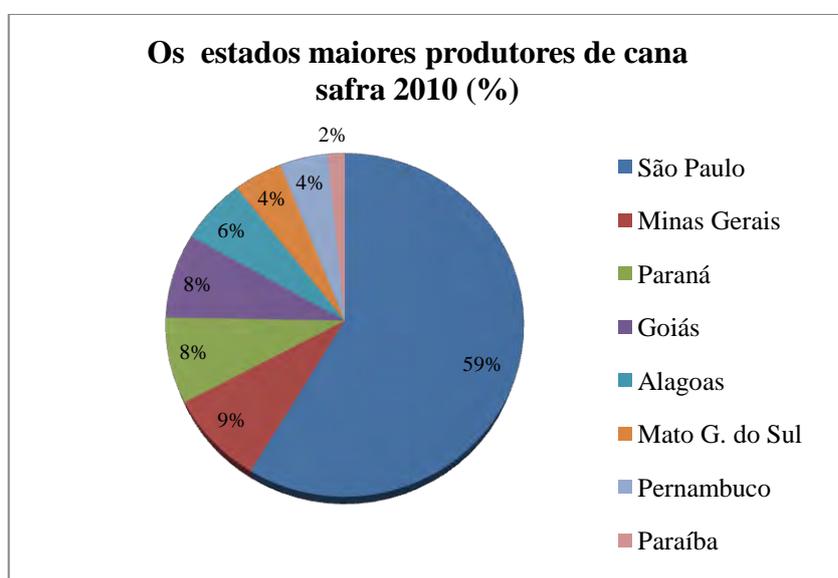


Figura 08 - Os estados maiores produtores brasileiros de cana (%) na safra 2010/11 Fonte: CONAB – 2º levantamento - setembro de 2010.

O desempenho goiano superou os índices nacionais, tanto em crescimento do volume de produção quanto em produtividade, pois de uma produção de 40.092 milhões de ton. (2009/10) o estado passou a 51.223 milhões de ton. (2010/11), crescimento de nada menos de 27,8%, contra os modestos 7,8% de aumento da produção canavieira no país. No mesmo período, a produtividade da cultura em Goiás aumentou de 84.960 kg/ha para 85.460 kg/ha, com uma variação positiva de 0,6%, enquanto, no país o índice foi de apenas 79 kg/ha (ficando -2,20% em relação à safra anterior de 81 kg/ha) (CONAB, setembro 2010).

Assim, no *ranking* nacional, na safra 2010/11, o estado de Goiás assume o quarto lugar em área plantada (mil/ha) com cana-de-açúcar, e a terceira posição, em produção, com 51 milhões de toneladas, perdendo apenas para os estados de São Paulo e Minas Gerais. Chama atenção que o estado de Goiás posiciona-se num segundo grupo, que inclui MG e PR. Os estados de MT, AL, PE e MS compõem um terceiro grupo. Em relação à área disponível para colheita (ha) e áreas de reforma, o estado de Goiás apresentou na safra 2010/11: cana soca - 531.334 ha; reformada - 19.130 ha; expansão - 80.189 ha; em reforma - 24.548 ha; sendo o total de cana cultivada 655.201 hectares. Ainda segundo a estimativa de produção e destinação da indústria sucroenergética no estado de Goiás, realizada pela CONAB (2010), dos 52 mil/ton. de cana, 16.118 mil/ton. foram destinados à fabricação de açúcar e 36.299 mil/ton. à fabricação de álcool (Tabela 03). Foram produzidos nesta safra 2.014 bilhões de ton. de açúcar e 2.789 bilhões de litros de álcool, sendo a maioria de álcool hidratado (2.225 bi/l), ficando o álcool anidro com 564.684 mil/l. O estado de Goiás já é o segundo maior produtor de etanol do país e o quinto em produção de açúcar, conforme nos mostra a tabela abaixo.

Tabela 03 - Goiás no *ranking* da produção de açúcar e álcool na safra de 2010/11

ESTADOS BRASILEIROS PRODUTORES DE CANA	Estimativa de produção de açúcar e álcool na safra de 2010/11			
	Cana-de-açúcar destinada à produção de açúcar (em 1000 t)	Produção de açúcar (em 1000 t)	Cana-de-açúcar destinada à produção de álcool (1000 t)	Produção de álcool (em 1000 l)
São Paulo	180.781	23.512	203.778	16.214.107
Paraná	25.342	3.066	25.241	1.876.945
Minas Gerais	24.676	3.244	31.534	2.553.470
Alagoas	18.507	2.389	8.669	681.687
Mato Grosso Sul	9.048	1.120	21.112	1.611.184
Goiás	16.118	2.014	36.299	2.789.915

FONTE: CONAB - 2º Levantamento: setembro de 2010. Elaborada pela autora.

Contudo, o balanço da produção do setor sucroenergético em Goiás, divulgado pelo SIFAEG (2010) revela que o grande incremento foi na produção de açúcar e não de etanol, com um crescimento de 44,7% em relação à safra anterior. Acredita-se que o fator responsável por esse aumento de produção do açúcar se deve aos bons preços no

mercado internacional, além do aumento da cana colhida mecanicamente (62,5% da produção canavieira foram colhidas por máquinas).

Cabe destacar ainda outro fato importante, que o município de Quirinópolis segundo os dados da CANASAT/INPE (2010), na última safra de 2010, em relação à área total cultivada, superou o município de Santa Helena de Goiás, município que durante muito tempo liderou o *ranking* da produção de cana no estado de Goiás (Fig. 09). Vale ressaltar que foi no município de Santa Helena que se instalou a primeira empresa do setor sucroalcooleiro do estado, sendo, portanto, uma empresa considerada tradicional e histórica no cultivo da cana-de-açúcar em Goiás, o que anuncia as mudanças de cenário. Convém assinalar que Santa Helena é um município que não contava mais com grande oferta de área para a expansão da cana.

Assim, no *ranking* da produção de cana no estado de Goiás, Quirinópolis ocupa lugar de destaque, juntamente com Gouvelândia (município contíguo à Quirinópolis) respondendo pelo primeiro e sétimo lugar respectivamente na produção de cana do estado, o que pode ser constatado segundo dados da CANASAT/INPE (2010).

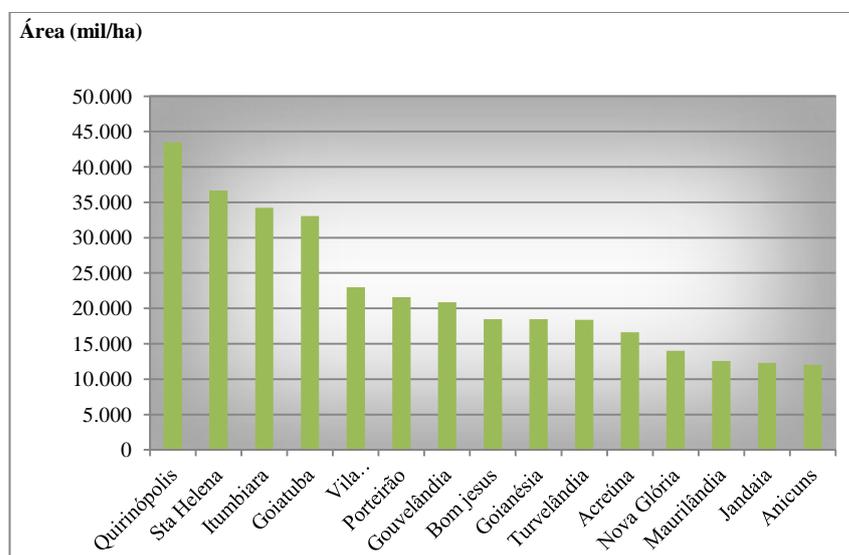


Figura 09 – Os municípios goianos maiores produtores de cana–2010.
Fonte: CANASAT/INPE (2010)

Segundo ainda os dados da CANASAT/INPE (2010) o município de Quirinópolis, além de liderar o *ranking* goiano em área total cultivada, também é o município que apresenta a maior área em expansão com cana (Tabela 04) ficando à

frente de municípios com grande representatividade na produção canavieira como Santa Helena, Itumbiara e Goiatuba, todos com usinas instaladas na fase anterior, a do PROÁLCOOL.

Tabela 04 – Área total de cana-de-açúcar nos municípios goianos na safra 2010/2011

Municípios	Cana Soca 2010	Reformada	Expansão 2010	Disp. Colheita 2010	Em Reforma 2010	Total Cultivada (ha) 2010
Quirinópolis	37.137	0	6.261	43.398	104	43.502
Sant. Helena	30.652	2.391	859	33.902	2.772	36.674
Itumbiara	29.258	1.018	3.045	33.321	887	34.208
Goiatuba	25.689	2.307	2.335	30.331	2.708	33.039
Vila Propício	19.366	1.809	357	21.532	1.471	23.003
Porteirão	16.682	348	2.368	19.398	2.171	21.569
Gouvelândia	18.573	377	1.696	20.646	204	20.850
Bom Jesus	15.648	373	1.186	17.207	1.289	18.496
Goianésia	15.481	1.248	466	17.195	1.271	18.466
Turvelândia	13.387	1.408	2.574	17.369	1.029	18.398
Acreúna	13.897	351	1.655	15.903	720	16.623
Nova Glória	12.921	413	507	13.841	164	14.005
Maurilândia	8.882	758	1.022	10.662	1.917	12.579
Jandaia	11.160	849	30	12.039	236	12.275
Anicuns	11.714	15	96	11.825	184	12.009

Fonte: CANASAT/INPE (2010) Elaboração: BORGES, V.M.S.

Os municípios que compõem a MRQ apresentaram na safra 2010/11, segundo a CANASAT/INPE (2010) uma área total cultivada de 104.795 ha dos quais 85 mil são de cana soca e 18 mil ha de cana em expansão (Tabela 05), fato esse que comprova a intensa expansão canavieira no Sudoeste Goiano como um todo, o que tem provocado grande mudança no uso e ocupação do solo agrícola desta região.

Tabela 05 – Área total cultivada de cana-de-açúcar nos municípios da MRQ 2010/2011

Municípios da MRQ	Cana Soca	Reforma da	Expansão	Disp. Colheita	Reforma	Total Cultivada
Quirinópolis	37.137	0	6.261	43.398	104	43.502
Gouvelândia	18.573	377	1.696	20.646	204	20.850
Paranaiguara	10.850	0	1.384	12.234	261	12.495
Caçu	8.813	0	4.413	13.226	0	13.226
Cachoeira Alta	1.728	0	1.515	3.243	0	3.243
Itarumã	6.321	0	1.615	7.936	0	7.936
São Simão	2.011	0	1.532	3.543	0	3.543
TOTAL	85.433	377	18.416	104.226	569	10 4.795

Fonte: CANASAT/INPE (2010). Elaboração: BORGES, V.M.S.

Os dados revelam que o complexo canavieiro em Goiás e, em Quirinópolis, em particular, segue o *locus* da centralidade da soja, implantada na modernização da agricultura, desde a década de 1980. Neste contexto, a soja, assim como a cana, representa as principais *commodities* brasileiras, ambas voltadas ao contexto do mercado externo, sendo a última em resposta à recente pressão do etanol combustível, desde 2003. Porém, dado que a cana pode se expandir sobre um mosaico de solos mais variados, incluindo mesmo solos muito pobres e declividades maiores (até 12%) que a soja (até 8%), é de se supor que essa centralidade da cana possa ser maior em área e mais abrangente do que foi e ainda é a soja, a exemplo do que ocorreu no estado de São Paulo. Em outras palavras, a cana expandiu apenas inicialmente sobre áreas de grãos, mas secundariamente avança para áreas de pastagens, após consolidação (usinas já em operação, áreas ainda no primeiro ciclo de cultivo majoritariamente arrendadas), o que é difícil para soja, mas não para o milho, o sorgo, o milheto, o feijão comum e o girassol, dentre outros grãos, por exemplo. Já o gado caminha sobre as próprias patas a distâncias grandes e pode migrar ou ser confinado não apenas para engorda pré-abate, no que o estado de Goiás é líder. Com a tecnologia de manejo da soja ela pode se deslocar para áreas de pastagem. Espera-se, portanto, que os efeitos indiretos da expansão da cana mobilizem mais o setor da soja e da pecuária.

O problema é que a cadeia agroindustrial instalada e que não se adapta à agroindústria da cana, levou municípios como Rio Verde a limitarem o avanço da cana, mas em outros como Quirinópolis, que apenas exportava sua produção de soja pra Rio Verde, onde era processada, a cana pode se superimpor à soja. Não se pode dizer isso, no entanto, para os frigoríficos que lá processavam a carne bovina do abate, onde o confinamento não se registra, sugerindo que o gado estaria migrando para outras áreas ou sendo abatido, à medida que a cana avança sobre as pastagens. Mas esse fenômeno, além de recente, é pouco significativo em área na microrregião de Quirinópolis, merecendo estudo à parte.

A estruturação do complexo agroindustrial na Microrregião Quirinópolis

O álcool tem sido apontado pela comunidade científica e econômica internacional como uma das possíveis soluções para os problemas ambientais relacionados ao aquecimento global, destacando-se como uma fonte energética

compatível com os MDL, preconizado no Protocolo de Quioto (BACHI, 2006). Com a transformação progressiva do álcool em *commodity*, assiste-se a um elevado número de aquisições, alterações de participações acionárias, entrada de capital estrangeiro e fusões, formando assim os grandes complexos sucroenergético.

Neste contexto, com o objetivo de orientar a discussão quanto à expansão do cultivo da cana-de-açúcar, na MRQ, foi realizada a pesquisa de campo nas quatro usinas que se encontram em operação, instaladas nos seguintes municípios: Quirinópolis/Gouvelândia (02), São Simão (01), e Caçu/Cachoeira Alta (01). A pesquisa envolve o levantamento de dados e de informações coletadas e disponibilizadas pelas usinas referentes ao cultivo, produção e produtividade da cana-de-açúcar, bem como os órgãos ligados diretamente ao setor.

