



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

Angel Filiberto Mansilla Baca

**Análise da dinâmica espaço-temporal de culturas agrícolas
no Brasil: uma abordagem metodológica**

Rio de Janeiro
2011

Angel Filiberto Mansilla Baca

**Análise da dinâmica espaço-temporal de culturas agrícolas no Brasil:
uma abordagem metodológica**



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Computação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Margareth Simões Penello Meirelles

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Luiz de Freitas

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

M288 Mansilla Baca, Angel Filiberto.
Análise da dinâmica espaço-temporal de culturas
agrícolas no Brasil: uma abordagem metodológica / Angel
Filiberto Mansilla Baca. - 2011.
120 f.

Orientadora: Margareth Simões Penello Meirelles.
Coorientador: Pedro Luiz de Freitas
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia de Computação. 2. Sistemas de
Informação Geográfica. I. Meirelles, Margareth Simões
Penello. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III.
Título.

CDU 004.78:911

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Angel Filiberto Mansilla Baca

Análise da dinâmica espaço-temporal de culturas agrícolas no Brasil: uma abordagem metodológica

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Computação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Aprovado em: 11 de outubro de 2011.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Margareth Simões Penello Meirelles (Orientadora)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Jorge Luís Nunes e Silva Brito
Faculdade de Engenharia - UERJ

Dr. Pedro Luiz de Freitas (Coorientador)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Solos

Dr.^a Bernadete da C. C. G. Pedreira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Solos

Dr. Celso Vainer Manzatto
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa
Meio Ambiente

Rio de Janeiro

2011

DEDICATÓRIA

Primeiramente agradeço a Deus pela minha família, e amigos, pela nossa saúde e harmonia.

Ao meu filhinho Angel Jesus Fernando, todo meu carinho e esforço são dedicados para ele, à razão da minha vida.

A minha mamãe amada Rosa que está no Peru e ao papai Gaspar que esta no céu, pelo grande amor que me dedicaram e por terem me dado o mais que eles podiam, pela educação a mim proporcionada, pelas suas orações, por serem os melhores pais.

À minha amada esposa Angélica, pelo seu amor, pela sua paciência, pelo carinho que a cada dia me dá.

A meu irmão Jesus Fernando, obrigado irmão, a sua família, e a meus irmãos em Peru, muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

À professora Margareth Simões Penello Meirelles, pela paciência a mim concedida, pela sua orientação, pelos seus conselhos, por permitir-me consolidar conhecimento, pela motivação a maior pesquisa e maior aprofundamento e por permitir-me o tempo adicional à conclusão do trabalho.

Aos meus orientadores, Dra. Margareth Simões Penello Meirelles e o Dr. Pedro Luiz de Freitas, porque sem a ajuda deles não tinha conseguido culminar este trabalho, obrigado doutores, porque sabem que o conhecimento chega assim muitas vezes devagar e muitas vezes com múltiplos erros e que vamos adquirindo novos e melhores conhecimentos.

Ao programa de pós-graduação em Engenharia da Computação da minha Faculdade de Engenharia (UERJ) por ter-me recebido e à Embrapa Solos pela oportunidade a mim concedida no estágio de aprimoramento acadêmico-profissional.

Aos meus professores do Mestrado Dra. Margareth Simões Penello Meirelles, Dr. José Carlos da Penna Vasconcellos, Dr. Jorge Luís N. e Silva Brito, Dr. João Araújo Ribeiro, Guilherme Lúcio Abelha Mota, Marcelo Sperle Dias, e a todos aqueles que dedicaram horas divulgando seu conhecimento, muito obrigado por confiar e acreditar não somente no projeto mas também em minha pessoa.

Aos amigos e colegas de turma, muito obrigado pela sua amizade.

Apresento aqui também meus agradecimentos a todos os professores e amigos da Geomática e todo o pessoal administrativo. Cada um, à sua maneira, contribuiu para minha formação.

RESUMO

MANSILLA BACA, Angel Filiberto. *Análise da dinâmica espaço-temporal de culturas agrícolas no Brasil: uma abordagem metodológica*. 2011. 120 fl. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Atualmente, o Brasil se apresenta como um grande produtor agrícola mundial com finalidade alimentícia e bioenergética. Ano a ano recordes de produção são batidos pelo setor agropecuário. Por outro lado, tem-se uma perspectiva de problemas alimentícios e energéticos no mundo, em especial no continente africano onde muitos vivem na miséria e na fome. Neste contexto, esta dissertação de mestrado apresenta uma proposta para a análise da dinâmica espaço-temporal de culturas agrícolas empregando os conceitos e instrumentos da Geomática em busca do desenvolvimento sustentável. Desenvolveu-se uma metodologia para a geração de indicadores da produção agrícola em diferentes níveis da estrutura territorial brasileira que permite a apresentação sintética, por meio de cartogramas e animações digitais, das dinâmicas espacial e espaço-temporal das principais culturas. Para isto foi criada uma base de dados da produção das principais culturas, desenvolvidos indicadores que representem a dinâmica espacial da produção agrícola e desenvolvidas ferramentas de apresentação destes indicadores através da dinâmica espaço-temporal. Finalmente, foram relacionadas as áreas voltadas à produção de alimentos e de expansão agrícola para a bioenergia (etanol e óleo de palma). Pretende-se, através deste trabalho, contribuir na tomada de decisão com ferramentas de visualização da realidade agropecuária brasileira. O trabalho estabelece ligações com os zoneamentos agroecológicos, os instrumentos de segurança alimentar e a pegada ecológica, com a apresentação da produção agrícola das culturas como cana-de-açúcar, milho, soja, palma de óleo e algodão.

Palavras-chave: Geomática; Dinâmica espacial; Indicadores de produção agrícola; Base de dados; Expansão agrícola; Sustentabilidade; Cana-de-açúcar; Soja.

ABSTRACT

At present, Brazil presents itself as a major agricultural producer for food and bio-energy purposes in the entire world. Year-to-year, production records are hit by the agricultural sector. On the other hand, there is a perspective for severe problems in food and energy supply in the world, especially in Africa, where many people live in poverty and hunger. In this context, this master's dissertation presents a proposal for the analysis of the spatio-temporal dynamics of the agricultural production using the concepts and tools of Geomatics in pursuit of sustainable development. It was developed a methodology for the generation of agricultural production indicators at different levels of Brazilian territorial structure which allows the synthetic presentation, through cartograms and digital animations, of the spatial and spatio-temporal dynamics of the main crops. For this, a database of the production of main crops was created, indicators that represent the spatial dynamics of agricultural production and presentation tools for these indicators through the space-temporal dynamics were developed. Finally, the areas with focus in the food production and agricultural expansion for bio-energy (ethanol and palm oil) production were related. It is intended, through this work, to contribute to the decision making with visualization tools of the reality of Brazilian agriculture. Links were developed with agro-ecological zoning, with the instruments of food security and with the ecological footprint, with the presentation of the agricultural production of crops such as sugar cane, corn, soybeans, palm oil and cotton.

Keywords: Geomatics; Spatial dynamics; Agricultural production indicators; Database; Agricultural area expansion; Sustainability; Sugar cane; Soybean.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Exemplo de tabela de dados numéricos disponibilizados pelo IBGE para as culturas agrícolas	32
Tabela 2	Indicadores municipais, estaduais, regionais e nacionais da produção agrícola considerados, sua definição e relação matemática utilizada	33
Tabela 3	Área colhida, quantidade produzida e produtividade observadas na cultura de cana-de-açúcar, no Brasil, entre 1990 e 2009	42
Tabela 4	Valor de produção e percentual sobre a produção nacional dos municípios com maior contribuição no valor nacional da produção de cana-de-açúcar no ano de 2009	53
Tabela 5	Municípios com produtividade acima de 8,5 t/ha no ano de 2009	58
Tabela 6	Quantidade Produzida da soja nos anos de 1990 e 2009 e o incremento registrado no período	66
Tabela 7	Variações Percentuais de Área Plantada, Área Colhida, Quantidade Produzida e Valor da Produção em Diferentes Períodos para a Cultura da soja	68
Tabela 8	Municípios com Aumento Relevante na Quantidade Produzida de Cana-de-açúcar entre 1990 e 2009	84
Tabela 9	Municípios incorporados à produção de cana-de-açúcar no período 2002-2009 acima de 100 mil t	87
Tabela 10	Municípios com aumento relevante na quantidade produzida de milho entre os anos de 1990 e 2009	88
Tabela 11	Municípios com aumento relevante na quantidade produzida de soja entre os anos de 1990 e 2009	93
Tabela 12	Área plantada, em ha, com as culturas do grupo frutas nos anos 2002, 2005 e 2009	102
Tabela 13	Área plantada em (ha), com as culturas do grupo “Commodities” nos anos 2002, 2005 e 2009	103
Tabela 14	Área plantada (ha), com as culturas não alimentícias nos anos 2002, 2005 e 2009	105
Tabela 15	Área plantada, em ha, com as culturas do grupo de alimentícias nos anos 2002, 2005 e 2009	106
Tabela 16	Áreas plantadas, em ha, com os grupos de culturas no ano de 2009 nos principais municípios produtores	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estimador de intensidade de distribuição dos eventos	38
Figura 2	Área efetivamente colhida, ocupada com cultura de cana-de-açúcar, no Brasil, entre 1990 e 2009	41
Figura 3	Quantidade produzida de cana-de-açúcar, em toneladas, no período entre 1990 e 2009. (IBGE, 2010)	41
Figura 4	Produção de cana-de-açúcar, em quantidade produzida em mil toneladas, acima de 60 mil t, nos municípios brasileiros em 2009 ..	43
Figura 5	Detalhe da produção de cana-de-açúcar nos municípios dos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Minas Gerais e Rio de Janeiro em 2009	44
Figura 6	Municípios com produtividade média de cana-de-açúcar acima de 90 t/ha em 2009	46
Figura 7	Representação da Dinâmica Espaço-Temporal da Produtividade Anual Municipal Brasileira da cana-de-açúcar de 1990 a 2009	47
Figura 8	Porcentagem de perda de área plantada de cana-de-açúcar nos municípios brasileiros em 2009	48
Figura 9	Porcentagem da quantidade produzida municipal sobre o total produzido de cana-de-açúcar no Brasil no ano de 2009	50
Figura 10	Detalhe da porcentagem da quantidade produzida de cana-de-açúcar nos municípios da região centro-sul sobre o total produzido no Brasil em 2009	51
Figura 11	Porcentagem do valor anual de produção municipal sobre o valor total da produção de cana-de-açúcar no Brasil no ano de 2009	52
Figura 12	Quantidade produzida de milho superior a 100 mil toneladas nos municípios brasileiros no ano de 2009	55
Figura 13	Detalhe da produção de milho, em quantidade produzida, nos municípios da região centro-oeste no ano de 2009	56
Figura 14	Produtividade de milho acima de 4 t/ha nos municípios brasileiros no ano de 2009	57
Figura 15	Detalhe dos índices de produtividade de milho acima de 6 t/ha em municípios dos estados de Piauí, Bahia, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, em 2009	58

Figura 16	Representação da Dinâmica Espaço-Temporal da Produtividade Anual Municipal da cultura de milho de 1990 a 2009	60
Figura 17	Porcentagem da Perda de Área Anual Municipal do milho, no Brasil, em 2009	60
Figura 18	Porcentagem da quantidade produzida em relação ao total produzido de milho no Brasil no ano de 2009	61
Figura 19	Porcentagem do valor da produção municipal de milho, em 2009 ..	62
Figura 20	Quantidade produzida da soja superior a 75 mil toneladas nos municípios brasileiros no ano de 2009	64
Figura 21	Detalhe da produção da soja superior a 75 mil t em municípios dos Estados de Mato Grosso, Tocantins e Goiás, Distrito Federal e Oeste Baiano e Mineiro em 2009	65
Figura 22	Representação da Dinâmica Espaço-Temporal da Produtividade Anual Municipal da cultura da soja de 1990 a 2009	67
Figura 23	Produtividade média da cultura da soja acima de 3 t/ha nos municípios brasileiros em 2009	69
Figura 24	Porcentagem da Perda de Área Anual Municipal da cultura da soja no Brasil em 2009	70
Figura 25	Porcentagem da quantidade produzida da cultura da soja sobre a produção nacional no ano de 2009	71
Figura 26	Dinâmica Espacial da Produção de (cacho de cocos) superior a 5,25 mil t nos municípios brasileiros em 2009	73
Figura 27	Produtividade da cultura de palma de óleo (cacho de coco) superior a 3 t/ha nos municípios brasileiros em 2009	74
Figura 28	Representação da Dinâmica Espaço-Temporal da Produtividade Anual Municipal da cultura de palma de óleo de 1990 a 2009	75
Figura 29	Produção de algodão superior a 40 mil toneladas, nos municípios brasileiros, em 2009	77
Figura 30	Produtividade média da cultura de algodão acima de 2 t/ha nos municípios brasileiros em 2009	78
Figura 31	Produtividade de algodão nos estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso, em 2009	79
Figura 32	Representação da Dinâmica Espaço-Temporal da Produtividade Anual Municipal da cultura de algodão de 1990 a 2009	80

Figura 33	Porcentagem da quantidade produzida da cultura de algodão sobre a produção nacional no ano de 2009	81
Figura 34	Variação de produção de cana-de-açúcar acima de 60 mil t no período 1990 e 2009 nos municípios brasileiros	83
Figura 35	Variação de produção de cana-de-açúcar acima de 60 mil t nos períodos de 1990-1996;1996-2002; 2002-2009	86
Figura 36	Distribuição geográfica da variação de quantidade produzida de milho acima de 100 mil toneladas, entre 1990 e 2009	89
Figura 37	Variação de produção de milho acima de 100 mil t nos períodos de 1990-1996;1996-2002 e 2002-2009	90
Figura 38	Distribuição geográfica da variação de quantidade produzida de soja acima de 75mil toneladas, entre 1990 e 2009	91
Figura 39	Variação de produção de soja acima de 75 mil t nos períodos de 1990-1996;1996-2002; e 2002-2009	94
Figura 40	Dinâmica da produção de cana-de-açúcar em 2009 utilizando a técnica de Kernel	97
Figura 41	Dinâmica da produção de milho em 2009 utilizando a técnica de Kernel	98
Figura 42	Dinâmica da produção da soja em 2009 utilizando a técnica de Kernel	99
Figura 43	Dinâmica da produção da soja nos anos de 1990, 1996, 2002 e 2009 para MG, GO, MT, MS e PR	100
Figura 44	Detalhe da produção de soja no Estado do Mato Grosso em 2009 (à esquerda) e análise espaço-temporal da produção de soja (à direita) para o ano agrícola 2006-2007	100
Figura 45	Área plantada com culturas do grupo frutas nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009	104
Figura 46	Área plantada com culturas do grupo commodities nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009	104
Figura 47	Área plantada com culturas do grupo de não alimentícias nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009	107
Figura 48	Área plantada com culturas do grupo de alimentícias nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009	107
Figura 49	Localização de usinas sucro-alcooleiras no Brasil	109

Figura 50	Localização da produção da cana-de-açúcar acima de 60 mil t, nos municípios brasileiros no ano de 2009, os biomas e as usinas sucro-alcooleiras	110
Figura 51	Zoneamento Agroecológico da Cultura de Cana-de-Açúcar para o Estado do Piauí	112
Figura 52	Municípios com produção de cana-de-açúcar no ano de 2009 no Estado do Piauí.....	112
Figura 53	Zoneamento Agroecológico da Cultura de Cana-de-Açúcar para o Estado do Tocantins	112
Figura 54	Municípios com produção de cana-de-açúcar no ano de 2009 no Estado do Tocantins.....	112

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	ABORDAGEM CONCEITUAL	21
1.1	Sistemas de Informação Geográfica – SIG	21
1.2	Análise Espacial de Áreas	22
1.3	Análise Estatística Espacial	23
1.4	Dinâmica Espacial	24
1.5	Banco de Dados	24
1.6	Zoneamento Agroecológico	26
1.7	Outras definições relevantes	27
2	MATERIAIS E MÉTODOS	31
2.1	Organização em Base de Dados	32
2.2	Indicadores da Produção Agrícola	32
2.2.1	<u>Cálculo dos indicadores</u>	36
2.2.2	<u>Seleção de indicadores da produção agrícola</u>	36
2.3	Dinâmica Espacial	37
2.4	Análise Estatística Espacial – Técnica de Kernel	37
2.5	Dinâmica Espaço-Temporal	38
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
3.1	A Cultura de Cana-de-açúcar	40
3.2	A Cultura de Milho	54
3.3	A cultura da soja	63
3.4	A Cultura de Palma de Óleo (dendzeiro)	72
3.5	A Cultura de Algodão	76
3.6	Variação da produção das principais culturas entre 1990 e 2009	82

3.6.1	<u>Cultura da Cana-de-Açúcar</u>	82
3.6.2	<u>Cultura de milho</u>	87
3.6.3	<u>Cultura de soja</u>	91
3.6.4	<u>Variações na produção das culturas da soja e da cana-de-açúcar</u>	92
3.7	Análise Estatística Espacial da Produção de Culturas Agrícolas	96
3.8	Segurança Alimentar e Agricultura	101
3.9	Influência das Unidades Industriais na atividade agrícola da cana-de-açúcar	109
3.10	Zoneamento Agroecológico de Culturas e Realidade Agrícola	111
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
	REFERÊNCIAS	115

INTRODUÇÃO

A atividade agrícola brasileira a cada ano bate recordes de produção. Atualmente, ela é considerada o motor da economia brasileira, cuja balança no comércio internacional apresenta “superávits” em crescimento contínuo, como resultado dessa situação. Este fato, muito importante para o Brasil, precisa ser devida e constantemente monitorado e avaliado, com o objetivo de buscar o desenvolvimento sustentável. Isto, também, contribuirá para a otimização do uso dos recursos naturais, com o bom aproveitamento das melhores aptidões de tais recursos, principalmente no que se refere ao solo, à água e à diversidade biológica.