As Usinas em Operação na MRQ

- Usina São Francisco Açúcar e Álcool S/A

A Unidade Industrial Goiana da Usina São João Açúcar e Álcool S/A está localizada na zona rural do município de Quirinópolis, no Sudoeste do Estado e pertence à família Ometto. A área situa-se na Fazenda São Francisco, que empresta o nome à Unidade Goiana (USJ) e se localiza entre as coordenadas geográficas: 18° 26'04'' S e 50° 15'21'' W. A planta industrial conta com uma área circular de aproximadamente 55 hectares e assenta-se sobre o divisor de águas das sub-bacias hidrográficas dos córregos do Carvalho e do Cachoeirinha. Os cursos d'água são contribuintes respectivamente das mesobacias dos rios São Francisco e dos Bois tributário da margem Goiana da grande Bacia do rio Paranaíba, na região hidrográfica Paraná-Paraguai. A Fazenda São Francisco é acessível por uma entrada à margem esquerda da rodovia GO 206 no sentido Quirinópolis-Gouvelândia, pela qual se trafega 18 km a partir da sede urbana de Quirinópolis.

A Usina deu início à construção de seu parque industrial no ano de 2004, sendo este o ano de seu registro. A ocupação agrícola teve início no ano de 2005 em terras localizadas a Nordeste da microrregião, nos municípios contínuos de Quirinópolis e Gouvelândia, em substituição às culturas de grãos e de pastagens. A partir de 2006, a

usina colheu sua primeira safra dando início à produção de açúcar, álcool (anidro e hidratado) e também a co-geração de energia.

A cana da USF está sendo cultivada, cerca de 70% em Latossolo Vermelho e Vermelho Amarelo e o restante em Cambissolos, Litossolos e Argissolos. Segundo informações da USF, a estratégia de mecanização foi um fator decisivo na instalação da indústria nessa região, isto porque as terras, em sua maioria, são mecanizáveis, por possuir um relevo plano suavemente ondulado (com declives abaixo de 12%). Somem-se a isso as condições físicas (qualidade do solo e o clima - pouca chuva nos meses de abril a setembro), infraestruturais (já com infraestrutura da cultura de lavouras pré-existentes), políticos-institucionais e econômicas (oferta de terras). Quanto à oferta de empregos, a usina emprega hoje cerca de 1.200 funcionários, sendo em sua maioria, moradores dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, e em minoria, vindos do estado de São Paulo e outros estados brasileiros.

As áreas fornecedoras de cultura de cana para a usina estão dispersas num raio de extensão de 45 km em torno da planta industrial, no sentido Quirinópolis/Gouvelândia. A área de expansão da cana ocorreu nas áreas de cultivo de grãos e de pasto. Segundo dados fornecidos pela empresa 35% do cultivo da cana ocupam as áreas antes de soja e 65% áreas de pastagens (tabela 06). Contudo, hoje a área de expansão da cana se dá 90% em áreas de pastagens, haja vista que as áreas de cultivo de grãos já foram plantadas. O modelo de relações com proprietários e produtores em relação às culturas agrícolas, se dá em torno de 50% em terras de fornecedores, com produtores terceirizados e 50% em relações de arrendamento, considerados parceiros da usina. O arrendamento na microrregião está em torno de 60 a 70 ton./c/ por alqueire.

Tabela 06 – A Área de colheita de cana na Usina São Francisco – safras 2005/2011

SAFRA/ COLHEITA	ÁREA DE COLHEITA (área - ha)			Total Área (ha)
	TIPO DE PROPRIEDADES			
	Fornecedores	Parceria	Própria	
2005	1.439,86	2.406,50	1.106,11	4.477,06
2006	11.094,28	5.102,39	232,63	16.429,30
2007	9.174,39	3.897,52	70,59	13.142,50
2008	4.389,79	8.930,93	447,13	13.767,85
2009	733,95	5.244,66	9,31	5.987,92
2010	2.108,08	3.953,03	378,90	6.440,01
2011	3.095,63	3.302,89	123,72	6.522,24
TOTAL	32.035,98	32.837,92	2.368,39	67.242,29

Fonte: Usina São Francisco S/A, 2010.

Em Quirinópolis, a USF opera com alta tecnologia em todos os seus processos produtivos, com alto grau de automação, eficiência industrial, baixo custo de produção e alta produtividade. Nela o sistema de extração de açúcar da cana é diferente. Ao invés das tradicionais moendas, grandes difusores fazem a extração da sacarose, permitindo maior aproveitamento da cana. Assim, é possível uma extração de 1,5% a 2% a mais de sacarose a partir do difusor, em relação ao processo antigo de extração por moendas, o que significa um acréscimo de 6,5 milhões de litros de etanol por safra. Vale aqui ressaltar que toda essa tecnologia também está sendo adotada na Usina Cachoeira Dourada, que está em construção (ampliação da USF).

A USF, em operação desde 2006/07, com capacidade de moagem de 4,5 milhões/ton./ano, já processou até a safra de 2009/10, um total de cerca de oito milhões de toneladas de cana. A Usina tem controle totalmente automatizado de suas etapas de produção de etanol, açúcar e energia, onde a mecanização atinge 95% da colheita e 60% do plantio, com sofisticada logística de operação para escoamento da safra de cana do campo para a usina. Praticamente toda a cana é colhida por colhedoras, ficando apenas as áreas de difícil acesso (em função do declive) para a colheita manual, em torno de 5%. A colhedora executa o trabalho relativo a 100 trabalhadores braçais, colhendo 24 mil ton./dia, sendo que 80% são de cana crua e 20% de cana queimada.

A produtividade da cana na usina alcançou na safra de 2009/10 um total de 130 ton./ha, atingindo uma média de 93,33 ton./ha (a média nacional é de 130 -150 ton./ha). O que pode ser observado na tabela 07.

Tabela 07 – A Produção e a Produtividade da cana na USF – safras 2006 a 2010

SAFRAS	Classe	Produção (ton.)	AREA - ha	ATR	Ton./ha
06/07	Fornecedores	14.432,90	188,49	113,64	76,57
	Parceiros	287,89	3,20	134,96	89,97
	Própria	28.835,98	286,73	120,14	100,57
06/07 Total		43.556,76	478,42	118,08	91,04
07/08	Fornecedores	683.828,78	7.327,81	144,35	93,32
	Parceiros	519.652,79	5.625,87	137,13	92,37
	Própria	161.467,57	1.625,76	123,37	99,32
07/08 Total		1.364.949,14	14.579,44	139,12	93,62
08/09	Fornecedores	1.918.019,65	19.374,29	141,61	99,00
	Parceiros	548.408,13	6.616,56	133,82	82,88

	Própria	161.602,85	1.986,18	109,05	81,36
08/09 Total		2.628.030,63	27.977,03	137,98	93,94
09/10	Compra	67.909,77	708,57	139,95	95,84
	Fornecedores	2.245.343,19	23.624,13	137,70	95,04
	Parceiros	1.334.114,61	14.778,26	119,36	90,28
	Própria	114.604,67	1.408,84	108,86	81,35
09/10 Total		3.761.972,24	40.519,80	130,36	92,84
Total		7.798.508,77	83.554,69	134,39	93,33

Fonte: Usina São Francisco S/A, 2010.

O preço da cana é baseado na metodologia da ÚNICA (CONSECANA, 2006) utilizando dos custos de produção e o do preço da cana no mercado. O sistema criado em 1999 (SP) e toma como princípio a divisão da receita líquida – excluídos os tributos – da comercialização de açúcar e etanol entre os fornecedores de cana e a indústria. É um sistema de livre adoção que tem por objeto criar parâmetros para uma adequada e justa remuneração do produtor. Emprega, para tanto:

1. Um método técnico de avaliação da qualidade da cana entregue pelo fornecedor, entendida como a quantidade de açúcares contidos nela, aproveitáveis no processo industrial (ATR);
2. Os custos médios de produção agrícola e industrial;
3. Os preços dos produtos finais, açúcar e etanol, destinados ao mercado interno ou à exportação, praticados no curso do ano-safra (maio a abril do ano seguinte);
4. A característica da produção e da comercialização de cada indústria no ano-safra. Essa característica consiste na quantidade produzida de cada produto (açúcar e etanol) e sua destinação quando comercializado (combustível, exportação, etc.).

O sistema é atualizado a cada cinco anos, de acordo com a evolução tecnológica do setor, tanto na fase agrícola como na fase industrial. Atualmente, a proporção da distribuição da receita entre fornecedores e indústria é de:

1. No caso do açúcar: 59,5% para o fornecedor e 41,5% para a indústria;
2. No caso do etanol: 62,1% para o fornecedor e 37,9% para a indústria.

Ou seja, ao contrário da percepção comum, os custos agrícolas são superiores ao custo de processamento e industrialização, recebendo o fornecedor a maior parte da receita (ÚNICA 2007).

Os valores pagos aos produtores de cana são calculados pela ATR emitidos e atualizados pelo CONSECANA (SP) e fornecidos para as usinas. O valor do ATR no CONSECANA neste mês de agosto/2011 foi de 0,4942 e na Usina São Francisco foi de 0,4851. Os valores do ATR são dados através do valor de 121,97 kg por tonelada, onde são descontados 3,3% (impostos) em cima do valor atual do ATR (Ex: $121,97 \times 0,4942 = 60,27$; Ex: $121,97 \times 0,4851 = 59,16$). Assim, o valor atual (agosto/2011) da cana pago ao arrendatário foi de R\$ 60,27/ton./mês e do fornecedor foi de R\$59,16/ton./mês (APROCANA, 2011).

Quanto ao destino final da produção, o álcool (hidratado e anidro) é negociado e, distribuído dentro do próprio estado, para a cidade de Senador Canedo - GO. O açúcar (VHP – açúcar bruto – célula de sacarose, não refinado) é totalmente exportado, para Rússia, Índia e Países Orientais, sendo (80%) escoado através da hidrovía do Porto de São Simão e 20% pelas rodovias. A energia (co-geração) é consumida nas atividades agrícolas e na produção industrial da usina e o excedente (cerca de 30 Megawatts), é negociado para CELG. A USF é autossustentável em energia elétrica e térmica. A usina gera atualmente cerca de 180 mil MW de energia elétrica, proveniente da queima do bagaço da cana, suficiente para abastecer uma cidade de 130 mil habitantes.

Segundo as informações da usina, um dos fatores limitantes da expansão da cana no município se dá em função da qualificação da mão de obra. Por serem altamente mecanizadas, as atividades canavieiras esbarram na falta de preparo dos trabalhadores ligados, tanto ao cultivo como ao processo industrial.

Quanto aos resíduos industriais da produção canavieira, segundo a usina, 100% é incorporado ao campo, os quais são: vinhaça, torta de filtro, palhada, água utilizada na lavagem de fuligem (jato d'água dentro da chaminé), cinza retida na centrífuga e o bagaço utilizado na co-geração de energia. A USF tem um *Mix* de produção maior que a Usina Boa Vista, isto por apresentar uma maior variedade de produtos da cana (açúcar, álcool hidratado/anidro e energia).

- Usina Boa Vista S/A

A Unidade Industrial Goiana do Grupo São Martinho localiza-se na zona rural do município de Quirinópolis, no Sudoeste do Estado, em uma área da Fazenda Boa Vista, que lhe empresta o nome (UBV). Está situada a margem esquerda da rodovia GO

164 km 01, sentido Quirinópolis – Paranaiguara, distante 13 km da área urbana de Quirinópolis, entre as seguintes coordenadas geográficas: 18⁰33'27'' S e 50⁰25'38''W. A planta industrial situa-se sobre o divisor de águas das sub-bacias hidrográficas dos córregos Limeira, Formiga e do rio Preto. Os cursos d'água são contribuintes da mesobacia do rio Preto, tributário da margem goiana da grande bacia do rio Paranaíba, na região hidrográfica Paraná-Paraguai.

A Usina iniciou suas atividades agrícolas e a construção de seu parque industrial em 2005, implantada com investimentos da ordem de R\$ 700 milhões. A indústria, a princípio, só está produzindo álcool hidratado e essa produção será destinada ao mercado interno e externo (Japão) e gera cerca de 1.800 empregos diretos. Recentemente, parte da usina (40%) foi vendida para o grupo norte-americano *Amyris*. Foi firmada uma *joint venture* que prevê um investimento de 140 milhões de reais na ampliação da capacidade de processamento de cana de açúcar e na implantação de uma unidade adjunta à Usina Boa Vista que irá operar com tecnologia da *Amyris*, na produção de especialidades químicas a partir do caldo da cana, nessa fronteira da diversificação na busca de valor agregado.

As áreas agrícolas da Usina ocupam as terras localizadas a Sudeste da microrregião, mais especificamente, à Sudoeste de Quirinópolis e ao Norte de Paranaiguara e tem seu cultivo em terras antes ocupadas, sobretudo, com uso de pastagens. A primeira moagem ocorreu em 2008/09, dando início a produção de álcool (anidro e hidratado) e também a co-geração de energia. As áreas agrícolas fornecedoras de cultura de cana-de-açúcar para a usina estão localizadas nos municípios de Quirinópolis, Paranaiguara e Cachoeira Alta e estão dispersas num raio de extensão máximo de 60 km (em direção à Paranaiguara) e médio de 22 km em torno da planta industrial. Segundo informações da UBV vários fatores foram atrativos para a instalação da indústria nesta região, além dos fatores locacionais (acesso e transporte, geotecnia do solo, declividades, distância em linha reta do curso d'água mais próximo e uso predominante do solo), a presença de outros grupos próximos do setor (parceiros e acionistas), reforçou a decisão da usina por essa região.

A expansão da cana nessa usina teve início com a instalação do viveiro de mudas (cana planta) em 2005 e com o plantio manual e mecanizado em 2006, numa área inicial de 550 ha de cana própria. Na safra de 2006/07 foram cultivados 1.000

hectares, atingindo 30 mil ha na safra de 2010, sendo a safra de 2007, considerada a de grande crescimento na produção agrícola. A produção de matéria-prima se dá de modo geral, em torno de 25% em terras de fornecedores, com produtores terceirizados e 75% em relações de arrendamento (considerados parceiros da usina). A produção da cana na UBV pode ser sintetizada na Tabela 08.

Tabela 08 - A Área de colheita de cana na Usina Boa Vista – safras 2008 a 2011

ÁREA DE CULTIVO (ha)				
SAFRA	TIPO DE PROPRIEDADES			TOTAL
	Própria	Parceria	Fornecedor	
2008/09	580,80	6.983,15	6.872,49	14.436,44
2009/10	788,82	11.762,34	12.781,04	25.332,20
2010/11	701,10	17.073,85	12.766,37	30.541,32

Fonte: Usina Boa Vista S/A - 2010

Na safra 2010/11, a UBV produziu 2,4 milhões de toneladas de cana sendo cerca de 60% de arrendamentos (parceiros). Nesta safra produziu 210 milhões de litros de etanol e 220 mil megawatt/hora de energia excedente, que já estão comercializadas para as redes elétricas (CELG). A Tabela 09 apresenta os dados da produção dessa usina.