O agronegócio é hoje a principal locomotiva da economia brasileira e responde por um em cada três reais gerados no país. Também é responsável por 33% do Produto Interno Bruto, 42% das exportações totais e 37% dos empregos brasileiros. (SILVA et al., 2009).

No entanto, não somente os fatores físicos e biológicos são os responsáveis pelos resultados agrícolas, até porque a agricultura é uma atividade econômica na qual as forças do homem e da sociedade também atuam, determinando, de forma direta e indireta, a produtividade. São os agricultores, em pequena e grande escala, o coração de toda a cadeia produtiva agropecuária; são eles os tomadores de decisão que estabelecem políticas públicas, impulsionando certas atividades e influenciando em seus resultados. E, finalmente, são os consumidores finais o conjunto de uma população, que, com suas preferências e/ou costumes, decidem e representam os principais atores das atividades agropecuárias de um país.

É neste contexto que as unidades territoriais da federação cumprem um papel importante. No caso, a unidade maior, a República Federativa do Brasil tem o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que gera em todo o território nacional uma série de instituições encarregadas, dando apoio ao agricultor em termos de financiamento, pesquisa, entre outras áreas. Nesse mesmo âmbito, encontra-se o Congresso Nacional que cria as leis em nível nacional. Já em nível de unidade da federação existem as secretarias de Agricultura, como organismos executivos dos governos dos estados, e as assembleias legislativas incumbidas de legislar em matéria de agricultura, com suas respectivas peculiaridades, relativas a cada unidade da federação.

Por fim, em menor nível de demarcação territorial, estão os municípios com suas secretarias de Agricultura, como executoras, e suas câmaras municipais para a

legislação municipal. Há outras entidades importantes que são as regiões do território brasileiro: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Estes territórios com características físicas similares são legislados na esfera federal, e seus estados procuram promover políticas de integração entre seus estados componentes. (BRASIL, 1988)

Pode-se afirmar que as atividades agropecuárias, em geral, não somente são influenciadas pelas forças naturais, como também pelas forças antrópicas: sociais, econômicas e culturais.

Se for bem certo que a grande agricultura é responsável pelos recentes resultados agrícolas no Brasil, a produção a baixa escala de alimentos estão muito mais relacionadas à soberania alimentar do que exatamente à segurança alimentar. Compreenda-se que a soberania alimentar é a situação em que uma comunidade determinada, com localização estável e bem definida geograficamente, é capaz de produzir a maior parte de seus alimentos que necessita para seu consumo, em quantidade e qualidade suficientes, com respeito às suas tradições culturais, e de forma sustentável no tempo. (LUIZ, 2004)

As políticas de “desintegração nacional” implementadas nos últimos anos acentuaram o insulamento do progresso. Um Brasil pequeno formado por um mosaico de ilhas de excelência conectadas ao exterior ficou mais forte, rico e cosmopolita. Mas a Nação como um todo tornou-se menor, mais fraca, insegura e vulnerável. Não são apenas famílias e identidades que se estilhaçam nesse processo. É todo um país. Reverter esse quadro requer planejamento, direcionamento financeiro e a determinação de reciclar a matriz do crescimento econômico. Subordiná-lo, enfim, ao combate à exclusão. É nessa moldura que se insere o Programa Fome Zero. Um programa de segurança alimentar para todos os brasileiros. (SILVA, 2003)

Instituições, organismos internacionais e estados se encontram preocupados com o problema da alimentação mundial e o modo de garantir o alimento à população, que continua num incremento crescente. O Brasil atualmente ocupa posição privilegiada em relação à produção de alimentos no mundo. Assim, há, no país, a esperança de que ele continue como uma possível solução do problema alimentar do mundo.

"O Brasil é o celeiro do mundo, o consumo de alimentos, principalmente a proteína animal aumentará em 50% até 2050 e o Brasil será o responsável por suprir em pelo menos 50% desta demanda mundial", outros já dizem "O Brasil tem a responsabilidade de diminuir a fome no mundo". (GEESDORF, 2011)

Além dos problemas alimentares, também existem os problemas energéticos, cujas soluções sustentáveis incluem o emprego de produtos agrícolas, especificamente de matérias-primas para utilização na produção de álcool e biodiesel. Isto é

considerado um problema a partir da dicotomia que há entre produção de alimentos e produção de biocombustíveis. As Nações Unidas, por sua vez, por exemplo, formularam recomendações ao Brasil, a fim de garantir que a expansão da cana-de-açúcar para o biocombustível não signifique uma perda de terras destinadas à produção alimentar e, portanto, um risco para a segurança alimentar.

Especialistas da Organização das Nações Unidas (ONU) e estudiosos do tema acreditam que o referido fator poderia gerar uma competição entre usineiros e produtores de alimentos, a qual incidiria uma alta de preços nos alimentos, afetando os direitos das camadas mais pobres à alimentação (SUAREZ, 2008)

É nesse sentido que as informações de instituições oficiais de produção agropecuária poderão agregar conhecimento e valor em relação à realidade agrícola, quanto a questões de produção de alimentos e de energia. Tais dados auxiliam significativamente o processo decisório em níveis municipal e federal, descartando, portanto, hipóteses de competição. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é uma dessas principais fontes provedoras de dados para pesquisas e desenvolvimento de novos métodos de planejamento.

LEI Nº 5.878, DE 11 DE MAIO DE 1973 - Art. 2º - Constitui objetivo básico do IBGE assegurar informações e estudos de natureza estatística, geográfica, cartográfica e demográfica necessários ao conhecimento da realidade física, econômica e social do país, visando especificamente ao planejamento econômico e social e à segurança nacional. (BRASIL, 1973).

O IBGE possui dados geográficos de delimitação territorial do Brasil (unidades da federação e municípios) e demais outros que compõem a informação cartográfica básica, como os dados hidrográficos, as vias de comunicação, a altimetria, etc., em formatos próprios para realizar o geoprocessamento. O instituto também oferece dados de diferentes temáticas da agricultura brasileira em forma de tabelas.

Uma das maiores importâncias do trabalho do IBGE é a de subsidiar as atividades de planejamento do Governo por meio de inúmeros bancos de dados das áreas econômica e social. Mais do que em outras épocas, hoje o país conta com expressiva quantidade de dados coletados e armazenados em base de dados.

A exemplo disso estão as tabelas numéricas mensais e/ou anuais de área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção municipal. Essas informações integram a base de dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) e referem-se às principais culturas produzidas no Brasil (IBGE, 2010).

Além dessa amplitude de dados, a ciência tem desenvolvido novas

ferramentas de custo zero, ou mínimo, que permitem a análise dos dados com grande qualidade e precisão.

Modelos dinâmicos precisam ser incorporados, uma vez que a tecnologia da geoinformação e o avanço tecnológico permitem. Assim, a tecnologia atual de Geoprocessamento ainda enfatiza a representação de fenômenos espaciais no computador de forma estática. No entanto, um significativo conjunto de fenômenos espaciais, tais como escoamento de água da chuva, planejamento urbano e dispersão de sementes, entre outros, são inerentemente dinâmicos. As representações estáticas utilizadas no Sistema Informação Geográfica (SIG), porém, não os capturam de forma adequada. Deste modo, um dos grandes desafios da ciência da Geoinformação é o desenvolvimento de técnicas e abstrações capazes de representar apropriadamente fenômenos dinâmicos. (CÂMARA et al., 2003)

Estudos de análise espaço-temporal são muito empregados em diversidade de áreas do conhecimento científico, com caráter descritivo, como: análise espaço-temporal de indicadores socioeconômicos (Rocha, 2010) (Rocha, 2010) dinâmica espaço-temporal da hanseníase (Santos et al., 2004) dinâmica espaço-temporal da hanseníase no estado de Sergipe 2004-2010 (Melo et al., 2011); Evolução e dinâmica da produção de maçã no Brasil no período de 1975 a 2003 (MELLO et al., 2007).

É a partir das perspectivas discorridas acerca dos processos de informação para a área agrícola, no Brasil, que o presente trabalho de pesquisa se insere. A finalidade aqui, também, é mostrar de que forma as ferramentas da geoinformação contribuem para a análise de dados espaciais, que apontem resultados visuais via mapas ou animações digitais, identificando problemas e, sobretudo, viabilizando soluções reais.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi o de propor uma metodologia com base no emprego de conceitos e instrumentos da Geomática destinados à geração de indicadores da produção agrícola brasileira, possibilitando a interpretação da distribuição espacial das principais culturas, como as de cana-de-açúcar, palma de óleo, milho, soja e algodão.

Objetivos Específicos:

- I) Criar uma base de dados da produção das principais culturas brasileiras a partir de dados disponíveis no IBGE;
- II) Desenvolver indicadores que representem a dinâmica espacial da produção agrícola, empregando a série histórica da base de dados;
- III) Desenvolver ferramentas de apresentação através da dinâmica espaço-temporal dos indicadores;
- IV) Relacionar as áreas voltadas para a produção alimentar e para as áreas de expansão agrícola (zoneamento) para bioenergia (etanol e óleo de palma), aplicando os indicadores escolhidos;

Diante do cenário atual em que se encontra a agricultura brasileira, ou seja, com algumas de suas áreas de produção ainda não mapeadas, faz-se necessário que se empreenda esforços quanto ao levantamento de dados e zoneamento de suas principais culturas.

Para garantir uma produção promissora para os próximos anos, é preciso que o Governo preencha essa lacuna, respondendo, por exemplo, às questões que seguem:

1. Qual a situação do país, em nível municipal, no que diz respeito à produção da cana-de-açúcar, milho, soja, palma de óleo e algodão?
2. Quais municípios, regiões e unidades da federação possuem maior produção das culturas?
3. Qual a tendência de crescimento das áreas plantadas dessas culturas e qual a expectativa de expansão da cultura da cana de açúcar, em específico?
4. Quais municípios são mais recorrentes em termos de perdas de áreas plantadas em relação às culturas e quais as possíveis causas dessa reincidência?

5. Em se tratando da expansão das culturas de cana-de-açúcar e de palma de óleo, quais áreas são consideradas aptas pelos zoneamentos agroecológicos realizados?
6. Especificamente para as culturas alimentares, qual é o impacto relacionado à segurança alimentar?

Hipótese Geral:

As informações estatísticas de caráter numérico sobre a produção agropecuária brasileira disponibilizadas podem ser retrabalhadas com a geração de novas estatísticas ou índices que apresentados em forma visual facilitaria a interpretação pelos tomadores de decisão e por todos os interessados.

Estrutura da Dissertação

Este trabalho é composto de cinco capítulos, referências bibliográficas e mídia digital (DVD) em anexo.

No primeiro capítulo é apresentada uma introdução contendo os objetivos geral e específicos, a hipótese geral e esta estrutura.

O segundo capítulo apresenta uma abordagem conceitual acerca das ferramentas de Geomática empregadas no desenvolvimento do trabalho.

No terceiro capítulo se apresenta os materiais e métodos empregados para a organização da base de dados, a dinâmica espacial, que resultou na elaboração de cartogramas, e espaço-temporal, pela geração de animações, além da análise estatística espacial.

Já no quarto capítulo, encontra-se os resultados e discussões envolvendo as cinco culturas consideradas: cana-de-açúcar, milho, soja, palma de óleo e algodão. São apresentadas da dinâmicas espaciais dos indicadores selecionados que permitiu desenvolver uma análise da expansão destas culturas considerando o período de 1990 a 2009. São apresentadas as análises estatísticas espaciais baseadas na técnica de Kernel. São realizadas análises e comparações sobre os zoneamentos agroecológicos para as culturas de cana-de-açúcar e palma de óleo.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, seguido das

referencias bibliográficas. Mídia digital (DVD) em anexo contém as animações referentes à dinâmica espaço-temporal para as culturas de cana-de-açúcar, milho, soja, palma de óleo e algodão.

1 ABORDAGEM CONCEITUAL

Neste capítulo apresentam-se algumas definições, fundamentos e conceitos importantes ao desenvolvimento deste trabalho.

1.1 Sistemas de Informação Geográfica – SIG

Sistema de Informação Geográfica (SIG) ou “Geographic Information System” (GIS) é um conjunto de programas computacionais empregados para o processamento de informação espacial e/ou processos geográficos que facilitam a análise, gestão ou representação dos fenômenos que ocorrem no mundo real.

Existem vários autores que definem o SIG como:

Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real (BURROUGH e MCDONNELL, 1996);

Conjunto de tecnologias digitais responsáveis e destinadas ao processamento da informação geográfica (RIBEIRO, 2010).

Sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial (CÂMARA e QUEIROZ, 2001).

Sistemas computacionais usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. A sua capacidade de reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas (PINA e SANTOS, 2000).

Softwares que gerenciam e manipulam as informações cadastrais com eficiência e rapidez, concatenando dados descritivos com informações espaciais, onde é preciso ter um banco de dados em constante atualização para que o sistema cadastral tenha maior eficiência (COBRAC 2006).

Segundo Bonham-Carter (1994), o objetivo do SIG é facilitar a representação, análise, gestão do espaço e dos fenômenos que ocorrem no mundo real. A característica principal deste tipo de sistema de informações é o uso de dados referenciados espacialmente ou geograficamente as quais são agregados dados não espaciais, geralmente empregando tabelas com registros de cada elemento espacial e operações que permitem análise espacial sobre os atributos destes registros.

O uso deste tipo de sistema facilita a compreensão da análise do espaço em forma ampla e aplica-se a variadas temáticas como agricultura, floresta, cartografia, geologia, cadastro urbano, redes de concessionárias (água, energia e telefonia), e

outras, conforme apresentado por (START e ESTES,1990).

O SIG tem três fases: 1) modelagem, manipulação e visualização de banco de dados; 2) operações analíticas de dados não gráficos, ou seja, nos registros das tabelas e estrutura organizacionais, e 3) análise espacial (MENEZES, 2003).

As funções genéricas do SIG são: organização de dados, visualização, consulta espacial, combinação, análise e predição (BONHAM-CARTER, 1994). Pode-se acrescentar apoio à decisão e produção cartográfica (EASTMAN et al., 1995).

1.2 Análise Espacial de Áreas

A análise espacial é um tipo de estudo sobre objetos geográficos, os quais estão caracterizados pela sua posição geográfica no espaço. A representação desta estrutura pode ser feita até a terceira dimensão em forma gráfica.

Consiste na aplicação de determinados métodos de análise que são caracterizados com determinados atributos que se apresentam nestes. Exemplo típico desta classe de polígonos é a divisão da estrutura política em municípios, estados e países onde cada um destes elementos possui determinados atributos segundo a temática em estudo, por exemplo: população, produção agropecuária, etc.

As ferramentas utilizadas são fundamentais dentro do universo de possibilidades já disponíveis em diversos SIGs. Divisão geopolítica, setores geográficos e censitários são exemplos de elementos geográficos representados por áreas ou polígonos onde, para cada polígono, existe um valor do atributo associado. Esse tipo de mapas apresentados é denominado “mapas coroplédicos”.

Com o desenvolvimento os SIGs passam a fornecer ferramentas que vão muito além dos mapas coroplédicos. É possível, através do uso de estatísticas espaciais, verificar a correlação espacial dos fenômenos, o que facilita o processo de tomada de decisão (CRUZ e CAMPOS, 2010).

A análise espacial trata dos dados que possuem uma localização geográfica (expressa pelas coordenadas em um mapa) e atributos descritivos (que podem ser representados num banco de dados convencional). Dados geográficos não existem sozinhos no espaço - tão importante quanto localizá-los é descobrir e representar as relações entre os diversos dados (INPE, 2009).

As técnicas de análise espacial foram desenvolvidas com o objetivo de tentar

avaliar os padrões espaciais, identificar áreas onde há distribuição dos dados agregados para analisá-los e descrever um padrão específico associado à sua localização geográfica topológica ou geométrica. A informação que se busca é quanto sou parecido com meu vizinho próximo e sou diferente do meu vizinho distante. Na área agrícola, por exemplo, a descrição das áreas onde a densidade é mais forte poderia estar sintetizada em áreas e graduações de cores diferentes, indicando maior ou menor quantidade de aglomerados, segundo a relação de vizinhança.

1.3 Análise Estatística Espacial

A produção é caracterizada pela transformação dos fatores adquiridos pelo produtor em bens para a venda no mercado. Sendo assim, a análise estatística mais adequada para esse caso é uma técnica multivariada fatorial que busca reduzir um conjunto original de variáveis a um número menor de “fatores” independentes, facilitando a análise.

As técnicas estatísticas para a análise espacial utilizadas neste estudo foram:

- A Matriz de Proximidades Espaciais

A matriz de proximidade espacial, ou matriz de vizinhança, é utilizada na fase da análise exploratória como uma ferramenta utilizando o TerraView 4.0 para estimar a variabilidade espacial de dados de uma área. Assim,

dado um conjunto de n áreas $\{A_1, \dots, A_n\}$, construímos a matriz $W(1)$ ($n \times n$), onde cada um dos elementos w_{ij} representa uma medida de proximidade entre A_i e A_j (INPE, 2010).

Esta matriz é importante, pois com ela se desenvolvem a matriz de proximidade de um conjunto de polígonos, como no caso do mapa do Brasil, para os cálculos do Índice de Moran Global¹ e o Indicador ou Mapa de Kernel.

- A Técnica de Kernel

A estimativa de Kernel é uma técnica estatística de interpolação não paramétrica exploratória que gera uma superfície de densidade com identificação visual de “áreas quentes”, ou seja, de aglomerados em base a uma matriz de vizinhança.

A técnica de Kernel é um teste visual de detecção de aglomerados que usa a distância média entre os pontos e seu desvio padrão (ACOSTA, 2010)

¹ O índice de Moran Global é um indicador que indica um grau de dependência espacial que mensura

1.4 Dinâmica Espacial

Na atualidade, grande parte dos esforços nas pesquisas que se efetuam, contam com uma tecnologia estabelecida para armazenar, organizar, recuperar e modificar informações sobre sistemas estáticos. Avanços da tecnologia do Sistema de Informação Geográfica permitem transformar estes em sistemas dinâmicos tendo uma ampla variedade de usos nos estudos da geomorfologia, estudos climáticos, dinâmica populacional, impactos ambientais e outros onde se precisa dos processos dinâmicos justamente para entender a evolução, desenvolvimento ou contração de fenômenos num contexto relacional.

Segundo Burrough e McDonnell (1998), a modelagem dinâmica procura transcender as limitações atuais da tecnologia de geoprocessamento, fortemente baseada numa visão estática e bidimensional do mundo. O objetivo dos modelos dinâmicos em GIS é realizar a simulação numérica de processos dependentes do tempo, como nos modelos hidrológicos, que simulam o fluxo e transporte de água. Na definição de Burrough e McDonnell, temos que:

“Um modelo espacial dinâmico é uma representação matemática de um processo do mundo real em que uma localização na superfície terrestre muda em resposta a variações em suas forças direcionadoras”.

Especialmente nos últimos quarenta anos as transformações de ordem tecnológica e econômica ocorridas no Brasil ocasionaram expressivas mudanças na exploração da agricultura nacional.

Assim, de acordo com Ignaczak *et al.* (2006), a observação do comportamento vinculado com a evolução da agricultura, em termos de magnitude e de localização, constitui elemento relevante para a avaliação de cenários e para a formulação de estratégias voltadas para o desenvolvimento agrícola nos próximos anos.

1.5 Banco de Dados

Os Bancos de Dados Espaciais são empregados para armazenar informações espaciais. Por outro lado,

Os sistemas de gerência de bancos de dados (SGBDs) tradicionais são voltados para o uso de dados escalares (unidimensionais) e, portanto, não são indicados para apoiar aplicações que utilizam dados multidimensionais, podendo ser espaciais ou espaço-temporais (THEODORIDIS *et al.*, 1998).

o grau de associação espacial entre áreas conectadas.

Temos ainda que:

A representação de informação espacial exige que o SGBD espacial tenha a capacidade de manipular tipos específicos de dados capazes de representar objetos no espaço e possuam coordenadas multidimensionais. Esses tipos de dados podem ser pontos, linhas, polígonos ou poliedros, no caso de representações geométricas, ou tipos complexos e hierarquizados como peças e componentes de CAD (Computer-Aided Design) ou cadeias de proteínas [GÜTING, 1994].

- Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA

O SIDRA é um Banco de Dados Agregados criado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com o objetivo de armazenar os dados agregados das suas pesquisas.

Um dado agregado pode ser obtido, por exemplo, através do somatório dos valores de quesitos contidos em um questionário respondido pelos informantes da pesquisa, e está associado às unidades de um nível territorial (unidade da federação, município etc.), a um período de tempo e, muitas vezes, a um conjunto de classificações que o qualificam. Esse sistema disponibiliza informações sobre agropecuária, comércio, contas nacionais, economia, indústria, orçamento familiar, população, preços, saneamento básico, saúde, serviços, trabalho e rendimento em vários níveis de agregação. O sistema permite a tabulação de dados em várias unidades de análise utilizada nas pesquisas desenvolvidas pelo Instituto (IBGE, 2010).

No que se refere à produção agrícola, as estatísticas e indicadores gerenciados pelo IBGE correspondem principalmente às áreas, a produção e o valor das culturas, temporárias² e perenes³, mais relevantes. Os dados são contabilizados em níveis mensal, trimestral, semestral e anual e são apresentados na forma de tabelas, assim como resumidos na forma de gráficos de barras, tortas e linhas. Variações percentuais e absolutas são também outros indicadores apresentados.

O SIDRA/IBGE permitiu a seleção dos seguintes indicadores da produção agrícola, conforme IBGE (2010):

Área Plantada (Ap) - áreas agrícolas onde efetivamente se colocou uma

² Culturas que, após o período de produção, de 3 a 6 meses, completa seu ciclo vegetativo e necessita um novo plantio.

³ Culturas com período de produção de vários anos, permitindo várias colheitas sem necessidade de novo plantio.

semente, daí o termo área plantada ou área semeada. A unidade é o hectare (ha);

Área Colhida (Ac) - áreas agrícolas onde não houve perda e que foi efetivamente colhida o resultado do processo agrícola. A unidade é o hectare (ha). Área colhida não é necessariamente o mesmo que área plantada, pois no processo de produção poderiam surgir as perdas de área em consequência de diferentes fatores naturais e antrópicos.

Safra – é o somatório de toda a produção de uma área. No caso de mais de uma colheita ao ano, a primeira safra é aquela onde a colheita acontece, em sua maior parte, no primeiro semestre do ano considerado. A segunda safra é aquela que acontece, em sua maior parte, no segundo semestre.

Quantidade Produzida (Qp) - É a soma dos produtos/frutos da colheita por unidade de área em um determinado período, geralmente o ciclo produtivo da cultura. As unidades são tonelada (t) ou arrobas (@).

Valor da Produção (Vp) - é o resultado do preço do produto e da quantidade produzida em um determinado espaço e período. A unidade é real (R\$).

Produtividade - é a relação entre a quantidade produzida pela área colhida. As unidades são toneladas/ha (t/ha) ou arrobas/ha (@/ha).

1.6 Zoneamento Agroecológico

O zoneamento agroecológico (ZAE), de acordo com os critérios da Fundação para a Agricultura e a Alimentação (FAO), define zonas com base em combinações de solo, fisiografia e características climáticas. Os parâmetros particulares usados na definição estão focados nos requerimentos climáticos e edáficos das culturas e nos sistemas de manejo utilizados. Cada zona tem uma combinação similar de limitações e potencialidades para o uso da terra e serve de ponto de referência para as recomendações formuladas para melhorar a situação existente de uso da terra, seja incrementando a produção ou limitando a degradação dos recursos naturais (FAO,2011).

Desta forma, uma zona agro-ecológica é uma unidade de mapeamento definida em termos de clima, relevo e solo, e/ou de cobertura do solo, a qual possui uma faixa específica de potencialidades e restrições para uso (FAO, 2011).

- Zoneamento Agro-Ecológico da cultura da cana-de-açúcar

O ZAE-CANA foi realizado com o objetivo de disciplinar a expansão da produção nacional de cana-de-açúcar diante da demanda mundial de biocombustíveis e do interesse de empresas nacionais e transnacionais em aportar recursos para a produção de etanol no país (MANZATTO et al., 2009)

Ficou claramente demonstrado que o país não necessita incorporar áreas novas e com cobertura nativa ao processo produtivo, podendo ainda expandir a área de cultivo com cana-de-açúcar sem afetar diretamente as terras utilizadas para a produção de alimentos (MANZATTO, 2011).

- Zoneamento Agro-Ecológico da cultura Palma de Óleo – ZONDENDÊ

O ZAE da cultura de Palma de Óleo ou do dendezeiro nas áreas desmatadas da Amazônia constitui uma ferramenta fundamental no suporte para o projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira. A base do zoneamento agro-ecológico é a avaliação da aptidão das terras para uma determinada cultura, assim definida:

A aptidão das terras para uma determinada cultura é avaliada a partir da comparação entre a exigência eco-fisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se atender a uma relação custo/benefício favorável. Este procedimento baseia-se no fato de que existe para cada espécie vegetal um conjunto de características de solo, relevo e clima, bem como de outros fatores ambientais, ao qual ela se adapta e nas quais a sua implantação terá o menor impacto negativo no ambiente (RAMALHO FILHO et al., 2010).

1.7 Outras definições relevantes

- Soberania Alimentar

Soberania Alimentar é o direito dos povos definirem suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos que garantam o direito à alimentação para toda a população, com base na pequena e média produção, respeitando suas próprias culturas e a diversidade dos modos camponeses, pesqueiros e indígenas de produção agropecuária, de comercialização e gestão dos espaços rurais.

A Soberania Alimentar é a via para erradicar a fome e a desnutrição e garantir a segurança alimentar duradoura e sustentável para todos os povos. (Declaração do Fórum Mundial sobre Soberania Alimentar. (Havana, 2001. In: MALUF et al., 2011, p. 13)

- Segurança Alimentar

O conceito de segurança alimentar apareceu após o fim da Primeira Guerra Mundial. É assim que surge a dominação pelo fornecimento de alimentos que se converte numa arma poderosa. A questão adquire um significado de Segurança Nacional em cada país, apontando a formação de estoques estratégicos para o auto-suprimento.

A Segurança Alimentar e Nutricional significa garantir, a todos, condições de acesso a alimentos básicos de qualidade, em quantidade suficiente, de modo permanente e sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, com base em práticas alimentares saudáveis, contribuindo, assim, para uma existência digna, em um contexto de desenvolvimento integral da pessoa humana. (MENEZES, 2011)

Segundo Silva e Tavares, 2008, vários fatores são importantes para que haja um avanço mais rápido em direção à redução da subnutrição, dos quais citamos três:

1. Maior compromisso político dos Governos e Estados, ancorados em marcos legais que garantam o direito à alimentação e promovam a segurança alimentar e nutricional.
2. Políticas públicas integradas e coordenadas entre si que enfrentem os diferentes lados do problema – necessidade de dar ajuda emergencial, apoiar inserção produtiva etc.
3. Investimentos maiores e mais eficientes.

Um aspecto a ser tratado no estudo é justamente a expansão da cultura da cana-de-açúcar com fins agroindustriais.

A expansão da atividade sucroalcooleira tratada no projeto de lei do ZAE da cana-de-açúcar é o avanço da cultura sobre áreas já ocupadas por outras atividades agropecuárias. Para que a substituição de culturas não se transforme em uma potencial ameaça à segurança alimentar do país, o governo previu algumas medidas de controle, a serem administradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. De acordo com o ZAE, o Brasil tem 64,7 milhões de hectares “aptos ao cultivo ou à expansão sob usos agrícolas diversos” (área passível de uso para a agricultura e pecuária). É exatamente esta a área considerada pelo MAPA e pelo documento, como potencialmente destinada à cana. Dos 64,7 milhões de ha onde a cultura poderia se expandir, 19,2 milhões foram considerados de alta aptidão; 41,2 milhões de ha tem média aptidão; e 4,2 milhões de ha têm baixa aptidão. (ONG REPÓRTER BRASIL, 2009).

- Pegada Ecológica

A pegada ecológica é uma forma de avaliar quanto cada pessoa consome de recursos naturais e energia, medidos em hectares de terra. No nosso cotidiano, seja na alimentação, transporte, vestuário, habitação ou lazer usamos energia e produtos obtidos de recursos naturais, renováveis ou não, oriundos dos nossos ecossistemas.

A integridade destes depende também de diminuirmos o desperdício desses recursos. A renovação de alguns desses recursos e serviços ambientais é lenta quando comparada com a velocidade do consumo da nossa sociedade.

A pegada ecológica de um país, de uma cidade ou de uma pessoa, corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar, necessárias para gerar produtos, bens e serviços que sustentam determinados estilos de vida. Em outras palavras, a Pegada Ecológica é uma forma de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade “utiliza”, em média, para se sustentar.

A pegada ecológica expressa por um indicador métrico, é caracterizada pelo número de hectares de terra de área produtiva necessária para que sejam providos os recursos naturais renováveis que sustentem, por prazo indeterminado, o padrão de consumo de bens e serviços da população considerada (FURTADO et al., 2008).

Constitui assim uma ferramenta importante que poderia ajudar a definir como “*a capacidade do suporte do sistema e orientar as políticas públicas para um desenvolvimento sustentável contínuo*”. Trata-se de mensurar a relação do impacto humano sobre as áreas terrestres ou aquáticas com a capacidade produtiva (FURTADO et al., 2008).

A Pegada Ecológica é empregada como indicador de sustentabilidade em diversas escalas; organizacional, individual, familiar, regional, nacional e mundial, sendo sua essência contabilizar os fluxos de matéria e energia existentes em um determinado sistema – um país ou uma atividade, por exemplo – convertendo-os, de maneira correspondente, em áreas de terra produtivas. A metodologia considera que todo e qualquer ser vivo existente na Terra, de uma fruta ao ser humano, ou a realização de uma atividade, seja a fabricação de um produto ou a prestação de um serviço, é um sistema aberto que utiliza matéria e energia provenientes do meio ambiente natural para o seu desenvolvimento, e devolve resíduos ao ecossistema natural onde são assimilados. (FURTADO ET AL., 2008)

Trata-se de ferramenta ou instrumento importante para demonstrar, com bastante clareza e objetividade, aspectos relevantes para diferentes níveis ou esferas de interesse. A importância desse tipo de ferramenta se evidencia a partir do momento em que pode ajudar a reabrir o controverso tema “capacidade de carga” uma visão que pode contribuir para um uso mais eficiente dos recursos naturais (FURTADO et al. 2008).