Tabela 09- A Produção da cana na Usina Boa Vista – safras 2008 a 2011

PRODUÇÃO/MOAGEM (ton.)				
SAFRA	TIPO DE PROPRIEDADES			Total (ton.)
	Própria	Parceria	Fornecedor	
2008/09	34.690,44	582.786,09	590.979,12	1.208.455,65
2009/10	72.683,99	909.631,17	1.079.607,83	2.061.922,99
2010/11	54.400,19	1.320.332,27	1.025.267,54	2.400.000,00

Fonte: Usina Boa Vista S/A, 2010.

A área de expansão da cana está sendo implantada através da conversão de pastagens (extensivas), algumas das quais degradadas, e em menor escala em áreas de outras culturas (grãos). Segundo a usina, não houve desmatamento no município para a entrada da cana, o que ocorreu foi à substituição de culturas. A usina conta com licença

para realizar a limpeza da área (retirada de algumas árvores que se encontram na área do cultivo) e conta também com um viveiro de mudas com espécies do Cerrado, utilizada no reflorestamento, sobretudo das APPs e APAs.

A cana da UBV está sendo cultivada em Latossolo Vermelho distrófico com correção e manejo da fertilidade do solo. O CTC, com sede em São Paulo, é responsável pelas pesquisas e controle de aproximadamente 17 mil ha de cana com adaptação das variedades. O sistema de colheita da usina é de 90% de cana colhida crua e mecanizada. Praticamente toda a cana é colhida por colhedoras, ficando apenas as áreas de difícil acesso (em função do declive) para a colheita manual, cerca de 10%. A produtividade da cana atingida pela usina é considerada excelente, onde o ATR está em torno de 120 ton./ha. O preço da cana também é baseado na metodologia da ÚNICA, e é controlado pela CONSECANA, utilizando-se dos custos de produção e o do preço da cana no mercado, já expostos.

Quanto ao destino final da produção, o álcool (hidratado e anidro), a maior parte da produção é negociada para o estado de São Paulo, transportado pelas rodovias de acesso à região Sudeste do país e o restante fica no estado de Goiás. A energia gerada pelo bagaço da cana (co-geração) é consumida nas atividades agrícolas e na produção industrial da usina, e o excedente é negociado para a CELG.

- Usina Rio Claro Agroindustrial S/A (ETH Bioenergia)

Em julho de 2007, se instala na Fazenda Santo Antônio, na rodovia GO 174, km 33, na divisa dos municípios de Caçu/Cachoeira Alta, a Usina Rio Claro Agroindustrial S/A. A ETH Bioenergia atua de forma integrada em toda a cadeia produtiva - cultivo da cana-de-açúcar, produção, comercialização e logística de seus produtos (etanol, energia elétrica e açúcar). É uma empresa da Organização Odebrecht, com participação acionária de 33% da japonesa *Sojitz Corporation*, empresa multinacional que atua na comercialização de *commodities*. Com a proposta de integrar comercialização e logística à sua produção, a ETH tem como meta estar entre os líderes do setor em dez anos. Para isso, R\$ 7,3 bilhões são investidos na construção e expansão das 9 unidades produtivas da ETH nos estados de SP, MS, MT e GO, com estimativas de produzir 3 bilhões de litros de etanol e gerar 2.700 gigawatts de energia em 2012. A capacidade

instalada de moagem da ETH em 2012 será de 40 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por safra.

O modelo de negócios, baseado em núcleos concentrados (pólos), foi escolhido por garantir sinergia entre as unidades, aumento na escala de produção e maior competitividade. A ETH investe em inovações tecnológicas, pesquisa e implantação das melhores práticas sustentáveis desde o cultivo até a colheita mecanizada de cana, produção de etanol e açúcar e co-geração de energia. É parceira de empresas nacionais e internacionais de biotecnologia que desenvolvem estudos para a produção de etanol feito a partir da fermentação do bagaço da cana (celulose), conhecido como etanol de segunda geração; e também do seu processo de gaseificação, a terceira geração. A ETH participa também do desenvolvimento de pesquisas de melhorias genéticas da cana-de-açúcar, buscando espécies melhor adaptadas aos mais variados tipos de clima e solo.

Em Goiás, a ETH opera a Unidade Rio Claro, no município de Caçu. A unidade entrou em operação com 1500 integrantes com capacidade máxima de moagem de 3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por safra. Para tanto, o investimento nesta unidade foi de 500 milhões de reais. Até 2012, mais 400 milhões de reais levarão a usina à sua capacidade instalada máxima (6 milhões de toneladas de cana por safra). A usina inicia o cultivo de cana, ocupando as terras de dois municípios Goianos (Caçu e Cachoeira Alta) e a partir de 2008/09, realiza a sua primeira moagem, dando início assim, a produção de álcool (anidro e hidratado) e também a co-geração de energia (nesta unidade ainda não se produz açúcar). A meta da Unidade Rio Claro é produzir 190 milhões de litros de etanol na safra 2010/11.

Segundo informações da usina o grande fator atrativo para a instalação da indústria nesta região foi a disponibilidade de solos, em conjunto com incentivos fiscais e a presença de outros grupos do setor. O cultivo de cana foi iniciado com mudas (cana planta) vindas da região Nordeste do país, onde foi realizado, com plantio direto, numa área inicial de 3 mil hectares, sendo 500 ha de cana própria e o restante de cana arrendada (a usina não recebe cana de fornecedores).

Ainda segundo informações da própria usina não houve desmatamento para a inserção da cana, haja vista que toda a área já se encontrava ocupada com o cultivo de pastagens e a cana ocupa áreas que anteriormente era destinada ao cultivo de pastagens (a maioria degradada, segundo sua informação), não ocupando área de cultivo de grãos.

Ocorreu apenas a limpeza do terreno, com a retirada de algumas árvores, consideradas entaves para o plantio da cana. O raio da área de produção da cana desta empresa é de 40 km em torno da unidade industrial, no sentido dos municípios de Caçu – Itarumã.

O sistema de colheita da cana se dá em torno de 95% de cana colhida mecanizada, ficando apenas 5% de colheita manual, realizada nas curvas e terraços. Os resíduos industriais (bagaço, vinhaça e torta de filtro), são utilizados na co-geração de energia, na fertirrigação e na adubação do sulco, respectivamente. Quanto ao destino final da produção, o álcool é exportado para os países europeus e a energia é consumida na usina, sendo o excedente vendido para a CELG. O escoamento da produção é realizado através das rodovias até ao porto de Santos (SP) de onde é exportado.

O plantio da cana-de-açúcar, cerca de 70% está cultivado em Neossolos Quartzarênicos, 20% em LVd e apenas 10% em Argissolos. A usina conta hoje com uma área de cultivo de 16.964 ha e a ATR está em média de 120 ton./ha. As variedades de cana mais cultivadas na ETH são duas: a RB867515 (Ridesa) e a SP813250 (SP). Existem pesquisas na recuperação do solo e também no controle de pragas, principalmente da broca.

Quanto à área de irrigação, 30% da cana são irrigadas com água limpa e 40% é fertirrigada com a vinhaça, totalizando assim 70% de área irrigada. A irrigação de salvamento é realizada nos meses de junho, julho e agosto. A fertirrigação é realizada uma vez ao ano, nas áreas de cana soca. A vinhaça é transportada em canais de tabulações que levam até aos tanques, de onde é lançada por motobombas. A fertirrigação é realizada por aspersão, com canhões de jato de água num raio de 40 km em torno da unidade industrial.

- Usina Energética São Simão S/A

Em 2008 foi instalada no município de São Simão - GO, divisa com Minas Gerais, a Usina Energética São Simão S/A, localizada à margem esquerda da Rodovia GO - 164 km 02, no sentido BR 364 ao distrito de Itaguaçu. A planta industrial conta com uma área circular de aproximadamente 53 hectares e está localizada na Fazenda Pateiro, zona rural, no interflúvio entre o rio Claro e o ribeirão da Mateira, que deságua a jusante da barragem de São Simão, próximo a sua confluência com o rio Paranaíba. A unidade industrial situa-se a 12 km do porto fluvial de São Simão, onde já existe

estrutura portuária para transporte de açúcar pela hidrovía Paranaíba-Tietê-Paraná e também atracadouros para escoamento da produção de álcool.

O grupo empresarial conta com experiência de mais de 80 anos no ramo sucroalcooleiro, buscando aumentar a sua produção para atender a crescente demanda mundial por energia limpa e renovável. O empreendimento é a segunda unidade industrial do grupo Andrade (Ribeirão Preto - SP) e já atua no estado de Goiás há 16 anos à frente da Usina Goianésia S/A no vale do São Patrício, que processa um milhão de toneladas de cana a cada safra, produzindo 2 milhões de sacas de açúcar e 18 milhões de litros de álcool.

A implantação do parque industrial teve seu início em 2006, sendo sua primeira safra agrícola processada em 2008. Trata-se de um complexo agroindustrial destinado à produção de álcool, na primeira etapa e de açúcar, em sua segunda etapa, com previsão de operar com capacidade total em 2012. Na conclusão da sua primeira etapa (2008/2009) foi cultivada uma área de 11.200 hectares de cana com uma produção de 970.000 ton./cana destinada à produção de álcool. Na segunda etapa (2010/2012) a área cultivada deverá ser ampliada para 43.000 hectares, com estimativas de uma produção média de 2.910.000 ton./cana destinada à produção de álcool e também de açúcar.

Segundo dados da usina, 60% da área cultivada para o fornecimento de matéria prima para a indústria é feita através de sistema de parcerias ou arrendamento de áreas agricultáveis e 40% através de produtores independentes, os fornecedores. Observa-se que ocorreu uma mudança de uso das áreas rurais na área de influência indireta, passando de pecuária extensiva para o cultivo de cana-de-açúcar.

A atividade de produção de cana dentro das novas tecnologias preconizadas pela usina, aliando produtividade e conservação do solo, lança mão das fases de preparo e manejo do solo, com as seguintes atividades: aração, gradagem, sulcagem, terraceamento, calagem e adubação química, irrigação, adubação orgânica e fertirrigação com vinhaça. A forma de colheita da cana é 80% mecanizada, sem queima, com rendimento operacional médio em condições normais de 20 ton./hora, ficando apenas 20% de corte manual, com um rendimento médio de 5 a 6 ton./homem/dia. Após o corte, a cana é transportada para o setor industrial, por meio de caminhão ou carreta tracionada por trator.

A área de influência direta da usina encontra-se no interflúvio entre o rio Claro e Alegre, próximo à confluência com o rio Paranaíba, nível de base regional. Nesta área prevalece a ocorrência de LVd de textura arenosa a médio-arenosa, ocorrendo em relevo suave ondulado a plano. Esse tipo de solo apresenta baixa saturação de bases e CTC, condições escassas de matéria orgânica e pobreza em Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , portanto, são solos desgastados que necessitam de manejo adequado para o restabelecimento da fertilidade para a produção de cana. São solos poucos férteis, porém, respondem muito bem a calagem e à adubação. A declividade menor que 12% favorece a mecanização da colheita da cana. Como área de influência indireta foi definida uma área delimitada por um raio de 10 km no entorno da área industrial, atingindo parte das sub-bacias hidrográficas do córrego Cuiabano, Rondinha, Mateirinha e Napoleão. Nesta área, a cana está sendo cultivada em Latossolos Vermelho férricos textura argilosa e muito argilosa, naturalmente muito férteis e profundos, contudo susceptíveis à compactação. Têm-se também os Neossolos Quartzarênicos, os Argissolos, os Neossolos Litólicos e os Cambissolos.

O bagaço da cana é constituído de fibra (46%), água (50%) e sólidos dissolvidos (4%). A quantidade de bagaço obtida varia de 240 Kg a 280 Kg por ton./cana, e o açúcar nele contido representa uma das perdas do processo. O bagaço alimentará as caldeiras onde é queimado, e a energia liberada transforma água em vapor. O vapor gerado nesses equipamentos, com pressão média de 18-21 Kgf/cm^2 , é utilizado no acionamento das turbinas a vapor onde ocorrerá a transformação da energia térmica em energia mecânica.

Estas turbinas são responsáveis pelo acionamento dos picadores, desfibradores, moendas e acessórios, bem como pelo acionamento dos geradores para a produção da energia elétrica necessária nos vários setores da indústria. O vapor liberado por estas turbinas é de baixa pressão (1,3 – 1,7 Kgtf/cm^2) denominada vapor de escape, que é reaproveitado como a energia básica necessária no processo de fabricação de açúcar e álcool. Na primeira fase (2008/2009) toda a energia gerada (2.863 kW/h), foi consumida pelo processo agrícola e industrial da usina. Na segunda fase, em 2012, após a implantação total da capacidade do projeto, com a aquisição de novas caldeiras e novos geradores, a usina visa comercializar uma energia excedente da ordem de 38.993kW/ h.

Quanto ao processo de fertirrigação, a vinhaça e as águas residuárias geradas no processo industrial são encaminhadas para tanques reservatórios, conduzidas através de canais principais que margeiam os talhões. Um conjunto motobombas bombeia a vinhaça diretamente dos canais para as tubulações de alumínio que desembocam em aspersores canhões com vazões entre 120 a 150 m³/h. realizando assim a fertirrigação. A água para abastecimento industrial é captada no rio Claro, conforme outorga requerida junto à Secretaria de meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH, onde são captadas em média 638 m³/hora. Vale aqui ressaltar que a água a ser utilizada nas caldeiras sofre tratamento para desmineralização, evitando assim, as incrustações.

As Usinas em implantação

O Complexo Bioenergético Itarumã é uma empresa de parceria com a multinacional MITSUI e a PETROBRAS, está localizada na GO - 206, Km 56 (Fazenda da Serra). A usina foi aprovada e se encontra em fase de implantação, porém já ocupa terras do município de Itarumã com o cultivo de cana. Segundo informações, devido à crise financeira que ocorreu no setor no ano de 2009, a empresa deverá retomar suas atividades neste ano de 2010, ampliando sua área de cultivo de cana e dando início à construção do parque industrial.

A Central Energética Rio Doce Açúcar e Álcool Ltda. possui dois projetos aprovados, a Rio Doce I, que está localizada na Fazenda Rio Doce - Rod. GO 206, Km 260 - Zona Rural, em Cachoeira Alta e a Rio Doce II, que está localizada na Fazenda Rio Doce II - Estrada Municipal Caçu/Jataí - Zona Rural. Ambas já aprovadas, porém ainda se encontram em fase de implantação, operando apenas com o cultivo agrícola de cana, desde 2007, nos respectivos municípios citados.

Pode-se constatar por esses dados que as duas maiores usinas se encontram em Quirinópolis, município sede da microrregião homônima, que além de serem as maiores, juntas detêm a maior área de plantio e colheita, a maior produção e produtividade e foram as primeiras a chegar à região, estando praticamente consolidadas. O próximo capítulo analisa o processo de expansão da cana-de-açúcar no Centro-Sul, em Goiás e na MRQ, tentando contribuir para uma reflexão sobre e escolha da microrregião de Quirinópolis como uma nova *centralidade* no processo de expansão da cultura da cana-de-açúcar no Centro-Sul do Cerrado.

CONCLUSÕES

A título de ressaltar a recente expansão da cana-de-açúcar no Centro-Sul do país, conhecida como Nova Fronteira agrícola do Cerrado segundo alguns autores, a presente tese partiu da hipótese de que a escolha da microrregião de Quirinópolis, localizada no Sudoeste Goiano, é representativa desse processo, haja vista que está sendo palco de intensa e acelerada expansão da cana-de-açúcar, desde 2004.

A escolha da microrregião mostrou-se teórica e tecnicamente adequada à pesquisa em função de ser reconhecida como integrante e um dos principais focos dessa Nova Fronteira Agrícola do Cerrado. Ressalta-se que o modelo teórico proposto na tese faz uma clara articulação entre o nível de investimento e a mudança no novo padrão tecnológico. Portanto, apesar da moderna tecnologia e ganhos no setor, reproduzirem o mesmo modelo anterior de expansão da fronteira agrícola do Cerrado do início da Modernização da agricultura dos anos de 1970, diferencia-se pela formação mais rápida e quase concomitante à implantação das usinas, de grandes complexos agroindustriais sucroalcooleiros horizontais.

Nesse contexto, tudo começa com a seleção das áreas preferenciais de expansão induzidas pela instalação das usinas, a uma espécie de *zoneamento induzido com base na aquisição, arrendamento e contratos de fornecedores, localizados nas melhores terras, tendo como segura a oferta real e potencial da logística e subsídios estaduais*, entretanto, onde as mudanças de uso das terras e de suas funções se fazem, conservam a estratégia de produção de *commodities* agrícolas, desta feita com maior valor agregado. A microrregião de Quirinópolis foi escolhida por atender a esses quesitos. O problema é que as melhores terras estavam ocupadas com culturas de grãos, em especial soja e milho, o que gerou competitividade, da qual a cana saiu vencedora, haja vista que de pouco mais de 4 mil ha em 2004 salta para mais de 116 mil ha plantados em 2010. E de duas para sete usinas, significando 20% do total de usinas em operação no estado de Goiás.

As consequências desse processo configuraram um cenário que aponta na direção de uma nova centralidade da cana no Cerrado, cuja origem, sobretudo, encontra-se no contexto do aumento da participação da produção industrial do etanol. Tal incremento deu-se à medida que se criou um mercado consumidor do álcool

combustível (2003) e, com as expectativas de mistura do álcool anidro na gasolina em países desenvolvidos, em conjunto com a produção de açúcar, em resposta à demanda do mercado de exportação. Por outro lado, corrobora o fato de que tal expansão está hoje largamente amparada por política federal, o PNE - 2030, além de contar amplamente com subsídios federais (BNDE) e estaduais (PRODUZIR), contribuindo para a conjuntura nacional e internacional, ancoradas na defesa da energia renovável e na soberania nacional.

Mais especificamente os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram confirmar as interpretações que seguem:

1 - A evolução da cana na MRQ foi concentrada no espaço e intensa no tempo.

Esta dinâmica ocorreu com o deslocamento das empresas da região Sudeste do país que neste contexto já não dispunha mais de terras para a expansão do setor, e, por conseguinte não atender a demanda nacional e internacional. Logo o estado de Goiás e a MRQ presenciaram uma busca acelerada de terras que proporcionasse essa expansão energética. O interesse dos grupos do setor por esta microrregião é justificada, dentre outros fatores, pela qualidade e quantidade de terras disponíveis. Some-se a isso, o baixo preço da terra, quando da implantação das usinas (isso em relação às terras de São Paulo). Estes grupos se instalaram na MRQ em áreas já ocupadas pelas atividades agropecuárias, consubstanciando, o que se chama aqui, de uma *Nova Expansão Agrícola*. Tal processo provocou mudanças no setor produtivo, com a reconfiguração territorial e a implantação do parque sucroalcooleiro. Assim, esse setor está se apropriando de uma grande quantidade de terras (116 mil hectares no município e região) num curto espaço de tempo, com o cultivo de cana-de-açúcar. A área agrícola atual do município é de 378 mil ha, dos quais, 84 mil ha, ou seja, 20% das terras, já estão com o cultivo da cana, o que comprova ser uma expansão intensa e acelerada, por ter se desenrolado em pouco mais de 5 anos. Confirma-se essa interpretação com o histórico de uso da MRQ, como demonstrado pelos mapas de evolução do uso do solo da MRQ nos períodos de 2004, 2006, 2008 e 2010, confirmando assim, a hipótese inicial da pesquisa.

2 - A cana substituiu inicialmente culturas pré-existentes, sobretudo grãos, especialmente soja, e secundariamente se dirigiu para as áreas de pastagens.

A expansão da cana-de-açúcar na MRQ ocorreu com substituição de culturas existentes por reconversão de uso, inicialmente nas áreas agrícolas de grãos (soja/milho) localizada na porção nordeste/leste da microrregião, relacionada ao bom estado dos solos manejados antes com grãos, além de infra-estrutura herdada dos cultivos anteriores, se dirigindo num segundo momento para as áreas de pastagens. O que foi comprovado nos Mapas de Uso do solo em 2004 sobrepostos pelas áreas de cana em 2005/2006 (Figura 52) e no Mapa de Solos com enfoque nas áreas de expansão da cana na USF (Figura 53), e também demonstrado pelo Quadro 04. Tal reconversão de uso quer seja na agricultura/cana, pastagem/cana, ou ainda, pastagem/agricultura, têm provocado também a migração das áreas de pastagem (na própria microrregião e/ou deslocando-se para outras regiões do estado e/ou do país). Portanto, em decorrência dos fatores acima citados, a empresa sucroenergética teve vantagem em termos de custo-benefício, potencializando assim, novos investimentos do setor, o qual se acredita foi revertido em práticas de correção e recuperação dos solos menos nobres, em áreas de pastagens, subsidiando o 2º cenário de expansão. Confirma-se, assim, a hipótese inicial de competitividade, mas também de seleção preferencial de áreas onde se encontravam as melhores terras.

3 - A cultura da cana-de-açúcar na MRQ ocupa os melhores solos com melhor aptidão agrícola.

Verificou-se que a classe mais representativa da expansão inicial da cana, foi a dos Latossolos, representando 97,16 % com destaque para os Latossolos Vermelhos distroférico (55,85%) seguidos pelos Latossolos Vermelhos distróficos (33,70%) e pelos Latossolos Vermelho-Amarelos (7,61%). Tal afirmação é sustentada pelo fato de maior aptidão agrícola desses solos, o que envolveu menor custo de produção no começo, o que facilitou a implantação das usinas em termos econômico-financeiros, o que foi revelado pelo Mapa de Solos correlacionado ao Mapa de Aptidão Agrícola (Capítulo III). Tal correlação pôde ser observada concomitante às etapas de expansão (cenários de uso) elencadas no capítulo IV desta tese. Confirmou-se, assim, a hipótese

de que as melhores terras eram de fato o alvo preferencial da expansão e não as pastagens degradadas.

4 - A logística e a nova centralidade do etanol no Cerrado na MRQ.

Os dados apresentados na pesquisa mostraram que a MRQ conta com uma boa logística, onde a posição geográfica parece ser economicamente estratégica, já que se posiciona no eixo expansionista prioritário do setor rumo ao centro do Cerrado e tem proximidades com os nós modais importantes da rede logística voltada à exportação, como rodovias e portos ou similares. Isto porque, se encontra às margens do rio Paranaíba, que favorece a exportação tanto do açúcar como do álcool, via Porto de São Simão (hidrovia Paranaíba-Tietê-Paraná), centro logístico estratégico para a conexão com o Sudeste, de onde parte o etanol para exportação. A logística conta também com a malha rodoviária: BR 153 e 452 e também pelas GO 164, que liga à BR 452 (Paranaiguara) e GO 206 que liga à BR 384 (Itumbiara outro grande complexo sucroalcooleiro), além da proximidade do alcoolduto, que se dirige a Senador Canedo (GO), em direção leste, rumo à região metropolitana de Goiânia. A possibilidade de conexão com a rede de alcoolduto sem a necessidade de grandes deslocamentos rodoviários facilitará e barateará o escoamento da produção por meio de um corredor destinado às exportações, através da rota da Ferrovia Norte Sul, o que diminui consideravelmente os custos com o transporte dos produtos da cana.

5- A expansão da cana-de-açúcar pode causar impactos ambientais em solos e águas superficiais através do manejo da cultura e dos resíduos industriais.

Constatou-se que o manejo da cana na MRQ é altamente mecanizado em todas as fases do processo e visa o controle da produtividade de modo a aumentá-la, e considera o controle ambiental desde que os impactos intervenham nessa produção e produtividade, secundariamente nos ambientes como um todo. Especificamente, o manejo do solo é feito em termos de prevenção e controle de compactação e de fertilidade e umidade, principais restrições para o cultivo, conforme preconizam as pesquisas mais recentes sobre manejo da cana. Comprovou-se que as usinas praticam a seleção de cultivares ecologicamente adaptados e a utilização de soja ou crotalária (leguminosas) como medida de controle da fertilidade na fase de reforma dos canaviais

e mesmo no preparo dos solos, antes do primeiro plantio, sobretudo em áreas de pastagem, o que mantém pequena produção de soja a volumes mínimos e irregulares (de acordo com a idade dos talhões e calendários de preparos de áreas novas e de reforma) na região. Trata-se, portanto, de setor que se constatou estar altamente tecnificado, moderno e preparado para enfrentar as exigências crescentes do mercado.

Contudo, paralelamente ao manejo, constataram-se os impactos ambientais diretos dessa expansão relacionados com a atividade industrial e agrícola, enfatizando solos e recursos hídricos, onde se destacou os impactos de compactação e mudanças na biota dos solos e na qualidade da água superficial dos córregos utilizados pelos empreendimentos e avaliou-se que há potencial de contaminação com o tempo, devido manejo da cultura. Os impactos ambientais identificados nas áreas da USF e solos lá dominantes pareceram não ser ainda de gravidade, exceto a compactação, o potencial de impacto da vinhaça e a mudança na biota dos solos, o que foi comprovado em campo e em análises laboratoriais. Entretanto, precisam ser mais bem avaliados e monitorados devido às diferenças de solo, de manejo e de *status* da cultura (cana-planta, soca, rassoca), bem como o histórico das formas de uso e manejo anteriores ao plantio da cana-de-açúcar, levando-se em consideração que a cana está ainda em seu primeiro grande ciclo (4^o. corte).

Mas, nada consta de significativo em termos de sistemas de gestão ambiental das usinas e dos empreendimentos agrícolas, portanto, em tese, há probabilidade de novos impactos ambientais principalmente para os recursos hídricos e solos, estes, sobretudo do ponto de vista de riscos de erosão hídrica associada à compactação dos solos, argilosos em sua grande maioria, e de contaminação por agroquímicos, pela mesma razão, seja em áreas com correção e adubação mineral convencional, seja com fertirrigação, além desta em si mesma, mesmo que ambos sejam cultivados na palhada. É cada vez mais necessário, um monitoramento das áreas de produção, adotando-se indicadores de sustentabilidade da produção, para acompanhar os reais ganhos em termos de área, e quanto está sendo perdido de solo, com os sistemas em uso atualmente em prática.

De forma conclusiva pôde-se constatar que a ocupação do solo no Cerrado Goiano, pelas atividades agropecuárias, neste novo modelo, deixou de ser condicionada somente pela fertilidade do solo, uma vez que fatores como topografia (mecanização),

infra-estrutura (que resultem numa diminuição dos custos e aumentem a produtividade), além de transportes (logística que atenda aos requisitos de escoamento da produção), tornaram-se variáveis muito importantes em função do desenvolvimento tecnológico. Neste sentido, verificou-se que as justificativas sobre as vantagens para implantação de usinas encontradas em Goiás e em particular, na MRQ, são condizentes com o modelo de expansão de fronteira agrícola, verticalizada pela modernização da agricultura, provocando o que CASTRO et al. (2007; 2010) e MIZIARA (2006) chamam de *zoneamento induzido* e outros de *Polígono da cana ou mesmo de arco da cana*.

Portanto, o município de Quirinópolis conta com condições logísticas, industriais e de serviços que são capazes de alimentar grande parte da cadeia produtiva do etanol, reproduzindo configurações similares às encontradas no estado de São Paulo (Sertãozinho, Ribeirão Preto, Pradópolis, dentre outros) em que os agentes podem obter ganhos de competitividade significativos pela proximidade dos fornecedores. Pôde-se constatar que se encontram presentes na MRQ os principais elementos de sustentação dos mecanismos relacionados (expansão intensa e acelerada da cana, excelentes condições edafoclimáticas e logística) o que viabiliza o atendimento às demandas do agronegócio globalizado, voltado à produção de açúcar, etanol e energia, fazendo da MRQ um centro regional do setor sucroenergético, ou seja, a nova *centralidade* do etanol no Cerrado.