- Desenvolvimento sustentável

Na declaração da Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU)

sobre o Meio Ambiente realizado no Rio de Janeiro no Brasil em 1992, foi definido o conceito de desenvolvimento sustentável da seguinte forma:

“Desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras... é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (NOSSO FUTURO COMUM. 1987).

Em 1987 a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento publicou o relatório “Nosso Futuro Comum” onde se chama a atenção do mundo sobre a necessidade urgente de encontrar formas de desenvolvimento econômico que sejam sustentáveis, sem a redução dramática dos recursos naturais e sem causar danos ao meio ambiente.

De acordo com DAHL (1997) apud BELLEN, (2007) o grande desafio se constitui na compreensão do desenvolvimento sustentável com suas dimensões e complexidades inerentes, bem como na utilização de indicadores para sua mensuração. Para o autor, o fenômeno da sustentabilidade deve ser explorado de forma dinâmica e os indicadores de desenvolvimento devem fornecer um retrato, ou melhor, um filme, da situação de uma maneira simples. (BELLEN, 2007)

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como “Conferência da Terra” realizada no Rio de Janeiro no ano 1992, os objetivos fundamentais foram de conseguir um equilíbrio justo entre as necessidades econômicas, sociais e ambientais das gerações presentes e futuras e firmar as bases para uma associação mundial entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, assim como entre os governos e os setores da sociedade civil, enfocadas na compreensão das necessidades e os interesses comuns.

No Rio+10, realizada em Johannesburgo em 2002, a Comissão sobre o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas estabeleceu como meta o compromisso mundial por um desenvolvimento sustentável. O mais importante nessa agenda foi o estabelecimento da proposição de se criar metas regionais e nacionais para o uso da energia renovável. A análise agrícola é de grande importância no dia-a-dia do desenvolvimento nacional e ela está envolvida com os diferentes temas econômicos e sociais com os quais se vai desenvolvendo a sociedade para uma convivência harmoniosa entre os seres humanos e também entre o homem e a natureza.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são descritos os materiais utilizados e os procedimentos realizados com o emprego de ferramentas de Geomática visando a geração de indicadores da produção agrícola brasileira, a partir da análise das culturas de cana-de-açúcar, milho, palma de óleo, soja e algodão, assim como grupos de culturas alimentícias, não alimentícias e “*commodities*”.

As informações das culturas (área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção) foram recuperadas da banco de dados do Setor Agricultura do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA (www.sidra.ibge.gov.br).

A base de dados foi construída com o conjunto de dados de cada cultura considerada para o período de 1990 a 2009. Com a utilização do programa MSAccess⁴ e com a ajuda das funções disponíveis, foi criado um modelo para a geração automática dos indicadores de produção agrícola.

Como base cartográfica, foi utilizado um arquivo em formato “*shape*” da divisão territorial do Brasil em municípios, estados e distrito federal. A partir deste arquivo foi realizada a conexão com a utilização de um geocodificador como conexão entre as tabelas da base de dados e o mapa do Brasil. Posteriormente se gerou simbologia e de suas respectivas legendas.

O SIG utilizado neste trabalho tem os seguintes componentes:

- Interface com usuário;
- Entrada e integração de dados;
- Funções de processamento gráfico e de imagens;
- Visualização e plotagem;
- Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Foram também utilizados os mapas do zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar (MANZATTO et al., 2009).

⁴ Sistema de gerenciamento de banco de dados, parte do Microsoft Office Professional®.

2.1 Organização da Base de Dados

As informações estatísticas de caráter numérico sobre as atividades agropecuárias brasileiras disponibilizadas na forma de tabelas pelo IBGE não mostram a grande magnitude e a importância dos dados apresentados. Na tabela 1 é apresentado um exemplo de apresentação de dados de área plantada para a cultura da cana-de-açúcar. Tomando por base os dados para 11 municípios brasileiros, observa-se a dificuldade em se extrair informação sobre uma determinada variável e cultura, dificultando a compreensão da magnitude e a importância das informações nela contidas.

Tabela 1 – Exemplo de tabela de dados numéricos disponibilizados pelo IBGE para as culturas agrícolas

Lavoura temporária	Cana-de-açúcar						
Brasil e Município	Variável X Ano						
	Área plantada (Hectares)						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1 – Brasil	4322299	4241352	4224561	3953047	4359200	4638281	4830538
1100015 - Alta Floresta D'Oeste - RO	-	-	-	-	-	-	-
1100023 - Ariquemes - RO	200	200	210	52	47	48	3
1100031 - Cabixi - RO	-	-	-	-	-	-	13
1100049 - Cacoal - RO	-	-	-	-	-	-	11
1100056 - Cerejeiras - RO	-	-	-	-	-	-	17
1100064 - Colorado do Oeste - RO	17	17	17	17	25	25	20
1100072 - Corumbiara - RO	-	-	-	-	-	-	177
1100080 - Costa Marques - RO	-	-	-	-	-	-	7
1100098 - Espigão D'Oeste - RO	-	-	-	-	-	-	8
1100106 - Guajará-Mirim - RO	-	-	-	-	-	-	3
1100114 - Jaru - RO	25	50	60	20	15	15	3

A base de dados organizada para este trabalho permitiu formatar os valores disponibilizados para cada cultura com a finalidade de elaborar indicadores em relação aos dados de área plantada (AP), área colhida (AC), quantidade produzida (QP) e valor de produção (VP) por município.

2.2 Indicadores da Produção Agrícola

Com a base de dados organizada, foi possível desenvolver diversos indicadores de forma a ajudar no entendimento da complexa atividade agrícola brasileira.

Considerando que o Brasil tem uma estrutura territorial numa hierarquia que começa com a República Federativa, composta pelas Unidades da Federação e cada uma destas por Municípios, criaram-se indicadores que permitem realizar estudos em cada um destes níveis territoriais. Os índices de produção agrícola apresentados na Tabela 2 permitem obter um resumo mostrando como cada atributo em seu respectivo ano teve um determinado rendimento, desta maneira podendo-se fazer comparações entre os diferentes anos.

Tabela 2. Indicadores municipais, estaduais, regionais e nacionais da produção agrícola considerados, sua definição e relação matemática utilizada.

Indicador	Definição	Relação Matemática
Indicadores Municipais		
Porcentagem da Área Colhida Anual Municipal (PACAM)	Relação entre a área colhida de cada município e a área colhida anual nacional (ACAB), expresso em porcentagem	$PACAM_i = AC_i / ACAB * 100$ onde AC_i é a área colhida do município i
Porcentagem da Quantidade Produzida Anual Municipal (PQPAM)	Relação entre a quantidade produzida de cada município e a quantidade produzida anual nacional (QPAB), em %	$PQPAM_i = QP_i / QPAB * 100$ onde QP_i é a quantidade produzida do município i
Porcentagem do Valor da Produção Anual Municipal (PVPAM)	Relação entre o valor da produção de cada município e o valor da produção anual nacional (QPAB), em %	$PVPAM_i = VP_i / VPAB * 100$ onde VP_i é o valor da produção do município i
Porcentagem de Perda de Área Anual Municipal (PPAAM)	Relação entre a diferença das áreas plantada e colhida de cada município e a perda de área plantada anual nacional (PAAB), em %	$PPAAM = (AP_i - AC_i) / PAAB * 100$ onde AP_i e AC_i é a área plantada e área colhida, respectivamente do município i
Produtividade Anual Municipal (PRAM)	Relação entre a quantidade produzida e área colhida de cada município, em t/ha	$PRAM_i = QP_i - AC_i$ onde o índice i refere-se a um determinado município
Valor da Produção por Unidade de Área Anual Brasileira (VAAM)	Relação entre o valor da produção e área colhida de cada município em R\$/ha	$VAAM_i = VP_i / AC_i$ onde o índice i refere-se a um determinado município
Indicadores Estaduais		
Área Plantada Anual Estadual (APAE)	Soma de todas as áreas plantadas dos municípios de uma unidade da federação (estado), em ha	$APAE_i = \sum_{i=1}^{nme} AP_i$ onde AP_i = Área plantada do município i e nme = número de municípios de uma unidade da federação e índice j refere-se a uma determinada unidade da federação.
Área Colhida Anual Estadual (ACAE)	Soma de todas as áreas colhidas dos municípios de uma unidade da federação (estado), em ha	$ACAE_i = \sum_{i=1}^{nme} AC_i$ onde AC_i = Área colhida do município i e nme = número de municípios de uma unidade da federação e índice j refere-se a

		uma determinada unidade da federação.
Quantidade Produzida Anual Estadual (QPAE)	Soma de todas as quantidades produzidas dos municípios, em t	$QPAE_i = \sum_{i=1}^{nme} QP_i$ <p>onde QP_i= Área colhida do município i e nme= número de municípios que integram a unidade da federação e índice j refere-se a uma determinada unidade da federação.</p>
Valor da Produção Anual Estadual (VPAE)	Soma de todos os valores da produção dos municípios, em reais.	$VPAE_i = \sum_{i=1}^{nme} VP_i$ <p>onde VP_i= Área colhida do município i e nme= número de municípios de uma unidade da federação e índice j refere-se a uma determinada unidade da federação.</p>
Porcentagem da Área Colhida Anual Estadual (PACAE)	Relação entre a área colhida em uma unidade da federação (ACAE) e a área colhida anual nacional (ACAB), em %	$PACAE = ACAE_i / ACAB * 100$ <p>onde o índice i refere-se a uma determinada unidade da federação.</p>
Porcentagem da Quantidade Produzida Anual Estadual (PQPAE)	Relação entre a quantidade produzida em uma unidade da federação e a quantidade produzida anual nacional, em %	$PQPAE_i = (QPAE_i / QPAB) * 100$ <p>onde o índice i refere-se a uma determinada unidade da federação.</p>
Porcentagem do Valor da Produção Anual Estadual (PVPAE)	Relação entre o valor da produção em uma unidade da federação (VPAE) e a quantidade produzida anual nacional (VPAB), em %	$PVPAE_i = (VPAE_i / VPAB) * 100$ <p>onde o índice i refere-se a uma determinada unidade da federação.</p>
Produtividade Anual Estadual (PRAE)	Relação entre QPAE e ACAE, em t/ha	$PRAE_i = QPAE_i / ACAE_i$ <p>onde o índice i refere-se a uma determinada unidade da federação.</p>
Indicadores Regionais		
Área Plantada Anual Regional (APAR)	Soma de todas as áreas plantadas das unidades da federação (APAE) que integram uma região, em ha	$APAR_j = \sum_{i=1}^{ne} APAE_i$ <p>onde $APAE_i$= Área plantada do estado i e ne= número de estados de uma região brasileira e o índice j refere-se a uma determinada região.</p>
Área Colhida Anual Regional (ACAR)	Soma de todas as áreas colhidas das unidades da federação (ACAE) que integram uma região, geralmente expresso em hectares.	$ACAR_j = \sum_{i=1}^{ne} ACAE_i$ <p>onde $ACAE_i$= Área colhida do estado i e ne= número de estados de uma região brasileira e o índice j refere-se a uma determinada região.</p>
Quantidade Produzida Anual Regional (QPAR)	Soma de todas as quantidades produzidas das unidades da federação (QPAE) que integram uma região, geralmente expresso em toneladas.	$QPAR_j = \sum_{i=1}^{ne} QPAE_i$ <p>onde $QPAE_i$= quantidade produzida do estado i; ne= número de estados de uma região brasileira e o índice j refere-se a uma determinada região.</p>
Valor da Produção Anual Regional (VPAR)	Soma de todos os valores produzidos das unidades da federação (estado) que integram uma região, expresso em unidades monetárias nacionais.	$VPAR_i = \sum_{i=1}^{ne} VPAE_i$ <p>onde $VPAE_i$= quantidade produzida do estado i; ne= número de estados de uma região brasileira e o índice j refere-se a uma determinada região.</p>

Porcentagem da Área Colhida Anual Regional (PACAR)	Relação entre a área colhida de cada região (ACAR) e a área colhida anual nacional (ACAB), em %	$PACAR_i = ACAR_i / ACAB * 100$. onde o índice i refere-se a uma determinada região brasileira.
Porcentagem da Quantidade Produzida Anual Regional (PQPAR)	Relação entre a quantidade produzida de cada região (QPAR) e a quantidade produzida anual nacional (QPAB), expresso em porcentagem.	$PQPAR_i = QPAR_i / QPAB * 100$ onde o índice i refere-se a uma determinada região brasileira.
Porcentagem do Valor da Produção Anual Regional (PQPAR)	Relação entre o valor da produção de cada região (VPAR) e o valor da produção anual nacional (VPAB), expresso em porcentagem.	$PVPAR_i = VPAR_i / VPAB * 100$ onde o índice i refere-se a uma determinada região brasileira.
Produtividade Anual Regional (PRAR)	Relação entre QPAR e ACAR, geralmente expresso em toneladas/hectare.	$PRAR_i = QPAR_i / ACAR_i$ onde o índice i refere-se a uma determinada unidade da federação
Indicadores Nacionais		
Área Plantada Anual Brasileira (APAB)	Soma das áreas plantadas dos municípios e num determinado ano, em ha	$APAB = \sum_{i=1}^{nmb} AP_i$ onde AP _i = Área plantada do município i e nmb= número de municípios
Área Colhida Anual Brasileira (ACAB)	Soma das áreas colhidas dos municípios num determinado ano, em ha	$ACAB = \sum_{i=1}^{nmb} AC_i$ onde AC _i = Área colhida do município i e nmb= número de municípios
Quantidade Produzida Anual Brasileira (QPAB)	Soma de todas as quantidades produzidas dos municípios num determinado ano, em t	$QPAB = \sum_{i=1}^{nmb} QP_i$ onde QP _i = Quantidade produzida do município i e nmb= número de municípios do Brasil.
Valor da Produção Anual Brasileira (VPAB)	Soma de todos os valores da produção dos municípios num determinado ano, em reais	$VPAB = \sum_{i=1}^{nmb} VP_i$ onde VP _i = Valor da produção do município i e nmb= número de municípios
Perda de Área Plantada Anual Brasileira (PAAB)	Soma das diferenças de área plantada e área colhida de todos os municípios num determinado ano, em ha	$PAAB = \sum_{i=1}^{nmb} (AP_i - AC_i)$ Onde AP _i = Área plantada do município i, AC _i = Área colhida do município i e nmb= número de municípios
Produtividade Anual Brasileira (PRAB)	Relação entre a quantidade plantada e a área colhida brasileiras, em t/ha	$PRAB = QPAB / ACAB$
Valor da Produção por Unidade de Área Anual Brasileira (VAAB)	Relação entre o valor da produção e a área colhida anuais brasileira, em reais	$VAAB = VPAB / ACAB$
Porcentagem de Perda Anual Brasileira (PPAB)	Relação da diferença da área plantada e área colhida com a área plantada anuais brasileira, em %	$PPAB = (APAB - ACAB) / APAB * 100$

2.2.1 Cálculo dos indicadores

Considerando a necessidade de obter diferentes indicadores em níveis municipal, estadual, regional e nacional, o cálculo dos indicadores é feito com o emprego das informações disponibilizadas pelo IBGE, organizadas na base de dados gerada para este fim e com a utilização das relações matemáticas previamente desenvolvidas. Essas relações matemáticas indicadas na tabela 2 ficam armazenadas na base de dados por meio de “scripts” que foram gerados dentro do gerenciador de base de dados e que é composta de duas bases genéricas a fim de facilitar a introdução de qualquer informação, basta atender requerimentos de tipo de informação numérica : a primeira contém armazenadas as relações para operar as variáveis área plantada e área colhida e a segunda contém armazenadas as relações para operar as variáveis quantidade produzida e valor da produção. Em outra etapa do cálculo, são consideradas as relações entre as variáveis por meio dos “scripts” que relacionam umas variáveis com outras variáveis e assim também um indicador com outros indicadores em geral. Ao introduzir os itens, o programa os executa imediatamente gerando os processos que se solicitarem gerando múltiplos indicadores automaticamente em vários níveis de município, estado, região ou país.

Na saída do processamento se obtém tabelas contendo, não somente o indicador selecionado e, no caso de município, os códigos referentes aos geocodificadores.