BIBLIOGRAFIA

- ABDALA, K.; CASTRO, S. S. de. Dinâmica do uso do solo da expansão sucroalcooleira na Microrregião Meia Ponte, estado de Goiás, Brasil. In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 6. 2010. *Anais...* Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/klaus>. Acesso em 2 jul. 2010.
- Agência Goiana de Defesa Agropecuária de Quirinópolis (AGRODEFESA).
- ANDRADE, Manuel Correia. *Modernização e pobreza: a expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico e social*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994.
- ANTONIOLLI, Z. I; CONCEIÇÃO, P.C; BOCK, V; PORT, O; SILVA, D. M; SILVA, R. F. *Método Alternativo para Estudar a Fauna do Solo*. Ciência Florestal, Santa Maria, v.16, n.4, p.407-417, 2006.
- Anuário da cana. Brazilian Sugar and Ethanol Guide (2011).
- AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. *Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta*. Brasília: EMBRAPA, 2005.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J. & LACERDA, M. P. C. *Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo*. R. Bras. Ci. Solo, 31:1099-1108, 2007.
- ARRIGONI, E. B.: *Uso de defensivos agrícolas na cultura da cana-de-açúcar*. Relatório para a UNICA, Piracicaba, CTC, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT).
- _____. NBR 13406/95 - Determinação de resíduos de herbicidas fenoxiácidos clorados por cromatografia gasosa.
- _____. NBR 13404/95 - Determinação de resíduos de pesticidas organoclorados por cromatografia gasosa.
- _____. NBR 10005/87 Lixiviação de resíduos – Procedimento
- _____. NBR 11174/89 Armazenamento de resíduos classes II (não inertes) e III (inertes) – Procedimento.
- _____. NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação
- _____. NBR 13.969/97. efluentes líquidos ao corpo de água adjacente, dentro dos padrões legais de emissão e qualidade vigentes.
- _____. CETESB P4. 231/06 – Critérios e procedimentos para aplicação da vinhaça no solo agrícola.
- Associação Comercial e Industrial de Quirinópolis (ACIQ).
- Associação dos Produtores de Cana de Quirinópolis (APROCANA).
- Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*. São Paulo: 2009.
- Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). *Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes: 1987-2003*. p. 34, São Paulo, 2003.
- BACCH, I M. R. P. *Brasil - gerando energia de biomassa, limpa e renovável*. 2006. Disponível em www.cepea.esalq.usp.br – cepea@esalq.usp.br
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). *O setor sulcroalcooleiro em 2008*. Informe setorial, n. 17, abril de 2010.
- BARIZON, R. R. M. et al. *Simulação do transporte e da sorção de imazaquin em colunas de solo*. R. Bras. Ci. Solo, v. 30, n. 4, p. 615- 623, 2006.

- BARROS, A. L. M., ZIMMERMANN, A., SOUZA, C. R. S., ICHIHARA, S. M. *Considerações acerca da avaliação de projetos de investimentos*. p 301-326 in Simpósio Sobre o Manejo da Pastagem. FEALQ, Piracicaba, São Paulo. 2003.
- BERMANN, C. *Crise ambiental e as energias renováveis*. 2008 v. 60, n. 3, São Paulo pp. 20-29. ISSN 0009-6725.
- BERTONI, J; PASTANA, F. I; LOMBARDI NETO, F; BENATTI JUNIOR, R.: *Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônomo*, 2ª impressão, Campinas, São Paulo, janeiro de 1982.
- BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Manual técnico de manejo e conservação do solo e água. Campinas: CATI, 1993 a. v. 1: *Embasamento técnico do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas*. (CATI. Manual Técnico, 38).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 2005. 355 p
- BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B. *Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob o cultivo da cana-de-açúcar*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, n.4, p.565-573, 2006.
- BICHARA, J. M.; P. FILHO, J. *Aspectos gerais do gerenciamento ambiental da agroindústria canavieira*. Saneamento Ambiental. nº 11, pp. 14-23, Dez./Jan. 1991.
- BORGES, B. G. *Goiás nos quadros da economia nacional: 1930 – 1960*. Goiânia: Ed. da UFG, 2005.
- BORGES, V. M. S.; SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. de. *Caracterização edafoclimáticas da microrregião de Quirinópolis/GO para o cultivo da cana-de-açúcar*. Anais VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Recife, 2010.
- BORGES, V. M. S.; CASTRO, S. S. de. *Dinâmica da expansão da cultura da cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis, GO: Subsídios para avaliação da competitividade com culturas de grãos e pastos*. Anais VII Seminário de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás - UFG; 19 e 20 de outubro de 2010, Goiânia.
- _____. *Agroindústria Canavieira em Quirinópolis: substituição de culturas e os impactos socioeconômicos sobre as terras do Cerrado*. Anais VIII Simpósio de Geografia da Universidade Estadual de Goiás – UEG; 20 a 23 de abril de 2010. Quirinópolis, GO.
- BORGES, V. M. S.; SILVA, A. A.; SANT’ANA, G. R. de; CASTRO, S. S. de. *Impactos socioambientais da expansão da cana-de-açúcar no sudoeste goiano: município de Quirinópolis – GO*. Anais 63ª Reunião Anual do Simpósio Brasileiro de Pesquisa e Ciência – SBPC. 10 a 15 de julho de 2011, Universidade Federal de Goiás, UFG, Goiânia.
- BORGES, V. M. S.; SILVA, A. A.; SANT’ANA, G. R. de; CASTRO, S. S. de; OLIVEIRA, M. G. *Avaliação econômica da adubação com vinhaça e adubação mineral de soqueiras de cana-de-açúcar na usina São Francisco S/A Quirinópolis, Goiás*. Anais XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - CBCS. 31 de julho a 05 de agosto de 2011, Center Convention, Uberlândia, Minas Gerais.
- BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). *Global warming and other eco-myths*. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. 2002.
- BOYER, E. W., GOODALE, C. L.; JAWORSK, N. A.; HOWARTH, R. W. *Anthropogenic nitrogen sources and relationships to riverine nitrogen export in the northeastern USA*. Biogeochemistry, 2002 v. 57, p. 137-169.

- BRASIL AGRO - brasil@agro - *Biocombustíveis - Etanol* (18/08/2011) disponível em www.brasil@agro.com.br. Acesso em 11 de out. de 2011.
- BRASIL, Instituto Euvaldo Lodi - IEL/NC e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE. *O Novo Ciclo da Cana; Estudo sobre a Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e Prospeção de novos Empreendimentos*. Brasília, 2005.
- BRASIL. MAPA. *Política nacional de agroenergia*. Brasília, 2006. Brasília, MAPA, 2006.
- BRAY, S. C. *A cultura da cana-de-açúcar no vale do Paranapanema: um estudo de geografia agrária*. (Doutorado). Universidade de São Paulo. 1980 304p.
- BRESIANI, J. A. *Seleção Sequencial da cana-de-açúcar*. 1993. 158f. Piracicaba. Universidade de São Paulo, 1993.
- BROUYÈRE, S.; DASSARGUES, A.; HALLET, V. Migration of contaminants through the unsaturated zone overlying the Hesbaye chalky aquifer in Belgium: *A field investigation*. *Journal of Contaminant Hydrology*, v.72, n.1-4, p.135-164, 2004.
- CAMARGO, O. A., ALLEONI, L. R. F. *Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas*. Piracicaba: 1997.
- CAMARGO, A. M. M. P.; CASER, D. V.; CAMARGO, F. P.; OLIVETTE, M. P. A.; SACHS, R. C. C.; TORQUATO, S. A. *Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, estado de São Paulo, 2001-2006*. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 38, p. 47-66, 2008.
- CAMELINI, J. H. *Regiões competitivas do etanol e vulnerabilidade territorial no Brasil: o caso emblemático de Quirinópolis, GO*. Dissertação (mestrado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas – SP, 2011.
- CAMILOTTI, F.; TASSO JÚNIOR L. C.; MARQUES, M. O.; FRANCO, A.; NOGUEIRA, G. DE A.; NOBILE, F. O. de; SILVA, A. R. da. *Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais*. *Eng. agríc. Jaboticabal*, v.27, n.1, p.276-283, jan./abr. 2007.
- CANASAT/INPE. Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da Terra. INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/canasat/>> Acesso em 17 abr. 2010.
- CANAVIALIS. *Melhoramento genético*. Disponível em: <http://www.canavialis.com.br/>. Acesso em: março de 2010.
- CARRIJO, E. L. de O. *A expansão da fronteira agrícola no estado de Goiás: Setor sucroalcooleiro*. Dissertação (mestrado em Agronegócios) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO. 2008.
- CARTER, A. D. *Herbicide movement in soils: Principles, pathways and processes*. *Weed Res.*, v. 40, n. 1, p. 113-122, 2000.
- CARUSO, R. C. *A análise de oferta e demanda de açúcar no Estado de São Paulo*. 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 2002.
- CASTILLO, R. A. *Agronegócio e Logística em Áreas de Cerrado: expressão da agricultura científica globalizada*. *Revista da ANPEGE*. V.3, p.33 a 43, 2007.

_____. Sustentabilidade, desenvolvimento, globalização. IN: M. P. de Oliveira; M. C. N. Coelho; A. M. Corrêa (Orgs.). *O Brasil, a América Latina e o Mundo: espacialidades contemporâneas (I)*, Rio de Janeiro: Lamparina: ANPEGE: FAPERJ, 2008.

_____. *Logística e consolidação da fronteiras agrícolas no território brasileiro: uma avaliação dos investimentos do governo federal em transportes de 1995 a 2005*. Relatório final de pesquisa à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo n. 2006/58008-3), inédito, 2009.

CASTILLO, R. A.; FREDERICO, S. *Dinâmica regional e globalização: espaços competitivos agrícolas no território brasileiro*. Mercator – Revista de Geografia da UFG, ano 09, número 18, 2010 a.

_____. *Espaço geográfico, produção e movimento: uma reflexão sobre o conceito de circuito espacial produtivo*. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 22 (3): 461 – 474 dez. 2010b.

CASTRO, S. D. de. *Oportunidades e pontos críticos no desenvolvimento do setor sucroalcooleiro no estado de Goiás*. In II Fórum de Ciência & Tecnologia no Cerrado da SBPC Regional Goiás. Caderno temático. Goiânia, outubro de 2007.

CASTRO, S. S. de. BORGES, R. de O.; AMARAL, R. Estudo da expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás: subsídios para uma avaliação do potencial de impactos ambientais. *Anais do SPBC*, 2007.

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

CASTRO, S. S. de. *Micromorfologia de solos. Bases para descrição de lâminas delgadas*. 2ª edição. Unicamp – IG – DGEO - UFG – IESA Campinas / Goiânia. Fevereiro de 2008.

CASTRO, S. S. de. ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BORGES, V. M. S. *A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo*. Boletim Goiano de Geografia vol.30, Nº 1 (outubro/2010), pg. 171/191, jan/jun, 2010

CEDRO, D. A. B. de. SILVA, R. A. A.; DE-CAMPOS, A. B. *Aptidão Agrícola do Solo para o Cultivo de Cana-de-açúcar na Alta Bacia do Rio Araguaia: Uma Proposta Metodológica*. Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais Laboratório de Geologia e Geografia Física – LABOGEF. Goiânia. 2010. Centro de Tecnologia Canaveira (CTC). - *Avaliação de Áreas com Potencial para Produção de cana-de-açúcar no Brasil* – Relatório Técnico de Transferência de Tecnologia, (2009). Revisão 1, 14p.

_____. *Sustentabilidade da Produção Agrícola da cana-de-açúcar*. Piracicaba SP, 2005.

_____. *Recomendação de adubação para a cultura de cana-de-açúcar*. Cadernos Coopersucar Série Agrônômica nº 17. Centro de Tecnologia Coopersucar. Piracicaba, 2010.

_____. *Relatório final de projeto Carta de Solos*. Centro de Tecnologia Coopersucar. Relatório Técnico 604-v. I e II. Piracicaba, 1993.

_____. *Carta de Solos e Ambientes de Produção edafoclimáticos da Usina USJ São Francisco*. Relatório Técnico de Transferência de Tecnologia - Gestão de Transferência de Tecnologia. 2011.

CESAR, M. A. A.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P. de; BISSOLI, B. M. A.; SILVA, F. C. da. *Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial*. STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, v.6, p.32-38, 1987.

- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). *Redução da queima da palha da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo*. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, mar. 2008.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). *Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento/ setembro de 2010*. Disponível em: www.conab.gov.br Acesso em 22 de maio. 2011.
- _____. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, primeiro levantamento/ junho de 2010*. Disponível em: www.conab.gov.br Acesso em 28 mar. 2011.
- CONAB/MAPA – Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *As exportações Brasileiras*. Brasília, 2009.
- Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar. Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (CONSECANA). *Manual de instruções*. Piracicaba, SP. 2006.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). (Resolução n. 237/1997). *Dispõe sobre os efeitos de ações antrópicas sobre o meio físico e biótico*. Disponível em: <<http://www.ipef.br/legislacao/conama302.html>>. Acesso em: 21 nov. 2010.
- _____. Resolução n. 303, de 20 de março de 2002. *Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente*. Disponível em: <<http://www.ipef.br/legislacao/conama302.html>>. Acesso em: 21 nov. 2010.
- Conservation International (CI). –2004.
- CORSINI, P. C.; MALHEIROS, E. B. & SACHI, E. *Sistemas de cultivo da cultura da cana-de-açúcar: Efeitos na retenção de água e na porosidade do solo*. R. Bras. Ci. Solo, 10:71-74, 1986.
- DEMATTÊ, J. L. I.; *Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos*. Visão Agrícola, ESALQ-USP, Ano 1, Jan 2004.
- DIAS JUNIOR, M. de S. *Compactação do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Tópicos em Ciência do Solo, v.1. 2000. p.55-94
- DINIZ, J. A. F. *Geografia da agricultura*. São Paulo: DIFEL, 2006. 278 p.
- DINIZ, B. P. C. *O grande cerrado do Brasil central: geopolítica e economia*. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.
- DONZELLI, J. L. Erosão na cultura da cana-de-açúcar: situação e perspectivas. In: Macedo, I. C. (org.). *A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: Única, 2005b.
- DONZELLI, J. L., JOAQUIM, A. C., SIMÕES, M. S., SOUZA, S. A. V. *Cana de açúcar no Brasil – Pesquisa, Desenvolvimento, Produção e Sustentabilidade*. Centro de Tecnologia Canavieira – CTC, 2009.
- DOOREMBOS, J. & KASSAN, A. H. *Yield response to water (Irrigation and Drainage)*. Paper, 33, Roma, FAO, 1979.
- ELIA NETO, A.; NAKAHODO, T. *Caracterização físico-química da vinhaça*. Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 1995.
- Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA). *Manual de métodos de análise de solos*. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.
- _____. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2006.

- _____. *Recuperação de áreas degradadas*. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acessado em 12 de novembro de 2009.
- _____. *Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa por Atividades Agrícolas no Brasil. Relatório 02: Emissão de Gases de Efeito Estufa Provenientes da Queima da Cana-de-açúcar*. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA. 1997, Jaguariúna.
- _____. *Construção de terraços para controle de erosão pluvial no estado do Acre*, RJ. 2004.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-SOLOS). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar*. Celso Vainer Manzatto (Org.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55p.
- ESTEVA, L. A. Agricultura tradicional em Goiás. In: PEREIRA, A. A. [et. al]. *Agricultura de Goiás: Análise & Dinâmica*. Goiânia: Editora da UCG, 2004, p. 25 – 48.
- _____. *O tempo da transformação: estrutura e dinâmica da formação econômica de Goiás*. Goiânia, editora do autor, 1998.
- ESTEVEZ, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro. Interciência. 575. 1998.
- FABIOSA, J. F.; BEGHIN, J. C.; DONG, F.; ELOBEID, A.; TOKGOZ, S.; YU, T. *Land allocation effects of the global ethanol surge: predictions from the International Fapri Model*. Ames: Iowa State University, 2008.
- FARIA, K. M. S. de. *Caracterização dos Remanescentes de Cerrado e Suas Relações com o Uso e Ocupação das Terras da Alta Bacia do Rio Araguaia*. 2006. 160f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- _____. *Paisagens fragmentadas e viabilidades de restauração para a sub-bacia do rio Claro (GO)*. 2011. 197 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio Ambientais da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O.: *Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo*, Boletim Técnico Coopersucar, vol. 36, São Paulo, 1987, pp.
- FERREIRA, D. F. FERNANDES FILHO, J. F. Análise das transformações Recentes na Atividade Agrícola da Região de Goiás. 1970/1995-6. In: PEREIRA, S. L. XAVIER, C. L. (Org.). *O agronegócio nas terras de Goiás*. Uberlândia: EDUFU, 2003. p. 101-138.
- FERREIRA, I. C. B. *Ceres e Rio Verde: Dois momentos da expansão da fronteira agrícola*. In: Fronteiras. AUBERTIN, C. (org.). Brasília: Editora UNB, 1998.
- FERREIRA, N. C.; MIZIARA, F.; RIBEIRO, N. V. *Preço da terra em Goiás: pressupostos e modelos*. Boletim Goiano de Geografia, v. 27 n 1 p. 47-62. ed. especial, 2007.
- FERREIRA, L. C. G. *A Expansão do Setor Sucroalcooleiro e suas relações com a dinâmica sócio-espacial da microrregião Ceres (GO)*. Dissertação (mestrado em Geografia). Instituto de Estudos Sócio-Ambientais/Universidade Federal de Goiás (IESA/UFG). Goiânia, 2010.
- FILHO, G. N. S.; OLIVEIRA, V. L. *Microbiologia: Manual de aulas práticas*. Florianópolis-SC: UFSC, 2007.
- FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. *Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos*. Jaguariúna-SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 169 p.

- Finanças do Brasil (FINBRA). – *Dados Contábeis dos Municípios, publicação de 2010 com dados referentes a 2009*. Consultar BRASIL (2011).
- Food and Agriculture Organization (FAO). *Use of fertilizer by crops in Brazil. Based on Alfredo Scheid Lopes, Land and Plant Nutrition Management Service – Land and Water Development Division, Roma, 2004*.
- FREEMAN, R. E. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman, 1984.
- FREIRE, W. J; Cortez, L. A. B. *Vinhaça de cana-de-açúcar*. Guaíba: Agropecuária. 2000. 203p.
- GEOCITIES. *Toxicologia de agrotóxicos em ambientes aquáticos*. Disponível em: <http://www.geocities.com/~esabio/tomita.htm> Acesso em: 26 jul. 2006.
- GOES, T.; MARRA, R.; SILVA, G. S. *Setor sucroalcooleiro no Brasil: situação atual e perspectivas*. *Revista de Política Agrícola*. Publicação da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Ano XVII n. 2. Abril/Maio/Junho. 2008 ISSN 1413-4969.
- GOIÁS. Decreto-Lei n.º 15.834/06 - *Normativa 01/2007. Queimada* (GOIÁS, 2006).
- Goiás Superintendência de Geologia e Mineração (SIG) - SIC 2004.
- GONÇALVES. T. D.; MUTTON, M. A.; PERECIN, D.; CAMPANHÃO, J. M.; MUTTON, M. J. R. *Qualidade da matéria prima em função de diferentes níveis de danos promovidos pela cigarrinha-das-raízes*. STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 22, n. 2, p. 29-33, 2003.
- GRABOW, W. *Waterborne diseases: update on water quality assessment and control*. Water S. A. Washington, v. 22, n. 2, 1996. p. 193-202.
- GUERRA, A. J. T., SILVA, S. S. BOTELHO, R. G. M. *Erosão e conservação dos solos*. Editora Bertrand Brasil, 3ª edição, 2007.
- GUIDOLIN, S. M. *Inovação e Modernização da cadeia agroindustrial: a expansão no centro-oeste*. Relatório parcial das atividades/ Grupos de Estudos em Economia Industrial, UNESP, Araraquara. 2003.
- HASSUDA, S. et al. *Impactos da Infiltração da vinhaça de cana no aquífero Bauru*. Boletim IG–USP, 1999.
- HUDSON, N. *Soil conservation*. Ithaca: Cornell University Press, 1971. 320p.
- IAIA, A. M. et al. *Efeito do florescimento no rendimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar*. Brasil Açucareiro, v.3, n.4-6, p.18-25, 1985.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – *Ecossistemas Brasileiros: Projetos de Conservação e Manejo de Ecossistemas*. 2004. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em dez. de 2010
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/IPEA/data) - *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*. 2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Agropecuário. Anos 1970, 1975, 1980, 1985/86 e 1995/96, 2006*. Rio de Janeiro.
- _____. *Pesquisa Agrícola Municipal - PAM*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?ti%20=1&tf=99999&e=c&p=PA&v=110&z=t&o=10>. Acesso em 10/01/2011.
- _____. *Área plantada em ha de culturas selecionadas para a Mesorregião Sul Goiano, 1990 a 2006 – em hectares*. Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas. Rio de Janeiro. 2008.

_____. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível no site: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20/jun./2010.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/CANASAT) – Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/>>. Acesso: 10 de agosto 2011.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – *Climate Change 2007 – Synthesis Report*. Genebra: Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO, UNEP, 2008.

ISRIC/UNEP. *World map of the status of human-induced soil degradation* (by L. R. Oldeman, R.T.A. Hakkeling and W. G. Sombroek). Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), 2nd revised edition. Wageningen, 1991.

JANK, M. S.; RODRIGUES, L. *Dinâmica do setor sucroalcooleiro na próxima década*. São Paulo: ÚNICA, 2007. 13 p.

JBIC-JAPAN BANK FOR INTERNATIONAL COOPERATION/MAPA. *Estudos Prospectivos para Fomento dos Biocombustíveis no Brasil*. Relatório Final, Abril, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006.

JENDIROBA, E. A expansão da cana-de-açúcar e as questões ambientais. In: SETAGO, S. H. et al. *Expansão e renovação de canavial*. Piracicaba: CP 2, 2006. 352p.

JOAQUIM, A. C.; BELLINASSO, I. F.; DONZELLI, J. L.; QUADROS, A. D. & BARATA, M. Q. S. *Potencial e manejo de solos cultivados com cana-de-açúcar*. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRÔNOMICA, 6., Piracicaba, 1994. Anais. Piracicaba, Centro de Tecnologia Coopersucar, 1994. p.1-10.

JOHANSSON, D. J. A.; AZAR, C. *A scenario based analysis of land competition between food and bioenergy production in the US*. Climatic Change, Stanford, v. 82, p. 267-291, 2007.

KAGEYAMA, A.; GRAZIANO DA SILVA, J. *A dinâmica da agricultura brasileira: do complexo rural aos complexos agroindustriais*. Campinas: Instituto de Economia, 1996.

KAGEYAMA, A. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos cais. In: Guilherme KIRCHHOFF, V. W. J. H.; ESCADA, P. A. S. *O Megaincêndio do Século*. Transtec Editorial. São José dos Campos. SP. 1998.

KIRKHAM, M. B. *Soil-oxygen and plant-root, interaction: an electrical analog study*. In: DIEST, A. van, ed. Plant and soil: interfaces and interactions, Wageningen, Martinus Nijhoff Publishers, 1987. P. 11-19.

KLEIN, V. A. & LIBARDI, P. L. *Densidade e distribuição de diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo*. R. Bras. CI. Solo, 26: 857-867, 2002.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. *A conservação do Cerrado brasileiro*. MEGADIVERSIDADE. Volume 1. Nº 1. Julho, 2005.

LACERDA, M. P. C.; BARBOSA, I. O.; MENESES, P. R.; ROSA, J. W. C. & ROIG, H. L. *Aplicação de geotecnologias em correlações entre solos, geomorfologia, geologia e vegetação nativa no Distrito Federal, DF*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia, 2005. Anais. Goiânia, INPE, 2005. p.2211-2218. CD-ROM.

LATRUBESSE, M. E.; CARVALHO, M. T. *Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Secretaria da Indústria e Comércio, Superintendência de Geologia e Mineração Goiânia, 2006.

LHOTSKY, J.; BERAN, P.; PARIS, P. & VALIGURSKÁ, L. *Degradation of soil by increasing compression*. Soil & Till, Res., 19: 287-295, 1991.

- LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G. Fertilidade do solo e máxima eficiência produtiva. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 257-282.
- LOMBARDI NETO, F. & BELLINAZI JR, R. *Simpósio sobre terraceamento Agrícola*. Campinas-SP, Brasil, fundação Cargill, 1998.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Erodibilidade de Solos Paulista, *Boletim Técnico*, IAC, Campinas, 1975.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. P. *A vocação da terra*. ANDA, 2nd ed. São Paulo, Brasil, 23 pp. 2003.
- LUCAS, J.; SANTOS, T. M. B.; OLIVEIRA, R. A. Possibilidade de uso de dejetos no meio rural. In: Workshop: *Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira*, 1, Campinas. Memória. Embrapa Meio Ambiente, 1999. p.42.
- LUNAS, D. L. & ORTEGA, A. C. A construção do complexo agroindustrial da soja no sudoeste goiano. In: PEREIRA, Sebastião Lázaro & XAVIER, Clésio Lourenço. *O agronegócio nas terras de Goiás*. Uberlândia: EDUFU, 2003, p. 139-173.
- MACEDO, I. C. (org.). *A Energia da cana-de-açúcar: Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: BERLENDIS & VERTECCHIA, 2005.
- MACEDO, J. A. B. *Métodos Laboratoriais de análises físicos – químicas e microbiológicas*. 2ª Ed. Belo Horizonte/MG: Jorge Macedo, 2003. 420 p.
- MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar; aspectos do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C., FERREIRA, S. O., YAMADA, T. Y. (ed.) *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p.113-118.
- MAGOSSI, E. Jornal estado de São Paulo, São Paulo, 18 de ago. 2011.
- MANHÃES, M. dos S. et al. *Acúmulo de Potássio em solo de áreas canavieiras fertirrigadas no norte fluminense*. *Agronomia*, V.37, p.64-68, 2003.
- MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. *Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar. Expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN 1517-2627. Documentos 110. Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; MACIEL, G. A. *A prática da integração lavoura-pecuária como ferramenta de sustentabilidade econômica na exploração pecuária*. *Revista da Política Agrícola*. Ano XVI n.2 – 2007.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; *Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado*. *Revista da Política Agrícola*. Ano XVII n.3 –2008.
- MARX, Karl. *O Capital: crítica da economia política*. São Paulo: Abril Cultural. 1984.
- MEDINA, C. de C; Neves, C. S. V. J; Fonseca, I. C. de B.; TORRETI, A. F. *Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação*. *SEMINA: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 23, n. 2, p. 179-184, jul./dez. 2002.
- MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N. *Indicadores da qualidade do solo*. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 2008. v. 29, n. 244, p. 17-29.

- MENDES, E. P. P. *A produção familiar em Catalão (GO): a Comunidade Coqueiro*. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005. 197 f.
- MESQUITA, H. A. *A modernização da agricultura – Um Caso em Catalão/Goiás*. Dissertação (Mestrado em História das Sociedades Agrárias) – Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 180 f. 1993.
- MEURER, E. J. BISSANI, C. A.; SELBACH, P. A. Poluentes do solo e do ambiente. In: MEURER, E. J. (ed.). *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre: Genesis, 2000a, v.1, p.151-168.
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). *Relação das Unidades Produtoras Cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia*. Posição: 11/05/2010. Disponível em <<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso em 20 de out. 2010.
- _____. *Balanço nacional de cana-de-açúcar e agroenergia*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia, 2007.
- _____. *As cadeias produtivas componentes dos diferentes complexos agroindustriais do agronegócio brasileiro*. Posição: 11/05/2009. Disponível em <<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso em 20 de out. 2010.
- _____. Departamento de cana-de-açúcar e agroenergia. *Biocombustíveis no Brasil: desafios para os próximos anos*. Brasília, 2011. e-mail: www.agricultura.gov.br
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). 2010.
- Ministério de Minas e Energia (MME Brasil). Disponível em: < www.mme.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2011.
- MIZIARA, F. Condições Estruturais e opção individual na formulação do conceito de “Fronteira Agrícola”. In: Silva, Luis Sérgio da (org.). *Relações da Cidade-Campo: Fronteiras*. Goiânia: Editora UFG, 2000, p.273-289.
- _____. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no cerrado: o caso de Goiás. In: Guimarães, L. D. A, SILVA, M. A. D, ANACLETO, T. C. (org.). *Natureza Viva Cerrado: caracterização e conservação*. Cap.VII.,1.ed. Goiânia: Editora UCG, 2006.
- _____. *Expansão da Lavoura de Cana em Goiás e Impactos Ambientais*. Anais XIV Congresso Brasileiro de Sociologia. Rio de Janeiro, 2009.
- MIZIARA, F.; PASSOS, H. S. *Expansão de Fronteira e Reestruturação do Espaço no Cerrado: o avanço da cana-de-açúcar em Goiás*. XXVIII Congresso Internacional da Associação Latino-Americana de Sociologia – ALAS. Anais do Congresso. Recife, setembro/2011.
- MORAES, C. *Há área disponível para cana-de-açúcar*. Revista - Canavieiros. Sertãozinho, São Paulo, n. 15, Setembro, 2007.
- MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. Ed. UFLA, Lavras. 2006.729 p.
- MOZAMBANI, A. E. PINTO, A. S.; SEGATO, S. V. & MATTIUZ, C. F. M.. In: SEGATO, S. V. (Org.). *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: CP2, 2006. 415p. : II.
- MUELLER, Charles Curt. *Políticas governamentais e a expansão recente da agropecuária no centro-oeste*. Revista de Planejamento e Políticas Públicas, n.º. 3, 2000.
- NASSAR, A. M.; RUDORFF, L. B. A.; AGUIAR, D. A.; BACCHI, M. R. P.; ADAMI, M. Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes. In ZUURBIER, P. and VOOREN, J.V. (Edit) *Sugarcane Ethanol: contributions to climate change mitigation and the environment*. 1st Ed. Wageningen Publs. Wageningen, 2008. 63-94 p.