2.2.2 Seleção de indicadores da produção agrícola

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram selecionados os seguintes indicadores:

- **quantidade produzida municipal:** permite efetuar a análise comparativa a cada ano da evolução da quantidade produzida das culturas consideradas;
- **produtividade anual municipal:** representa a otimização e o uso eficiente dos recursos naturais: solo, clima e outros fatores, assim como as práticas agrícolas nos municípios brasileiros.
- **porcentagem de perda de área anual municipal:** permite saber espacialmente onde estão sendo produzidas tais perdas e entender o porque do “desperdício no processo produtivo” indicado.
- **porcentagem da quantidade produzida anual municipal e a porcentagem**

do valor da produção anual municipal: sinaliza o aporte em quantidades físicas e econômicas da execução dessas atividades em cada município.

2.3 Dinâmica espacial

Para o estudo da dinâmica espacial das principais culturas brasileiras foram construídos cartogramas para as culturas e os indicadores selecionados considerando o período de 1990 a 2009.

A avaliação de mudanças territoriais em relação ao cultivo das diferentes culturas foi realizada pelo cálculo de incrementos em área ou quantidade produzida no período considerado.

Para efeito de análise espacial da produção agrícola foram empregados neste trabalho os seguintes fatores: tamanho de área plantada (ha); tamanho de área colhida (ha); valor de produção das culturas (R\$); área de perda (ha); preço (R\$); produtividade por município (t/ha); porcentagem do valor da produção das culturas; e, porcentagem de perda de área.

- Construção de cartogramas

Os cartogramas foram construídos a partir das informações organizados na base de dados previamente construída para cada cultura e indicador e o mapa a nível municipal, tendo como ligação os geocodificadores e exportado em formato png ou bmp após a inclusão de informações e legendas.

2.4 Análise Estatística Espacial – Técnica de Kernel

No sentido de compreender melhor a dinâmica espacial da produção agrícola brasileira foi utilizada a técnica de estatística espacial de áreas proposta por Kernel.

A técnica de Kernel foi utilizada para a detecção de aglomerados e consiste em analisar o comportamento dos padrões pontuais estimando o grau de intensidade que se pode dar em uma região de estudo. Essa técnica efetua uma contagem de todos os pontos dentro de regiões de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse (Figura 1).

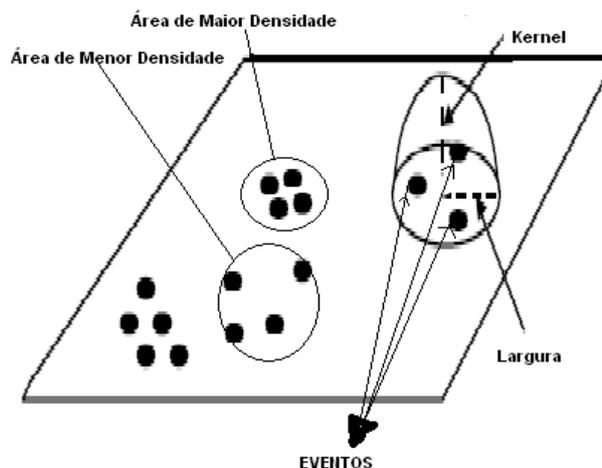


Figura 1. Estimador de intensidade de distribuição dos eventos.
(CÂMARA et al., 2002)

2.5 Dinâmica Espaço-Temporal

Os mapas dinâmicos ou animações permitiram visualizar as informações em todo o período considerado. Este estudo foi possível pela utilização de uma ferramenta disponível no ArcGis de criação de animações, disponibilizados em formato avi em DVD, incluídos como anexo a este trabalho.

- Criação de Animações
-

Para a criação de animações foram geradas tabelas anuais independentes por ano e por cultura, contendo fundamentalmente o Geocódigo, nome do Município, a Unidade Federal, a Região, os dados da cultura o indicador, assim como um código gerado considerando desde o primeiro município ate o ultimo município, isso no primeiro ano, para o segundo ano se deverá continuar essa codificação ate a totalidade do período para todos os municípios; assim também se teve que gerar duas colunas com as datas inicio e fim, pois elas servem posteriormente para que o sistema de animação localize a área em um tempo determinado. Os arquivos gerados para cada indicador são carregados no programa utilizado os programas de Sistemas de Informação geográfico na qual possui ferramentas de animação onde é iniciado o processo de geração e homogeneização da legenda dos "shapes" gerados. Os "shapes" criados se procede a incorporação das tabelas à primeira tabela do "shape" original com a utilização da ferramenta "append".

A animação é criada com a utilização da ferramenta “time layer”, adequando o tempo de exposição e incorporando título, legenda e demais informações. A animação é gravada no formato “avi”.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e as discussões relacionados à análise da dinâmica espacial, espaço-temporal e estatística espacial de culturas agrícolas do Brasil. Como área de estudo, foi considerada a totalidade da República Federativa do Brasil que possui atualmente 27 unidades (26 estados e o Distrito Federal) e 5.561 municípios agrupados em 5 regiões.

A análise foi realizada para as culturas de cana-de-açúcar, milho, soja, palma de óleo (dendzeiro) e algodão e são apresentadas a seguir:

3.1 A Cultura de Cana-de-açúcar

A cultura de cana-de-açúcar teve, em 2009, uma participação de 18% na matriz energética brasileira. Sua importância se dá, portanto, para o consumo e para a produção de energia. Novas usinas tem entrado em operação e, com isto, espera-se uma expansão significativa na área e na produção de cana-de-açúcar e de seus derivados – açúcar, etanol, biomassa para alimentação animal etc.

Indicadores da dinâmica da cultura, utilizando a base de dados de Produção Agrícola Municipal (PAM) disponibilizada pelo IBGE, indicam um crescimento importante no período de 1990 a 2009.

A área efetivamente colhida (Figura 2) teve um crescimento acima de 100% no período, ou seja, de 4,27 milhões de ha em 1990 para 8,52 milhões de ha em 2009. A tendência indica um incremento anual de 191 mil ha.

A quantidade produzida, em toneladas, passou de 262,6 milhões em 1990 para 672,1 milhões em 2009 (Figura 3). Efeitos referentes ao clima e à política agrícola em relação à produção de açúcar e etanol podem ser vistos em 1993 e no período entre 1999 e 2002, quando foi restabelecido o crescimento da produção, considerado importante nos últimos quatro anos. A tendência de incremento médio da produção anual da cultura é de 18,5 milhões de toneladas. Observa-se que em cinco anos a produção superou a linha de tendência verificada em todo o período entre 1990 e 2009.

As produtividades observadas entre 1990 e 2009 (Tabela 3) referem-se às médias nacionais, que variaram entre 61,5 t/ha, em 1990, e 78,9 t/ha, em 2009.

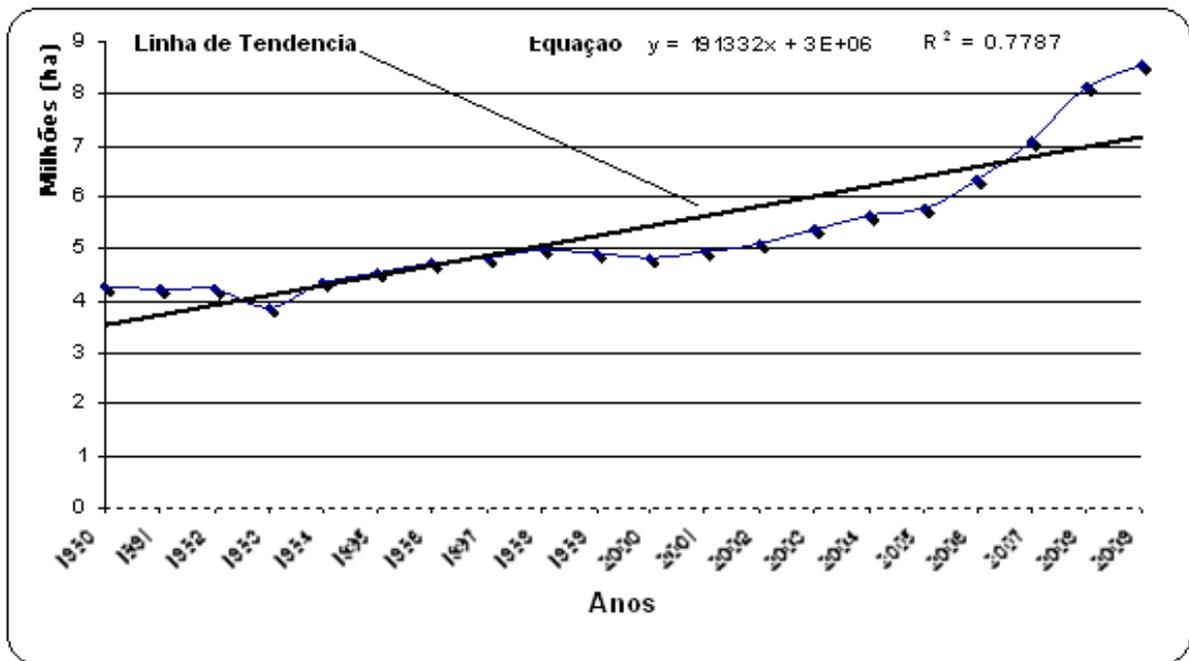


Figura 2 – Área efetivamente colhida, ocupada com cultura de cana-de-açúcar, no Brasil, entre 1990 e 2009. (Fonte: IBGE/SIDRA)

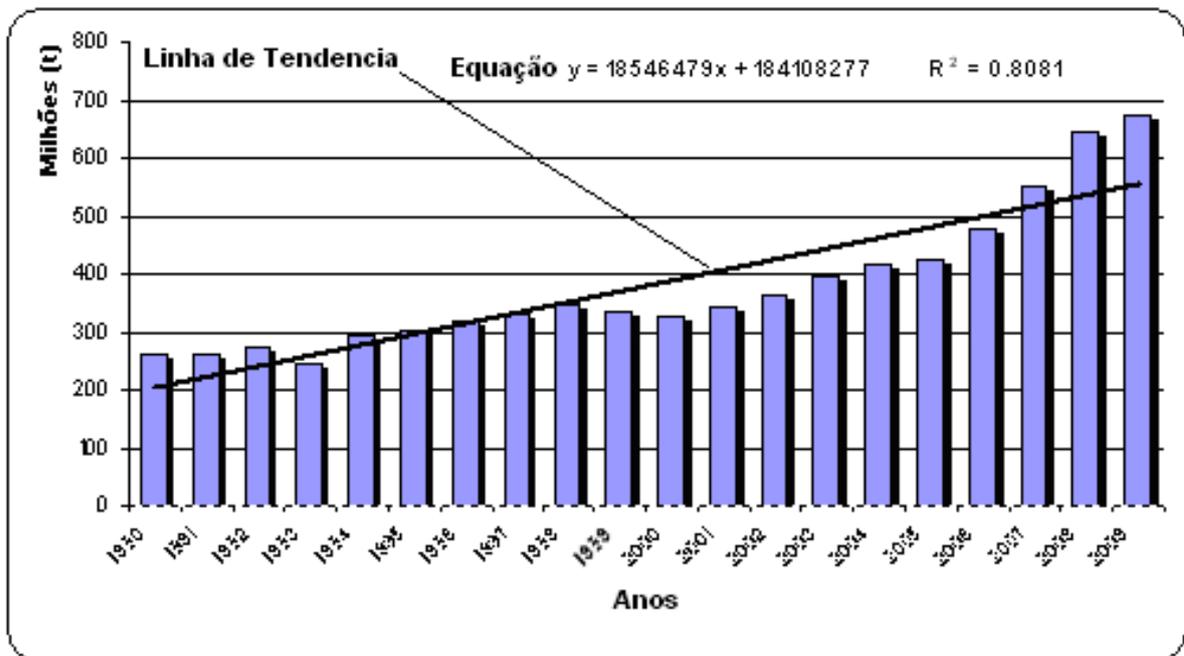


Figura 3 – Quantidade produzida de cana-de-açúcar, em toneladas, no período entre 1990 e 2009. (Fonte: IBGE/SIDRA)

Tabela 3 – Área colhida, quantidade produzida e produtividade observadas na cultura de cana-de-açúcar, no Brasil, entre 1990 e 2009 (Fonte: IBGE/SIDRA)

Ano	Área	Quantidade	Produtividade
	Colhida	Produzida	
	ha	t	t/ha
1990	4 272 602	262 674 50	61,48
1991	4 210 954	260 887 893	61,95
1992	4 202 604	271 474 875	64,60
1993	3 863 702	244 530 708	63,29
1994	4 345 260	292 101 835	67,22
1995	4 559 062	303 699 497	66,61
1996	4 750 296	317 105 981	66,75
1997	4 814 084	331 612 687	68,88
1998	4 986 019	345 265 472	69,25
1999	4 898 844	333 847 720	68,15
2000	4 804 511	326 121 011	67,88
2001	4 957 897	344 292 922	69,44
2002	5 100 405	364 389 416	71,44
2003	5 371 020	396 012 158	73,73
2004	5 631 741	415 205 835	73,73
2005	5 805 518	422 956 646	72,85
2006	6 357 870	477 595 156	75,12
2007	7 080 920	549 707 314	77,63
2008	8 140 089	645 300 182	79,27
2009	8 523 415	672 156 957	78,86
Crescimento (percentual)			
1990-2000	12,45%	24,15%	
2000-2005	20,83%	29,69%	
2005-2009	46,82%	58,92%	
1990-2009	99,49%	155,89%	28,27%

- Espacialização da produção de cana-de-açúcar

Para a espacialização da produção da cultura de cana-de-açúcar foram considerados os municípios com produção mínima de 60 mil toneladas. Esse corte foi definido com a ajuda de especialistas e está relacionada à produção necessária a uma usina de pequeno porte. Foram também estabelecidos diferentes intervalos de produção, de forma a definir classes e facilitar a visualização dos resultados.

Um cartograma com a espacialização da produção de cana-de-açúcar em toneladas no ano de 2009 é apresentado na Figura 4. Observa-se que as maiores produções (acima de 1,3 milhões de t) estão concentradas no centro-oeste de São Paulo, Triângulo Mineiro, sul e sudeste de Goiás, centro-sul do Mato Grosso do Sul e centro-oeste e sudeste de Mato Grosso. Alguns poucos municípios superam a produção de 1.3 milhões de t tanto no estado do Rio de Janeiro quanto no de Alagoas.

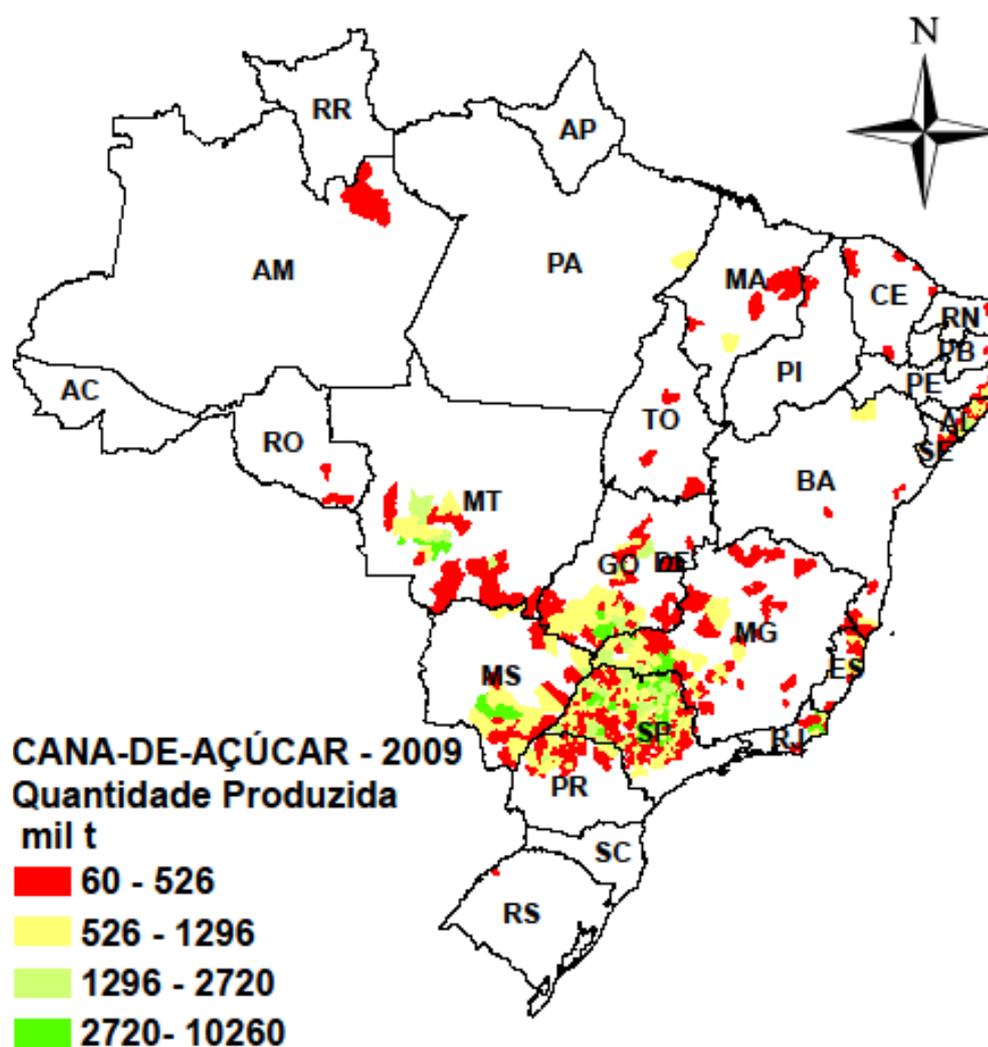


Figura 4 – Produção de cana-de-açúcar, em quantidade produzida em mil toneladas, acima de 60 mil t, nos municípios brasileiros em 2009.