- OLIVEIRA, A. U. *Modo capitalista de produção e agricultura*. São Paulo: Ática: 2007. 88 p.
- ORLANDO FILHO, J.; LEME, E. J.: Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. *Anais.....* p. 451-475. Brasília, DF. 1984.
- PAES, L. A. D., OLIVEIRA, D. T., DONZELLI, J. L., ELIA NETO, A. *Coopersucar benchmarking program*. Proceedings of XXV ISSCT Congress, Guatemala, 2005.
- PALACIN, L.; MORAES, M. A. S. *História de Goiás*. 6. ed. Goiânia: Editora da UFG, 2001.124 p.
- PARANHOS, R. *Alguns Métodos Para Análise de Água*. Rio de Janeiro: Ed UFRJ, 1996. 253p.
- PASQUALETO, A.; ZITO, R. K. *Impactos ambientais da monocultura da cana-de-açúcar*. Goiânia: Ed. Da UFG, 2000. 82 p. (coleção QUÍRON, série Agros, n. 3).
- PAULILLO, L. F.; MELLO, F. O. T.; VIAN, C. E. F. Análise da competitividade das cadeias de agroenergia no Brasil. In: BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). *Análise da competitividade das cadeias agroindustriais brasileiras*. São Carlos: DEP-UFSCAR/IE-UNICAMP, fev. 2006. 119 p. (Projeto MAPA/IICA).
- PEIXINHO, D. M.; SOUSA, M. S.; SCOPEL, I. *A organização da produção mundial de soja e sua espacialização nos países sul-americanos*. 2009. Anais. Encontro de Geografia da América Latina – EGAL. 2009. ISBN 978-9974-0-5
- PIACENTE, E. A. *Perspectivas do Brasil no Mercado Internacional de Etanol*. 2006. 173 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PIETRAFESA, J. P.; AGRICOLA, J. M.; SAUER, S. *Agroindústria canavieira no estado de Goiás: ocupação de novos espaços em áreas de Cerrado*. 33º Encontro Anual da ANPOCS. GT 35: Ruralidade, território e meio-ambiente. Outubro, 2009. Disponível em: <<http://www.sec.adevento.com.br/anpocs/inscricao/resumos/0001/TC0786-1.pdf>>. Acesso em: 22/02/2010.
- PIETRAFESA, J. P.; SAUER, S.; SANTOS, A. E. A. F. dos. *Expansão das lavouras de cana em Goiás: ocupação de novos espaços em áreas de Cerrado e financiamento público*. Ponencia apresentada al VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural, Porto de Galinhas, 2010.
- PIRES, M. J. de S. *A Soja na dinâmica do agronegócio goiano*. In: Revista Conjuntura Econômica Goiana. Goiânia: Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento, n. 6, novembro de 2005. 72p.
- _____. *As implicações do processo de modernização conservadora na estrutura e nas atividades agropecuárias da região centro-sul de Goiás*. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP. 2008.
- PIVELLO, V. R. *Manejo de Fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade*. IN: Cerrado. Brasília: MMA/SBF. 2005.
- PLANALSUCAR. *A Cultura da cana-de-açúcar*. Piracicaba, Instituto do Açúcar e do álcool. 1986.
- Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE). - 2008/2017. *Estudos socioambientais. Critérios e procedimentos para análise socioambiental do sistema elétrico* – Ministério de Minas e Energia – MME.
- Plano de Desenvolvimento Regional da 6ª. Região Administrativa de Ribeirão Preto (SEPCAR) 1979.
- Plano Nacional de Agroenergia – PNA - 2006-2011 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Secretaria de Produção e Agroenergia*. 2. ed. rev. - Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

- Plano Nacional de energia - PNE –2030. Empresa de Pesquisa Energética– EPE: Disponível em www.epe.gov.br. Acesso em 21 de outubro/2010.
- PRADO, H do. *Ambientes de Produção de cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil*. Encarte das Informações Agronômicas, nº 110, Campinas, 2005.
- _____. *Pedologia Fácil – Aplicações*. 3ª edição – Revisada e ampliada, Piracicaba, 2011.
- PRATA, F. et al. *Glyphosate sorption and desorption in soils with different phosphorous levels*. Sci. Agric., v. 60, n. 1, p. 175-180, 2003.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIRINÓPOLIS – Secretaria de Administração e Finanças; Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, 2010.
- PRIMAVESI, A. *O manejo ecológico do solo; a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 549p. 1981.
- PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. *Relatório de atividades*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 73 p.
- PROBIO. MME. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Floresta – SBF. *Mapa de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado, 2006*.
- PROJETO RADAMBRASIL. Programa de Integração Nacional. Levantamento dos recursos naturais, v. 31, Folha SE. 22 Goiânia: *geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, 1983.
- PURCHASE, B. S. *Disposal of liquid effluents from cane sugar factories*. Proceedings on the 22 insect Congress. Cartagena de Indias, Colombia, pp. 49-54, 1995.
- QUEIROZ, F. A. de. *Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do Cerrado*. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 193-209 ago. 2009.
- RAFFESTIN, C. *Por uma Geografia do Poder*. Ática, São Paulo, 1993.
- RAMALHO-FILHO, A. & BEEK, K. J. *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras*. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. 1995. 65 p.
- RAMALHO, J. F.; AMARAL Sobrinho, N. M. *Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais*. Revista Floresta Ambiente, V. 8, Nº 1 jan./dez. de 2001.
- RAMOS, P. *Agroindústria canavieira e propriedade fundiária no Brasil*. São Paulo: Hucitec, 1999. 245p. (Economia e Planejamento; 36; Série Teses e Pesquisas; 21).
- REICHARDT, K. *A água na produção agrícola*. Piracicaba: Fundação Cargill, 2005. 119p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J C. & REZENDE, S. B. *Mineralogia de solos brasileiros: Interpretação e aplicações*. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2005. 192p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. S.; CORREA, G. F. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: Neput, 2005. 304p.
- REZENDE, G. C. *Ocupação agrícola e estrutura agrária no cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia*. Rio de Janeiro: IPEA, 2002.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B., T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado*. IN: SANO S.M; ALMEIDA, S. P. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA - CPAC. 1998. Cap.3 p. 88-166.

- RÍPOLI, T. C. C.; RÍPOLI, M. L. C. *Biomassa de cana-de-açúcar: Colheita, energia e ambiente*. Piracicaba: T. C. C. RÍPOLI, 2007. 302.
- RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. *Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil*. São Paulo: Amigos da Terra Brasil, 2006.
- RODRIGUES, A. P.; RODRIGUES, L. *A nova agenda do setor sucroenergético: o etanol e os desafios do mercado interno*. *AgroAnalysis*. V. 28, n.08, p.19-36, 2008.
- ROSILLO-CALLE, F.; CORTEZ L. A. B. *Towards Proálcool II: A review of the Brazilian Bioethanol Programme*. *Biomass and Bioenergy*, vol.14 (2). 1998. p 115-124.
- ROSSETTO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: Paranhos, S. B. (ed.). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987, v.2, p.435-504.
- ROSSETTO, R. *A cultura da cana, da degradação à conservação*. *Visão Agrícola*, ESALQ-USP, ano 1, 2004.
- ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. *Mobilidade do sulfentrazone em Latossolo vermelho e em Chernossolo*. *Planta daninha*, v. 23, n. 4, p. 701-710, 2005.
- RUDORFF, B. F. T., et al, *Estimativa de Área Plantada com Cana-de-açúcar em Municípios do Estado de São Paulo por Meio de Imagens de Satélites e Técnicas de Geoprocessamento: Ano Safra 2004/2005*. INPE. São José dos Campos, 2004.
- _____. *Mapeamento da cana-de-açúcar na região Centro-Sul via imagens de satélites*. *Informe Agropecuário*, v.28, n.24, p.79-86, 2007.
- SALLES, I. da S. *Elementos para o planejamento ambiental do complexo agroindustrial sucroalcooleiro no Estado de São Paulo: Conceitos, aspectos e métodos – Dissertação de Mestrado*. Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos, SP. P.113. 1993.
- SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, T. A. J.; SILVA, A .S. & BOTELHO, R. G. (Org.). *Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- SANO, E. (Coord.). *Mapeamento da cobertura vegetal do bioma cerrado*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008, 93 p. (Edital PROBIO, 02/2004). Relatório Final.
- SANTAELISA VALE. Relatório técnico. Sertãozinho, São Paulo, 2008. 13p.
- SANT'ANA, G. R. de; BORGES, V. M. S.; SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. de. *Microbiota, bioquímica, química e física do solo em Latossolo vermelho distroférico cultivado com cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis, Goiás*. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - CBCS; Center Convention. Uberlândia, Minas Gerais. 2011 a.
- SANT'ANA, G. R. de; BORGES, V. M. S.; SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. de; SANTOS, F. C. V. dos. *Impacts of sugar cane cultivation on physical-chemical, biochemical and microbiological properties of yellow and red oxisols under different management in the microregion of Quirinópolis, GO, Brazil*. First Workshop announcement and call for presentations: Quantifying and managing land use impacts of bioenergy. 19-21 September 2011b, Campinas, Brazil.
- SANT'ANA, G. R. de; SILVA, A. A.; BORGES, V. M. S.; CASTRO, S. S. de. *Aspectos físico-químicos do córrego Limeira e Lajeado em área de cultivo da cana-de-açúcar, Quirinópolis – GO*. 2011c. (Submetido) *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. out./2011. rbciamb@gmail.com.

- SANTOS, M. *Metamorfose do Espaço Habitado*. São Paulo: Hucitec, 1988.
- SANTOS, M. & SILVEIRA, M. L. *Brasil: Território e sociedade no início do século XXI*. SP. Record 2001.
- SANTOS, R. D. et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5a ed. Viçosa. SBCS, 2005. 100 p.
- SANTOS, J. B. et al. *Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional*. *Planta Daninha*, v. 23, n. 4, 2005. p. 683-691.
- SAQUET, M. A. *Abordagens e concepções de território*. São Paulo: Expressão Popular, 2007.
- SAWYER, D. R. Ocupación y desocupación de la frontera agrícola en el Brasil: un ensayo de interpretación estructural y espacial. In: CEPAL e PNUMA. *Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina*. Madrid, Naciones Unidas y CIFC. 1983.
- SBPE: *Principais impactos da cana-de-açúcar*. Banco de dados. Disponível em: <http://www.sbpe.org.br> Acesso em: 28 set. 2006.
- SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. & KLAMT, E. *Classificação Agrícola das terras: um sistema alternativo*. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72 p.
- SCOPINHO, R. A. (1995) *Pedagogia Empresarial de Controle do Trabalho e Saúde do Trabalhador: O Caso de uma Usina-Destilaria da Região de Ribeirão Preto*. Dissertação de Mestrado, São Carlos: Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos.
- Secretaria da Agricultura Pecuária e Abastecimento (SEAGRO/EMATER). *Portal do Agronegócio*. Disponível em <<http://www.agronegocio.goias.gov.br>>. Acesso em 20 out. 2010.
- Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás (SEFAZ).
- Secretaria Estadual de Planejamento do Estado de Goiás (SEPLAN) – *anos 2008; 2009; 2010; 2011*.
- SHIKI, S. et al. *Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro*. Uberlândia. UFMG, 1998.
- SHIKIDA, P. F. A.; MORAES, M. A. D. de; ALVES, L. R. A. *Agroindústria canavieira do Brasil: intervencionismo, desregulamentação e neocorporatismo*. *Revista de Economia e Agronegócio*, Viçosa (MG), v.2, n.3, p.361-382, jul./set. 2004.
- SILVA, L. L. *O papel do Estado no processo de ocupação das áreas do cerrado entre as décadas de 60 e 80*. *Revista Caminhos da geografia da UFU, Uberlândia*, p.24-36, 2000.
- SILVA, J. G. da. *A nova dinâmica da agricultura brasileira*. 2. Ed. Ver. , Campinas, SP: UNICAMP. IE, 1998.
- SILVA, W. F. da. AGUIAR, D. A. de.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA. L. M.; AULICINO, T. L. I. N. *Análise da expansão da área cultivada com cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil: safras 2005/2006 a 2008/2009*. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 467-474.
- SILVA, A. A.; CASTRO, S. S. de. Dinâmica de uso da terra e expansão da cana-de-açúcar entre os anos de 2004 a 2010, na microrregião de Quirinópolis, Goiás. In: *Transformações no Cerrado Progresso, Consumo e Natureza*. José Paulo Pietrafesa e Sandro Dutra e Silva (orgs.). Editora da PUC Goiás. Goiânia. p. 155 a 187. 328 p. 2011.
- SILVA, A. A.; SANT'ANA, G. R. de; BORGES, V. M. S.; CASTRO, S. S. de. *Compactação do solo em cultura de cana-de-açúcar: um estudo em área de Latossolo vermelho no município de Quirinópolis, Goiás*. Anais 63a

Reunião Anual do Simpósio Brasileiro de Pesquisa e Ciência – SBPC. 10 a 15 de julho de 2011, na Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2011 a.

_____. *Alterações físicas, químicas e morfológicas em um Latossolo vermelho amarelo sob o cultivo de cana-de-açúcar na microrregião de Quirinópolis, Goiás*. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - CBCS; Center Convention. Uberlândia, Minas Gerais. 2011b.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. *A expansão da fronteira agrícola em Goiás e a localização das usinas de cana de açúcar*. Revista Pesquisa Agropecuária Tropical, v.41 n.3, 2011.

SILVA, M. A. S. da; KLIEMANN, H. J. *Impactos da aplicação de vinhaça sobre as características químicas do solo e de efluentes*. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás – Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos. Goiânia, 2007.

SILVA, M. S. L.; RIBEIRO, M. R. *Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em propriedades morfológicas e físicas de solos argilosos de tabuleiro no Estado de Alagoas*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.16, n.3, p. 397-402, 1992.

SILVA, J. G. da. *A nova dinâmica da agricultura brasileira*. 2. ed. Ver. Campinas, SP: UNICAMP. IE, 1998.

Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool do Estado (SIFAE).
Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool do Estado (SIFAE).

SIQUEIRA, J. O., MOREIRA, F. M. S., GRISI, B. M., HUNGRIA, M. & ARAÚJO, R. S. *Microorganismos e processos biológicos: perspectivas ambientais*. Embrapa, Brasília, DF, 142 p. 1994.

Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás (SIEG). 2006. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em 18 de dezembro de 2010.

SMITH, A. *Riqueza das nações*. São Paulo: Hemus, 1981.

SOARES, J. L. N.; ESPINDOLA, C. R.; FOLONI, L. L. *Alteração física e morfológica em solos cultivados com citros e cana-de-açúcar, sob sistema tradicional de manejo*. Ciência Rural, v.35, p.353-359, 2005a.

SOUTHWICK, L. M. et al. *Potential influence of sugarcane cultivation on estuarine water quality of Louisiana's gulf coast*. J. Agric. Food Chem., v. 50, n. 15, p. 4393-4399, 2002.

SOUTHGATE, D.; GRAHAM, D. H.; TWEETEN, L. *The world food economy*. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 402 p.

SOUZA JUNIOR, J. J. in: Projeto RADAMBRASIL. Folha SE (Goiânia) *Geologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

SOUZA, S. A. V. Disponibilidade e uso de água no Brasil: irrigação. In: Macedo, I. C. (org.). *A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: Única, 2005 a.

_____. *Vinhaça: o avanço das tecnologias de uso*. In: Macedo, I. C. (org.). *A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: Única, 2005 b.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; RODRIGUES, G. S. *Uso de agrotóxicos nas diferentes regiões brasileiras: subsídio para a geomedicina: Pesticidas*. Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 8, p. 111-126, 1998.

SPERLING, M. V.; *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. 2 ed., Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG: Belo Horizonte, 2005.

STEFANELO, E. *O Agronegócio Mundial e Brasileiro*. Vitrine da Conjuntura, UNIFAE – Centro Universitário Franciscano. Curitiba, v.1, n.1, 2008.

- STOLF, R. *Fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em força/unidade de área*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Piracicaba, 1990. Anais, v.2 p. 823-836
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. & ZIMMERMANN, F. J. P. *Características físico-hídricas e químicas de um Latossolo após adubação e cultivos sucessivos de arroz e feijão, sob irrigação por aspersão*. R. Bras. CI. Solo, 18: 533-539, 1994.
- STUPIELO, J. P. *Relações açúcares redutores/cinza*. STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 19, n.2, p.10, Nov/dez. 2005
- _____. *A expansão canavieira no Brasil*. In: II Simpósio de Tecnologia de Produção de cana-de-açúcar, 2005, Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba: Unipress Disc Records do Brasil, 2005. 1 CD-ROM.
- SUAREZ de Castro, F. *Conservación de Suelos*. Instituto Inter-Americano de Ciências Agrícolas. San José, Costa Rica. 1979.
- Superintendência de Estatísticas, Pesquisas e Informações Socioeconômico-Governo do Estado e Goiás (SEPIN/SEGPLAN). 2011.
- SZMRECSÁNYI, T. *Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo*. Informações Econômicas. 1994.
- TANABE, A. et al. *Seasonal and special studies on pesticides residues in surface waters of the Shinano river in Japan*. J. Agric. Food Chem., v. 49, n.6, p. 3847 – 3852, 2001.
- THOMAZ JR, A. *Por trás dos canaviais, os "nós" da cana: a relação capital x trabalho e o movimento sindical dos trabalhadores na agroindústria canavieira paulista*. São Paulo, Annablume/Fapesp, 2002.
- TORQUATO, S. A. *Cana-de-açúcar para indústria: O quanto vai precisar crescer*. In Instituto de Economia Agrícola (IEA) publicado em *Análises e Indicadores do Agronegócio*, vol.1, n. 10 (out/2006). São Paulo, 2006.
- União dos Produtores de Bioenergia (UDOP) – Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1071048>. Acessado em 18 de Nov. 2010.
- União da Indústria de cana-de-açúcar (ÚNICA). *A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: Berlendis & Vertecchia. 2005. 245 p.
- _____. *Aspectos relacionados com a velocidade do aumento da oferta e dos mercados de etanol*. Brasília, DF, outubro, 2007. Palestra proferida no Congresso Nacional por Antônio de Pádua Rodrigues.
- _____. *Dados e Cotações – Estatística. Produção*. Brasil. 2008. Disponível em <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 03 de outubro de 2009.
- _____. *Perspectivas para o setor sucroalcooleiro no Brasil*. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_palestraseapresentacoes_apresentacoes-65-Arquivo.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2009. Palestra proferida por Marcos S. Jank em São Paulo.
- Universidade Estadual de Campinas (ÚNICA/UNICAMP). Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético. *Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo*. Relatório final. UNICAMP/ NIPE, 2005.
- Usina Boa Vista S/A – Grupo São Martinho – Pradópolis – São Paulo.
- Usina São Francisco S/A- Grupo São João De Araras. São Paulo.

- VEIGA FILHO, A. A.; SANTOS, Z. A. P. S.; VEIGA, J. E. R.; OTANI, M. N. & YOSHII, R. J. (1994). Análise da mecanização do corte da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, V 24, nº 10, 1994.
- VEIGA FILHO, L. *Sustainable energy ignites Brazil's economy*. Valor econômico. Special edition, p.06-11, 2008.
- VELINI, E. D. Comportamento de herbicidas no solo. In: Simpósio Nacional sobre manejo de Plantas Daninhas em hortaliças. Botucatu. *Anais*. 1992. p. 44-64.
- VIVIAN, R. et al. *Persistência e lixiviação de ametry e trifloxysulfuron-sodium em solo cultivado com cana-de-açúcar*. Planta Daninha, v. 25, n. 1, p. 111-124, 2007.
- WORLD BANK - Pollution Prevention and Abatement Handbook - Part II. *Indicators of Pollution Management*. p 3 - 4. 1997.
- YANG, S. J. *Soil physical properties and the growth of ratoon cane as influenced by mechanical harvesting*. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16. São Paulo, 1977.
- WALTON, R. S.; VOLKER, R. E.; BRISTOW, K. L.; SMETTEM, K. R. J. Experimental examination of solute transport by surface runoff from low-angle slopes. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v.233, n.1-4, p.19-36, 2000.
- WORLD WILDLIFE FUND (WWF). *Repercussões Ambientais da Expansão da Soja no Cerrado e seus Vínculos com a Liberalização do Comércio e a Política*, 1999.
- _____. *O Cerrado*. 2002. Disponível no site <<http://www.wwf.org.br>> Acesso em 14/dez./2009.
- _____. *Expansão Agrícola e Perda da Diversidade no Cerrado: Origens Históricas e o Papel do Comércio Internacional*. Brasília: WWF Brasil, 2004.

ANEXOS
ENTREVISTA

NOME: _____
FUNÇÃOE/OU CARGO: _____
DATA: _____

- 1- Como você avalia a expansão do setor sucroalcooleiro ocorrida no município de Quirinópolis, nos últimos anos?**
- 2- Houve desmatamentos no município para a entrada do cultivo da cana-de-açúcar?**
- 3- Com a presença das usinas e a expansão do cultivo da cana neste município, alguns produtores se preocupam com a diminuição ou mesmo extinção das áreas de grãos e pecuária no município. O que você acha desse modo de pensar?**
- 4- Com a entrada do setor sucroalcooleiro em Quirinópolis, o Sr (a) acha que poderá ocorrer uma migração dos produtores que se encontram nesse município para outras regiões? Para onde? Por quê?**
- 5- Quanto à alocação de terra, há muitas questões econômicas envolvidas. Qual é o valor do hectare no município de Quirinópolis? Se comparado com outros municípios, onde a cana ainda não predomina é igual, maior ou menor?**
- 6- As atividades praticadas nessa propriedade atualmente são compensatórias, em nível de renda, produção e produtividade? Por quê?**
- 7- Quanto que a usina paga em média para cada hectare arrendado e quanto é o valor pago pela soja?**
- 8- O Sr (a) sabe qual é o tempo de arrendamento mais comum no município? Com a entrada da cana, houve algum tipo de alteração no arrendamento?**

- 9- Se caso a usina permitisse o sistema de parceria com produtores de grãos e pecuária o Sr (a) acha que seria viável? Explique.
- 10- O Sr (a) acha que a cana provoca maiores impactos ambientais do que: a soja ou a pecuária? Por quê?
- 11- Você considera que o cultivo da cana no município tem promovido e/ou promoverá o desenvolvimento econômico da região? Por quê?
- 12- A expansão da cana está se dando sobre áreas de pastagens degradadas, como afirmam os usineiros? As pastagens estão sendo bem utilizadas ou recuperadas? Ou estão realmente degradadas? Como o rebanho se manteve estável ou até cresceu em alguns casos, tivemos uma intensificação da pecuária. Isso faz com que há necessidade de novas áreas de pasto para acomodar o rebanho?
- 13- Há um pressuposto na teoria do impacto indireto de que as mudanças de uso da terra, ou seja, a entrada de cana em áreas de pastagem levaria a atividade pecuária para outras regiões, que produziriam alimentos ou seriam florestadas. Isso está ocorrendo no município de Quirinópolis?
- 14- De um modo geral, a cana está substituindo a produção de alimentos (grãos, leite carne). Em Quirinópolis, a expansão da cana teve avanços para áreas agrícolas?
- 15- Temos aqui também a questão do aumento de produtividade nas áreas agrícolas. Conforme há ganho de produtividade, ocorre a concessão de áreas para outras atividades. Neste contexto como está o complexo carne-leite em Quirinópolis? A pecuária está apresentando alto, médio ou baixo potencial? Por quê?

Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Estudos Sócio Ambientais – IESA
Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia – Nível – Doutorado

QUESTIONÁRIO - USINAS DA MICRORREGIÃO DE QUIRINÓPOLIS

NOME DO ENTREVISTADO _____

FUNÇÃO _____

RAZÃO SOCIAL DA EMPRESA _____

NOME FANTASIA DA EMPRESA _____

LOCALIZAÇÃO _____

ANO DE INSTALAÇÃO _____

INÍCIO DE PRODUÇÃO _____ INÍCIO DE OPERAÇÃO _____

ANO DE REGISTRO _____

1 – QUAL O ATRATIVO PARA A INSTALAÇÃO DESTA INDÚSTRIA NESTA REGIÃO?

2 – COMO OCORREU A EXPANSÃO DA CANA NA REGIÃO?

ÁREAS DE CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR

SAFRA	Área Total (ha)	Cana Própria - Usina (ha)	Cana Arrendada (ha)	Cana Fornecedores (ha)
2004/05				
2005/06				
2006/07				
2007/08				
2008/09				
2009/10				
2010/11				

3 – QUAL O PERCENTUAL DE CANA CULTIVADA SOBRE ÁREA QUE ANTERIORMENTE ERA DESTINADA AO CULTIVO DA SOJA E PASTAGEM?

4 – HOUVE RETIRADA DE VEGETAÇÃO NATIVA PARA A INSERÇÃO DA CANA?

5 – HISTÓRICO DE PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

SAFRA	Cana/Moída (ton./ano)	Cana/Própria (ton./ano)	(%)	Cana/Arrendada (ton./ano)	(%)	Cana/Fornecedores (ton./ano)	(%)
2004/05							
2005/06							
2006/07							
2007/08							
2008/09							
2009/10							
2010/11							
Perspectiva futura							

6- QUAL É O RAIOS (ha) DA ÁREA DE PRODUÇÃO DE CANA DESTA INDÚSTRIA?

7 - SISTEMA DE COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR

SAFRA	Cana colhida Manual (ton.)	(%)	Cana Mecanizada (ton.)	(%)	Cana Queimada (ton.)	(%)
2004/05						
2005/06						
2006/07						
2007/08						
2008/09						
2009/10						
2010/11						

8 – PRODUÇÃO INDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR

SAFRAS	PRODUTOS					
	Açúcar		Álcool		Co-geração de energia	
	Produção (ton.)	Rend.	Produção (m ³)	Rend.	Produção (Kwt)	Rend.
2004/05						
2005/06						
2006/07						
2007/08						
2008/09						
2009/10						
2010/11						
Perspectiva futu						

9 – QUAL É O DESTINO FINAL DA PRODUÇÃO? E QUAIS SÃO AS FORMAS DE ESCOAMENTO DESSA PRODUÇÃO?

10 - QUAIS OS TIPOS DE SOLOS ONDE A CANA ESTÁ SENDO CULTIVADA?

11 – HOUVE CORREÇÃO DO SOLO?

12 – COMO É FEITO O PREPARO DO SOLO PARA O CULTIVO?

13 – EXISTE ÁREA DE CANA IRRIGADA? QUANTO?

14 – QUAL É O PERCENTUAL DE CANA COM FERTIRIGAÇÃO? E ONDE ESTÃO ESTAS ÁREAS (RAIO)? QUANTO DE VINHAÇA É LANÇADO AO SOLO?

15 – QUAL É A VARIEDADE DE CANA PLANTADA?

16 – EXISTEM PESQUISAS PARA MELHORIA DO MANEJO TRONANDO-O MAIS NATURAL?

17 – QUAL É A ÁREA DESTINADA AOS VÁRIOS ESTÁGIOS DA CANA-DE-AÇÚCAR?

SAFRAS	Cana soca	Reformada	Expansão	Disponível colheita	Em Reforma	Total Cultivada
2004/05						
2005/06						
2006/07						
2007/08						
2008/09						
2009/10						
2010/11						
Perspectiva expansão						

18 – PROPRIEDADES RURAIS DA USINA

MUNICÍPIOS	ATIVIDADES		
	Principal	Secundária	Área Total
QUIRINÓPOLIS (GO)	CANA		
PRADÓPOLIS (SP)	CANA		

19 – PREÇO PAGO AOS ARRENDATÁRIOS E FORNECEDORES DE CANA

SAFRA	PREÇO MÉDIO	
	Arrendatários	Fornecedores
2004/05		
2005/06		
2006/07		
2007/08		
2008/09		
2009/10		
2010/11		

20 – QUAL É A PERSPECTIVA FUTURA APÓS OS VINTE ANOS DA ÁREA DE USO COM A CANA?

21 – QUAL É O DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS?

Professora Vonedirce Maria Santos Borges – Doutoranda do Programa de Pós -graduação em Geografia – IESA/UFG. Goiânia – GO. E mail – vone@ueg.br fone (62) 3637 8891 cel. (64) 9248 1774.