Um cartograma detalhando da produção de cana-de-açúcar é apresentado na Figura 5. As maiores produções são registradas para os municípios: Morro Agudo, com 7.9 milhões de t; Rio Brilhante (6,3 milhões de t); Barretos (5,5 milhões de t); Paraguaçu Paulista (4,9 milhões de t); Araraquara (4,4 milhões de t); e Jardinópolis (4,3 milhões de t). As menores produções (entre 6 milhões de t e 526 mil t) estão situadas nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais e Rio de

Janeiro. No estado de São Paulo, além dos municípios mencionados, temos os de Guararapes, Jaboticabal e Piracicaba, com mais de 4 milhões de t. No Mato Grosso do Sul, o município de Rio Brillhante, segundo maior produtor, no ano de 2009, com 6,3 milhões de t. Os municípios de Uberaba e Conceição das Alagoas, em Minas Gerais, produzem juntos mais de 8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, resultados estes relevantes, oriundos da análise da base de dados.

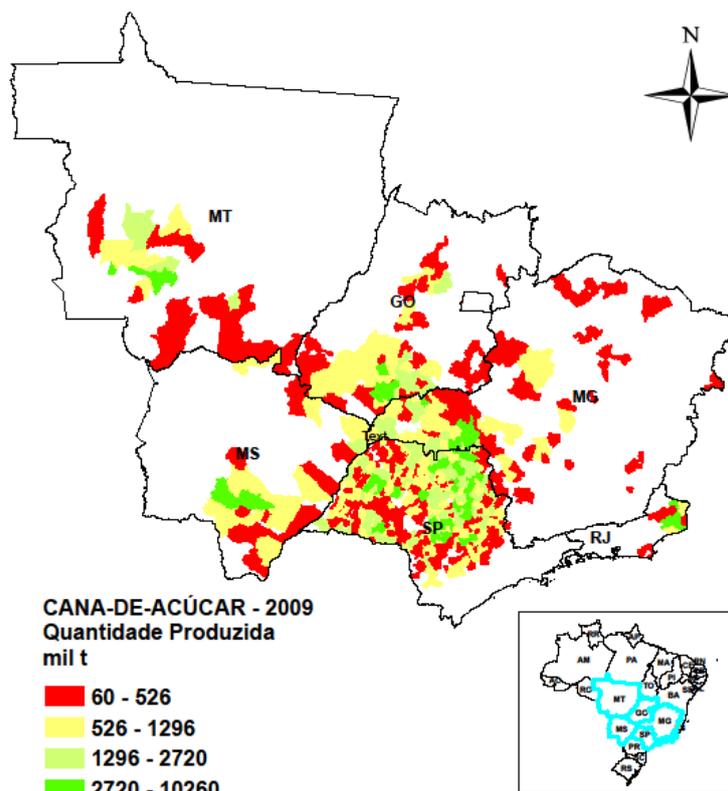


Figura 5 - Detalhe da produção de cana-de-açúcar nos municípios dos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Minas Gerais e Rio de Janeiro em 2009.

- Espacialização da produtividade da cultura de cana-de-açúcar

O indicador de Produtividade Média foi calculado a partir dos dados de quantidade produzida (em t) e de área colhida (ha) obtidos a partir da base de dados do IBGE (SIDRA/IBGE). Devido aos altos valores calculados foi considerado um nível mínimo de 90 t/ha.

Este indicador é importante pois determina o nível de produção de cana-de-açúcar por unidade de área. Uma alta produtividade, por exemplo, indica o uso

eficiente em termos de recursos, capital, mão-de-obra, solo e demais outros empregados no processo produtivo. Uma baixa produtividade pode significar que a aplicação de recursos é ineficiente, ou talvez as terras não sejam as mais aptas para a produção da cana-de-açúcar.

A produtividade média pode sinalizar ainda a extensão da “pegada ecológica” da produção da cana-de-açúcar em cada município, uma vez que são utilizados solo, água e outros recursos naturais para a produção. Quanto maior a produtividade, maior será o uso de recursos naturais; portanto é preciso boas práticas agrônômicas e/ou medidas governamentais de maneira a permitir que a sustentabilidade seja mantida.

Um cartograma com a produtividade média no ano de 2009 é apresentado na Figura 6. A espacialização indica altos níveis de produtividade o que levou a estabelecer um limite mínimo de 90 t/ha. Níveis altos de produtividade são observados tanto nos estados de maior produção (SP, MS, GO, MG) como também em estados de pouca expressão (MA e TO). Os altos níveis de produtividade observados, chegando a 140 t/ha revela uma fragilidade dos dados utilizados levando a necessidade de alteração na metodologia de obtenção destes dados ou na utilização de ferramentas de análise estatística, como será visto mais adiante.

- Dinâmica espaço-temporal da expansão da cultura de cana-de-açúcar

A figura 7 apresenta cartogramas selecionados, parte da animação da dinâmica espaço-temporal para a produção de cana-de-açúcar em termos de área colhida, em ha, nos anos 1990, 1996, 2002 e 2009. A animação completa para o período de 1990-2009 é apresentada na mídia eletrônica anexa na forma de DVD. São apresentadas também animações para a dinâmica espaço-temporal dos indicadores de quantidade produzida e produtividade média.

A análise das animações anexas permite verificar a dinâmica espaço-temporal da expansão da cultura de cana-de-açúcar no período, concentrada nos estados da região centro-sul do país, em especial São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás.

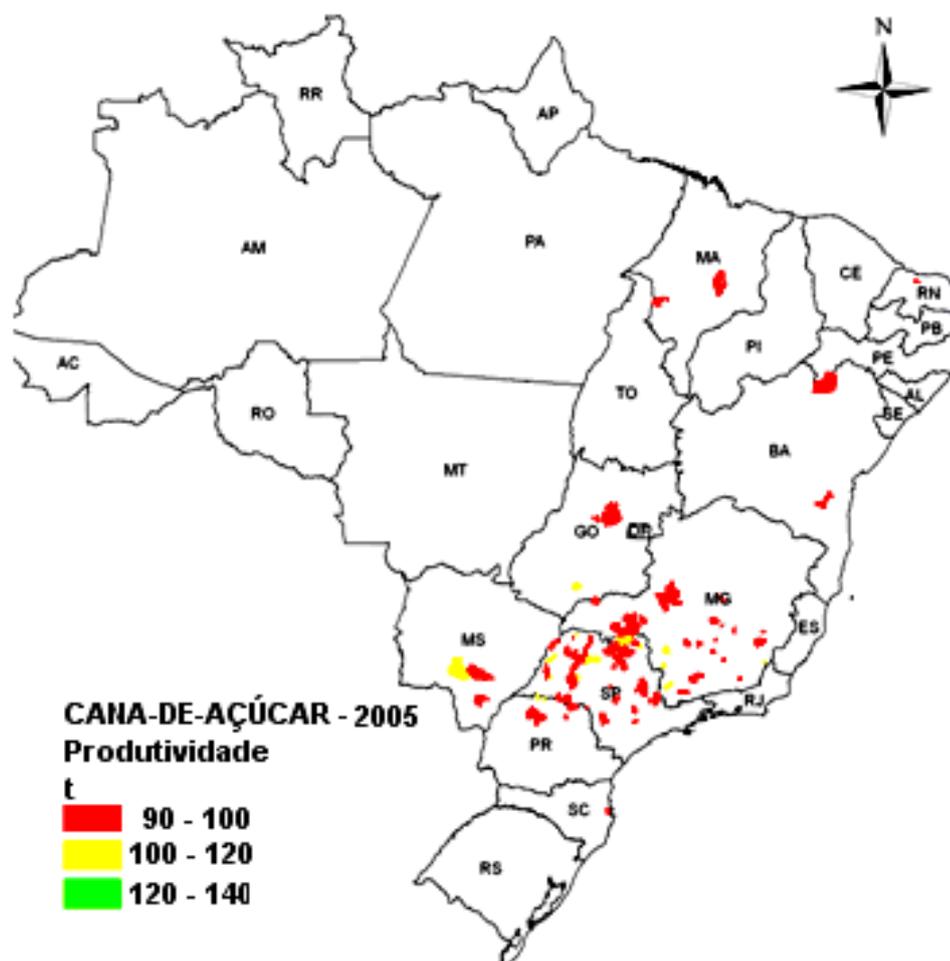


Figura 6 – Municípios com produtividade média de cana-de-açúcar acima de 90 t/ha em 2009.

- Perda de área anual municipal da cultura de cana-de-açúcar.

A porcentagem de perda de área da produção de cana-de-açúcar, representada pela diferença entre a área plantada e a área efetivamente colhida em relação ao total de área plantada anual brasileira, indica o percentual de participação de perdas por área em cada município brasileiro.

No cálculo desse indicador considera-se que a perda de corte de 500 ha deve-se a uma assimetria de grande amplitude dos dados (500 a 17.100 ha). O nível mínimo considerado foi de 1%, perda bastante significativa.

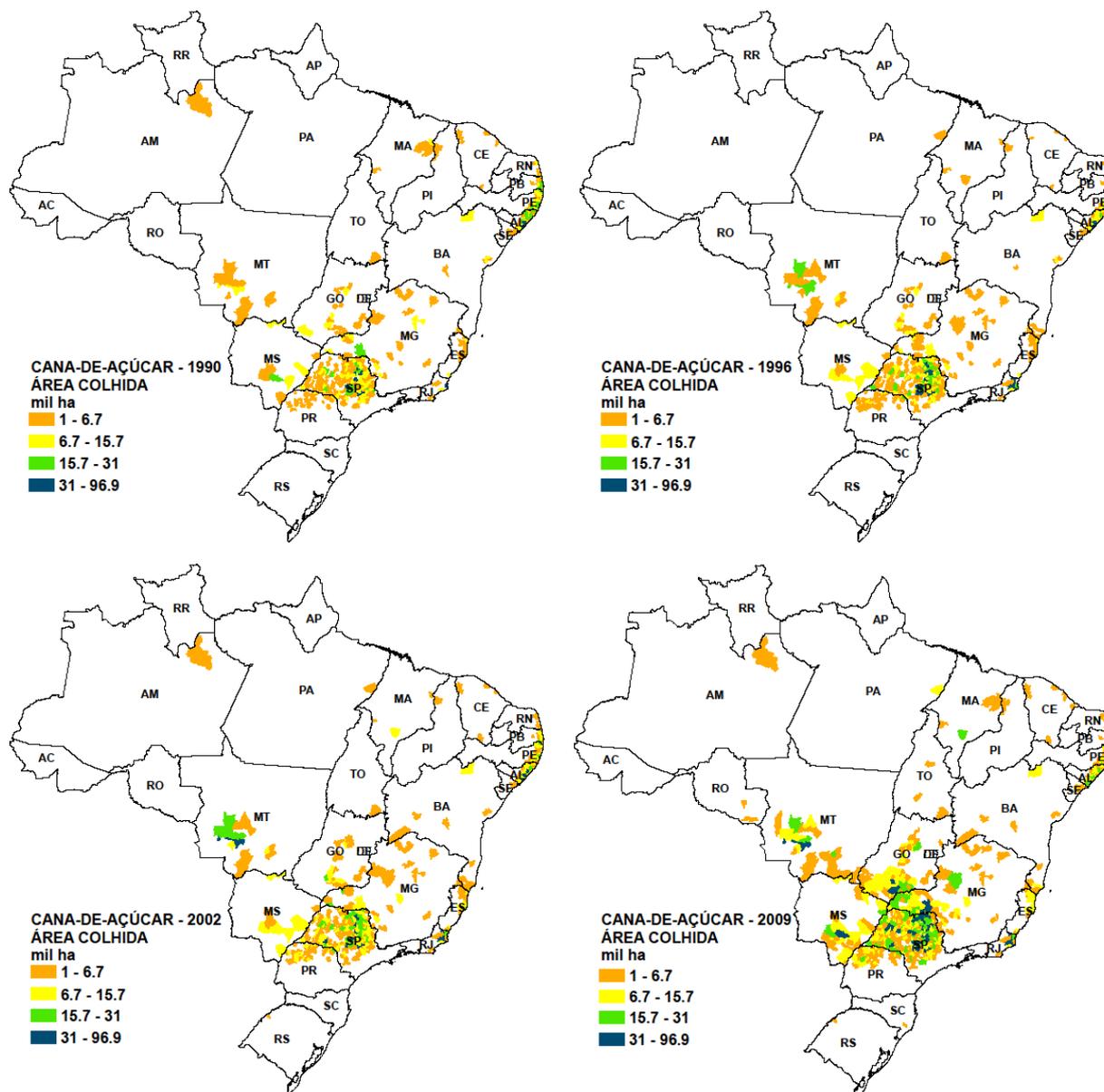


Figura 7 – Representação da dinâmica espaço-temporal da produtividade anual municipal Brasileira da cana-de-açúcar de 1990 a 2009.

As perdas que ocorrem anualmente têm peso significativo na produção da cana-de-açúcar. Elas são, geralmente, causadas pelas inundações, geadas, secas, práticas agrônômicas deficientes, dentre outros motivos. O desperdício na cadeia produtiva da cana-de-açúcar teria seu início mostrado por este indicador que permite localizar os municípios com este problema, isso pode servir de base para o estabelecimento de práticas agrônômicas e/ou de dispositivos legais para minimizar o problema.

Tais perdas representam inversão sem retorno para o agricultor brasileiro. Neste caso, são perdas de milhares de toneladas e que, no entanto, poderiam aumentar a produção agrícola nacional.

A figura 8 apresenta a porcentagem de perda de área plantada em cada município, em 2009. Foram considerados os municípios que tinham perdas maiores do que 500 ha, dados estes bastantes significativos.

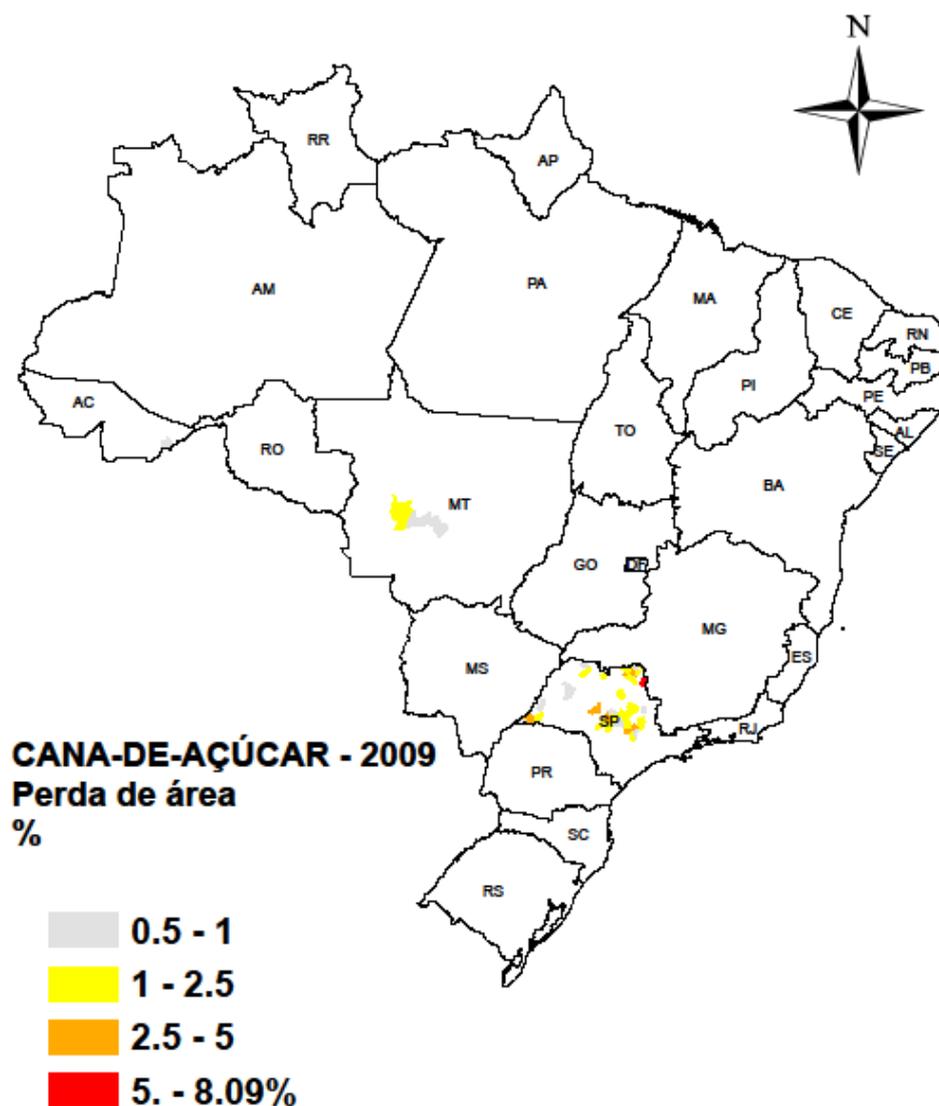


Figura 8 - Porcentagem de perda de área plantada de cana-de-açúcar nos municípios brasileiros em 2009.

Em 2009, as perdas existentes em áreas plantadas concentraram-se no Estado de São Paulo. Os municípios mais afetados foram o de Morro Agudo, com 17.100 ha; Patrocínio Paulista, com 12.120 ha; e Piracicaba, com 10.000 ha. Também o município do Alto Taquari do Mato Grosso, com 15.345 ha.

A dinâmica espaço-temporal da porcentagem de perda de área para a cultura de cana-de-açúcar é também apresentada em mídia eletrônica anexa. A animação mostra a recorrência de perdas no período de 1990 a 2009 em alguns municípios, orientação para o estudo sobre as causas e o estabelecimento de medidas para diminuição e/ou extinção do problema.

- Porcentagem da Quantidade Produzida Anual da Cana-de-açúcar

A relação entre a quantidade produzida anual municipal e a quantidade produzida anual brasileira de cana-de-açúcar nos dá um indicador de porcentagem de participação do município na produção anual nacional.

Para a porcentagem da quantidade anual produzida municipal, importante indicador de avaliação, foi considerado o índice de 0,1% a 1,2%, caracterizando, assim, os municípios mais produtivos. Esse indicador determina os municípios que possuem participação na produção de cana-de-açúcar nacional e sinaliza quais municípios são líderes em produção. Permite assim entender toda a dinâmica acerca da produção da cana-de-açúcar, que, na cadeia produtiva, possuem componentes sociais, econômicos, culturais etc.

A figura 9 apresenta a dinâmica espacial deste indicador no ano 2009. Resultados apontam a região centro-sul com municípios que têm maior participação na produção nacional. Outras regiões apresentam municípios de forma dispersa.

A produção de cana-de-açúcar está concentrada no Estado de São Paulo, com importantes contribuições de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná e Mato Grosso. Importante contribuição é dada por municípios do Estado do Rio de Janeiro e Alagoas.

Considerando a cana-de-açúcar como produto empregado em vários setores - alimentação, indústria e energia, e os esforços governamentais para expandir sua produção, principalmente para fins energéticos, estes cartogramas mostram geograficamente onde está concentrada a produção, permitindo orientar os tomadores de decisão na suas ações gerenciais e/ou administrativas.

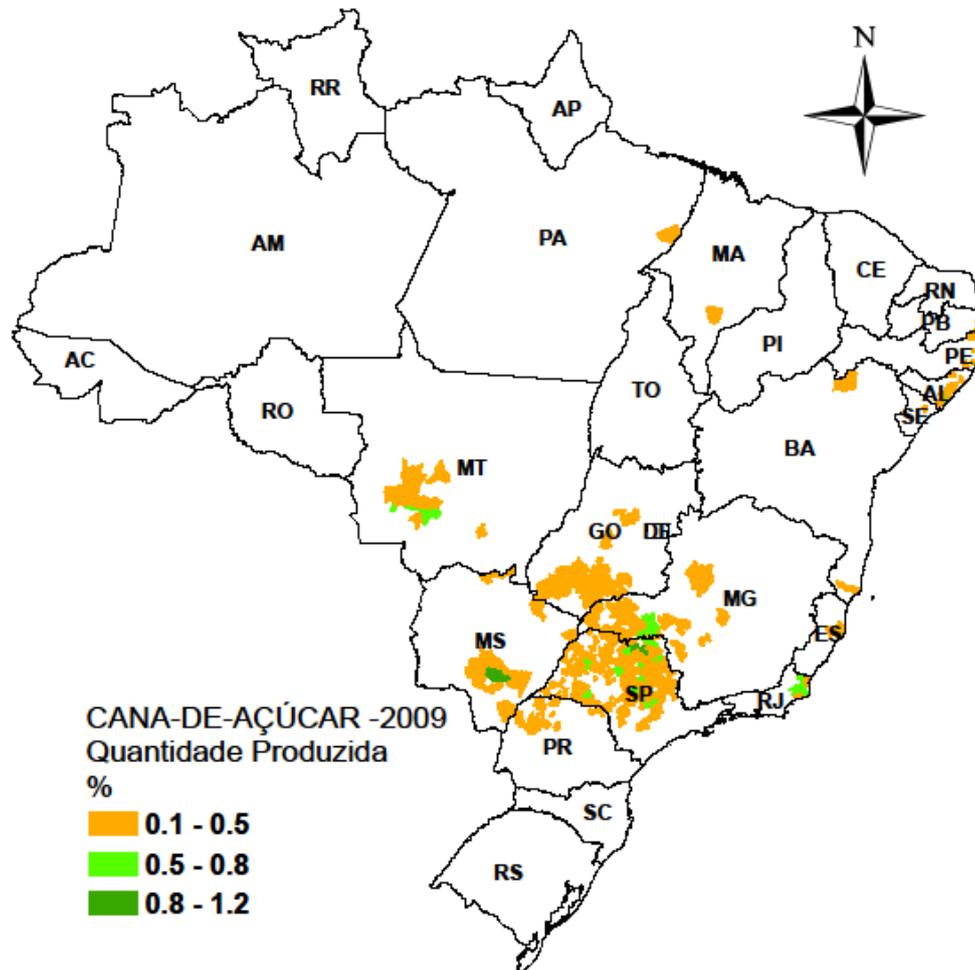


Figura 9 - Porcentagem da quantidade produzida municipal sobre o total produzido de cana-de-açúcar no Brasil no ano de 2009.

Detalhe para a região centro-sul é apresentada na figura 10, mostrando os estados com municípios onde foram registradas produções significativas no ano de 2009. O estudo da dinâmica espaço-temporal, por sua vez, pode exprimir componentes dinâmicos que causam resultados diferentes em outros anos do período considerado (1990-2009). Mesmo assim, as tendências são um indicativo que poderá contribuir para compreender toda a complexidade da produção da cana-de-açúcar no Brasil.

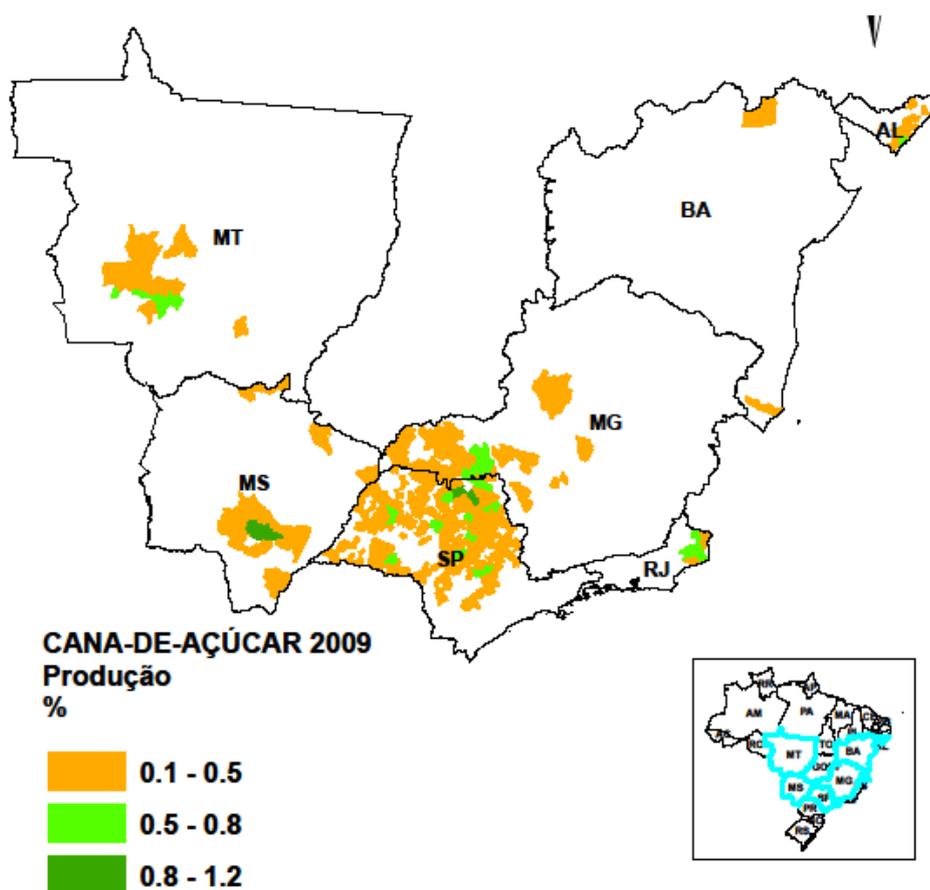


Figura 10 - Detalhe da porcentagem da quantidade produzida de cana-de-açúcar, nos municípios, sobre o total produzido no Brasil, em 2009.

- Percentual do Valor da Produção Municipal da Cana-de-açúcar

Este indicador apresenta a participação de cada município no valor total nacional de produção de cana-de-açúcar. O indicador é um instrumento que permite mensurar a participação de cada município em termos de valor de produção agrícola. Foi levado em consideração o nível mínimo de 0,4%. O valor da produção é um dos componentes do PIB agrícola, que mostra a realidade econômica do município.

A dinâmica espacial do indicador é apresentada na figura 11. Observa-se que são as regiões sudeste e centro-oeste com as maiores contribuições para o valor da produção de cana-de-açúcar. Em São Paulo se encontra o município de Morro Agudo que se destaca com maior aporte no valor de produção entre 1,15% e 1,3%. Outras localidades estão com aportes significativos, como os municípios de Leme e Itapeva, com 0,8% e 1,1%.

No Maranhão, o município de São Raimundo das Mangabeiras tem um significativo aporte. Aportes menores, entre 0,4% e 0,8%, são encontrados em alguns municípios de São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás, de Mato Grosso do Sul e de Mato Grosso.

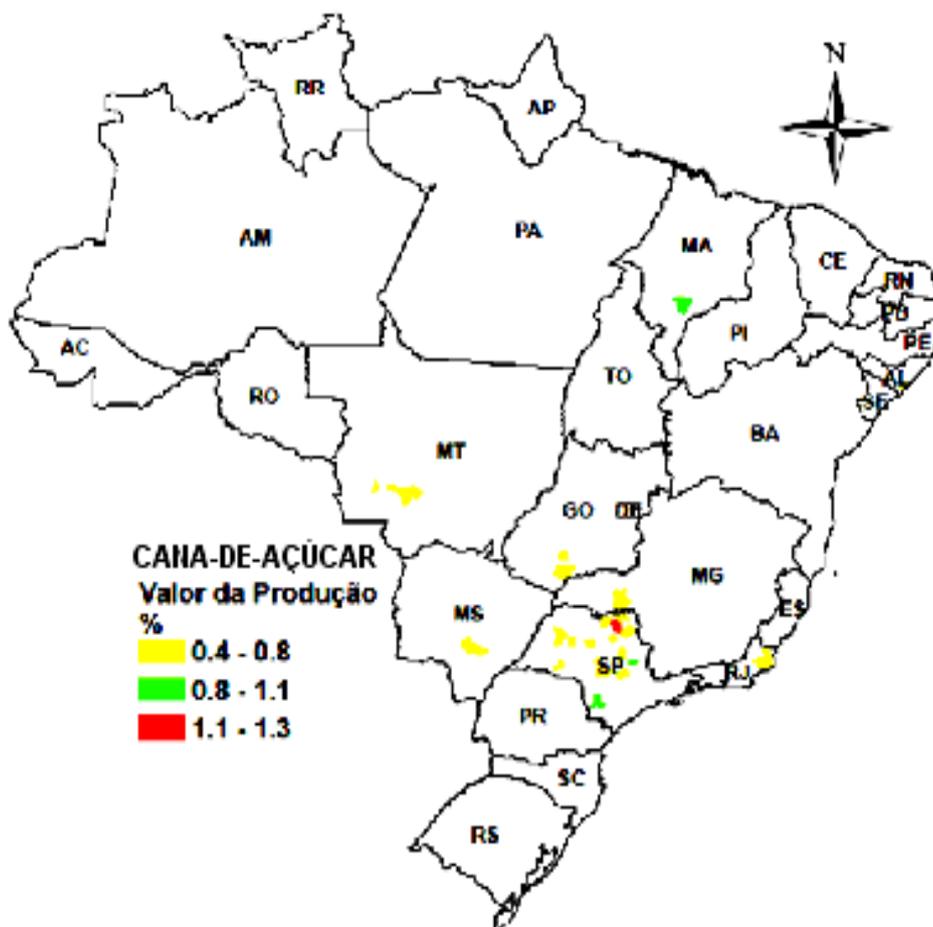


Figura 11 - Porcentagem do valor anual de produção municipal sobre o valor total da produção de cana-de-açúcar no Brasil no ano de 2009.

A tabela 4 apresenta os municípios onde foram registradas as maiores participações no valor nacional de produção de cana-de-açúcar no ano de 2009. O município de Morro Agudo, na mesorregião paulista de Ribeirão Preto, é o que possui um aporte ao valor da produção nacional da produção de cana-de-açúcar superior ao 1% seguido de Leme (mesorregião de Campinas), Itapeva (Itapetininga), Paraguaçu Paulista (Assis). No Maranhão, se destaca o município de São Raimundo das Mangabeiras (região da chapada das mangabeiras, com uma usina), em Mato Grosso do Sul o município de Rio Brillhante (região de Dourados) e no Rio

de Janeiro o município de Campos dos Goytacazes (norte do estado). Como a quantidade produzida e o consequente valor de produção são registrados pelas unidades produtoras, considerando o município de maior favorecimento local, a participação destes municípios deve ser considerada como uma participação da microrregião onde estão inseridos.

Tabela 4 – Valor de produção e percentual sobre a produção nacional dos municípios com maior contribuição no valor nacional da produção de cana-de-açúcar no ano de 2009.

Município	UF	Valor de Produção Mil R\$	Percentual sobre a produção nacional %
Morro Agudo	SP	316 640	1,3199
Leme	SP	205 619	0,8571
São Raimundo das Mangabeiras	MA	192 000	0,8003
Itapeva	SP	192 000	0,8003
Rio Brilhante	MS	175 325	0,7308
Coruripe	AL	163 032	0,6795
Paraguaçu Paulista	SP	153 907	0,6415
Campos dos Goytacazes	RJ	153 362	0,6392
Ituverava	SP	149 836	0,6246
Piracicaba	SP	148 000	0,6169

- Dinâmica Espacial da Cultura da Cana-de-Açúcar: Análise Final

Em geral, em todos os indicadores, os resultados mostram uma alta concentração da produção de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, com tendência de crescimento nos Estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais.

O total da área plantada em 1990 foi de 4,3 milhões ha, passando a ter no ano de 2009 o total de 8,75 milhões ha, o que significa um incremento aproximado de 102%. O total produzido no ano de 1990 foi de 262 milhões t e no ano de 2009 de 672 milhões t, sendo o incremento de 155%. O valor da produção aumentou de 3 186 milhões de reais em 1994⁵ para 23 990 milhões de reais em 2009, ou um incremento de 652%.

A expansão da área plantada e os incrementos em quantidade produzida e valor da produção ocorreram por diferentes motivos, entre eles:

⁵ Neste caso não foi considerado o período de 1990 a 1993 devido às grandes oscilações econômicas ocorridas.

- Aumento na área plantada e melhora da produtividade da cana-de-açúcar em decorrência dos investimentos feitos em infra-estrutura agrícola e em pesquisa agropecuária nos últimos anos;
- Concentração de empresas agroindustriais (usinas sucroalcooleiras);
- Aumento da demanda interna e externa e valorização dos produtos (açúcar, etanol e energia elétrica); e,
- Adoção de técnicas e processos agrícolas modernos e competitivos (mecanização de plantio e colheita, mitigação da queima e colheita manual etc.).

Ainda no caso da cana-de-açúcar, existe uma grande quantidade de pequenos e médios produtores, com tendência a alcançar grandes produtividades. Em nível regional, por exemplo, a produção foi de 459 milhões de t na região sudeste (SP, MG, RJ) e de 85 milhões de t na região centro-oeste (MS, GO e MT).

Em 2009, o Estado de São Paulo teve uma produção de 389 milhões de t; Minas Gerais teve 58 milhões t, enquanto que os Estados de Paraná e Goiás, juntos, alcançaram 10 milhões de t.

A tendência de crescimento da produção é positiva, com propensão marginal de 0,87% em cada unidade e um valor paramétrico de 60,735.

Por outro lado, foi verificada uma alta concentração de áreas perdidas (diferença entre a área plantada e a efetivamente colhida), como no caso do Município de Morro Agudo, cujas perdas alcançaram 17.100 ha.

3.2 A Cultura de Milho

A cultura de milho tem sido a base da cadeia de produção de alimentação, especialmente destinada aos animais. Trata-se uma cultura importante em termos de valor da produção dos produtos agrícolas. No Brasil, em 2008, já houve uma participação de 14% em relação à melhora dos preços internacionais, assim também em seu rendimento médio, que aumentou em 7,8%.

A alta demanda do produto no exterior e a priorização dos EUA, quanto à produção interna de milho destinada à produção de etanol, vislumbra uma atrativa área agrícola, que se encontra em desenvolvimento.

- Produção de milho nos municípios brasileiros

Para o estudo da dinâmica espacial da produção de milho em relação à quantidade produzida foi considerado uma produção mínima municipal de 100 mil t, chegando a 903 mil t em 2009.

A figura 12 apresenta a dinâmica espacial da produção de milho ao nível de município no ano de 2009. Produções esparsas são observadas em Santa Catarina, Paraná e São Paulo, antes produtores importantes da cultura. Altas produções são também observadas no oeste da Bahia e na região do triângulo mineiro. Na região nordeste e norte os municípios não chegaram a alcançar produções acima de 100 mil t, com exceção da região de Carira em Sergipe e do nordeste baiano, com produções entre 100 e 300 mil t.

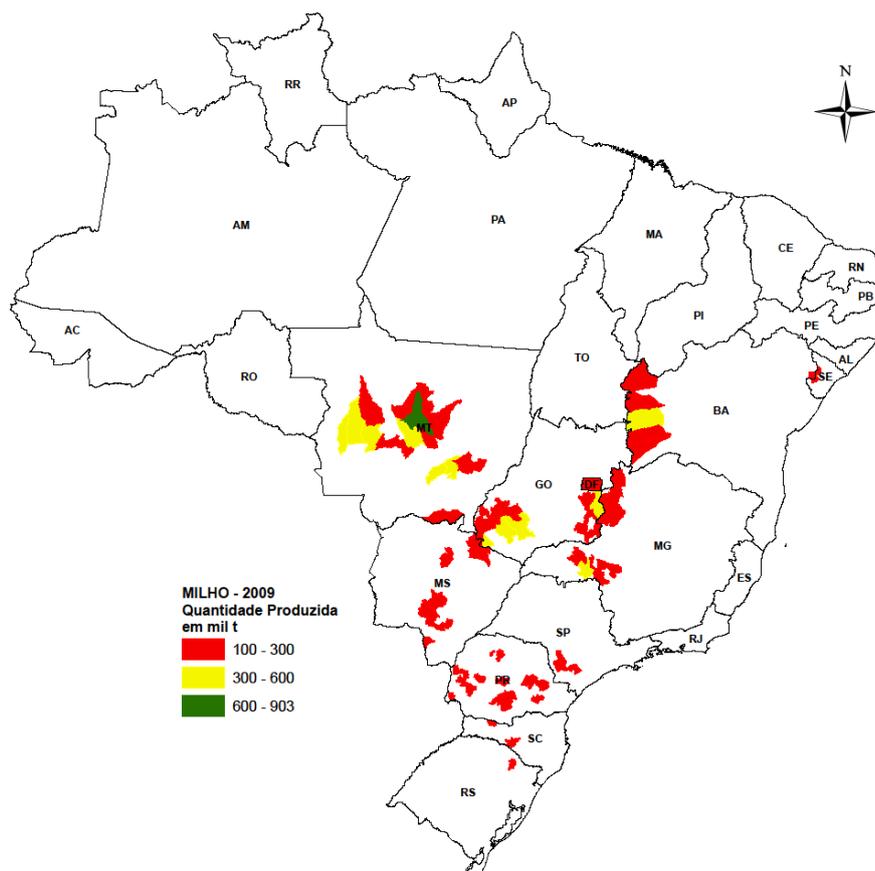


Figura 12 – Quantidade produzida de milho superior a 100 mil toneladas nos municípios brasileiros no ano de 2009.

As produções mais importantes estão localizadas na região centro-oeste (Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais e para o Distrito Federal), apresentada em detalhe na figura 13. As maiores produções são observadas nas mesorregiões nordeste e médio-norte do Mato Grosso, sendo a maior produção a do município de Sorriso com 903 mil t e Lucas do Rio Verde com 809 mil t e Lucas do Rio Verde com 809 mil t na mesorregião médio-norte. Na microrregião de Parecis (nordeste do estado), os municípios de Campo Novo do Parecis e Sapezal tiveram produções de 576 e 571 mil t respectivamente. No sudoeste goiano, os municípios de Jataí e Rio Verde têm importantes produções de milho, acima de 500 mil t.

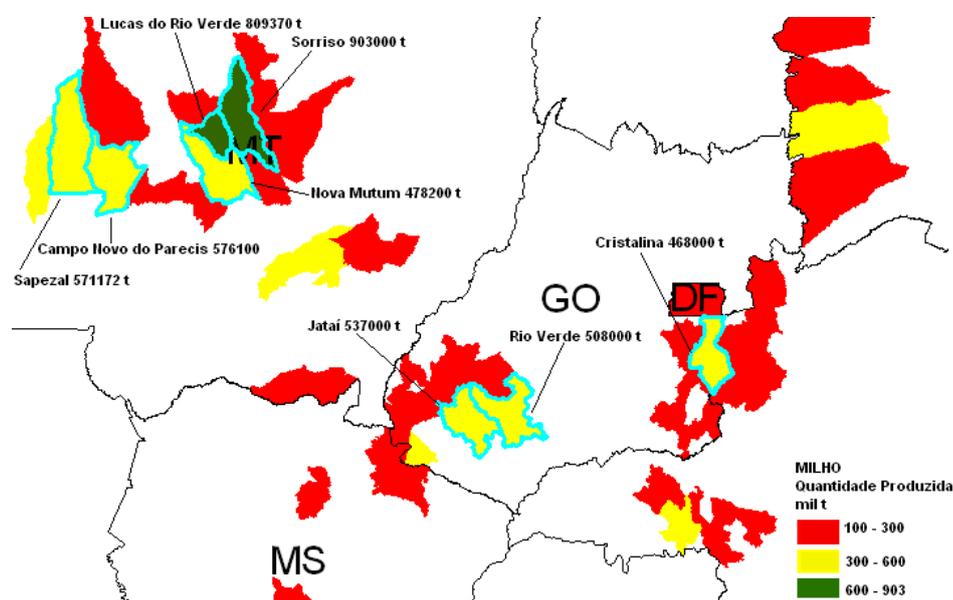


Figura 13 - Detalhe da produção de milho, em quantidade produzida, nos municípios da região centro-oeste no ano de 2009.

- Produtividade Anual Municipal de Milho

O indicador de produtividade tem um mínimo considerado no estudo de 4 t/ha, considerando-se esse nível o apropriado para alcançar os municípios com produtividade acima da média nacional de 3 t/ha. A produtividade média dos municípios brasileiros, em 2009, é apresentada na Figura 14. Os altos níveis de produtividade calculados a partir da quantidade produzida, em t, e a área efetivamente colhida, em ha, chegando a 9,6 t/ha confirma a fragilidade dos dados

obtidos pelo IBGE para formação de seu banco de dados. Para correção desta fragilidade é necessária a utilização de ferramentas de análise espacial estatística, como será visto mais adiante.

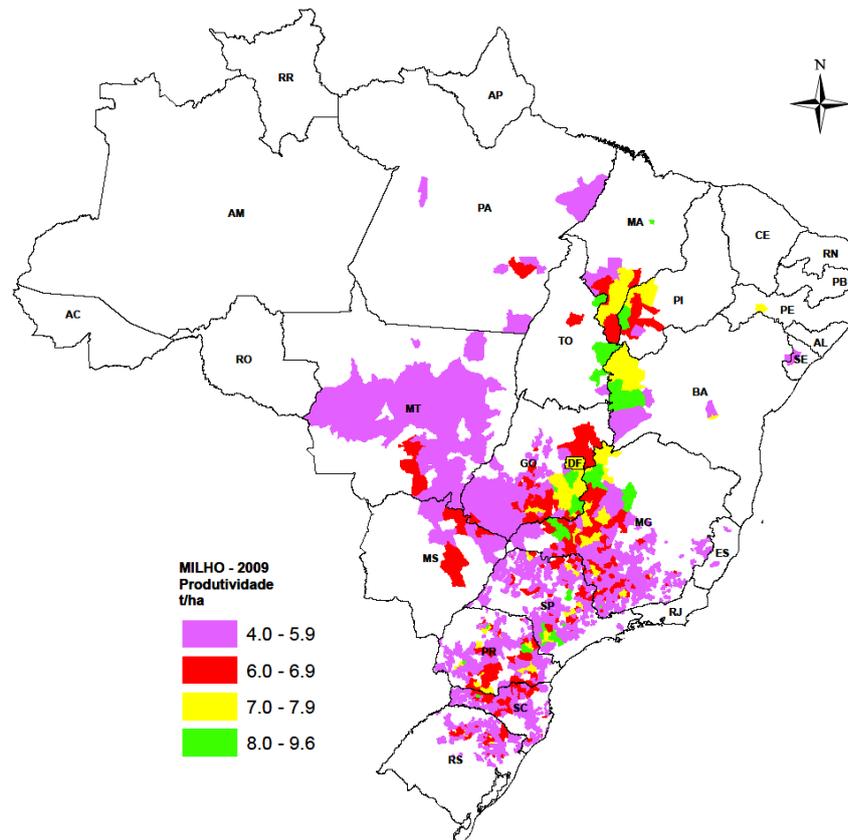


Figura 14 - Produtividade de milho acima de 4 t/ha nos municípios brasileiros no ano de 2009.

Altas produtividades de milho no ano de 2009 são apresentadas na tabela 5. Destaque para os municípios de Parisi e São Carlos com 9,6 t/ha e Capão Bonito e Taquariva com 9 t/ha, todos no Estado de São Paulo. Outros municípios são Butizeiro em Minas Gerais com 9 t/ha e Lima Campos no Maranhão com 8,7 t/ha

Um detalhamento das regiões mais importantes em termos de produtividade do milho é apresentado na figura 15. Foram selecionados os estados das regiões nordeste (Piauí e Bahia), centro-oeste (Goiás), sudeste (Minas Gerais e São Paulo) e Sul (Paraná) onde são observadas as maiores produtividades calculadas. Destacam-se, com produtividades acima de 8 t/ha, municípios do oeste da Bahia e

do Piauí, leste de Goiás e Alto Paranaíba em Minas Gerais, além do triângulo mineiro e região central. Em São Paulo destacam-se os municípios do Alto Paranapanema (Itapetininga).

Tabela 5 – Municípios com produtividade acima de 8,5 t/ha no ano de 2009.

Estado	Município	Produtividade
SP	Parisi	9,60
SP	São Carlos	9,60
MG	Buritzeiro	9,00
SP	Capão Bonito	9,00
SP	Taquariva	9,00
MA	Lima Campos	8,72
SP	Buri	8,70
SP	Quadra	8,70
PR	Sarandi	8,65
PI	Santa Filomena	8,51

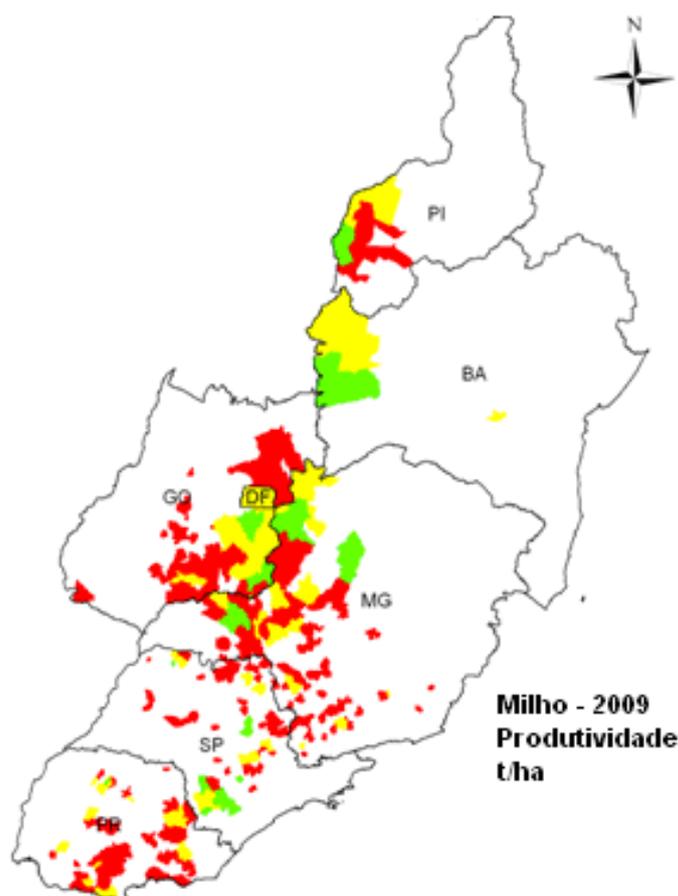


Figura 15 – Detalhe dos índices de produtividade de milho acima de 6 t/ha em municípios dos estados de Piauí, Bahia, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, em 2009.

A Figura 16 apresenta os cartogramas da espacialização da produtividade média municipal para os anos de 1990, 1996, 2002 e 2009, parte da dinâmica espaço-temporal apresentada em mídia eletrônica em anexo.

A análise destes cartogramas indica que em 1990 se observavam poucos municípios com produtividade entre 4 e 6 t/ha em São Paulo, Goiás e Mato Grosso. Em 1996 já se observava um maior incremento nas regiões centro-oeste, sudeste e sul. Em 2002, além de vários municípios das regiões centro-oeste, sudeste e sul houve um aumento de produtividade em municípios do Estado de Santa Catarina. Em 2009 a tendência de melhora na produtividade ocorreu na Bahia e no limite entre Piauí e Maranhão.

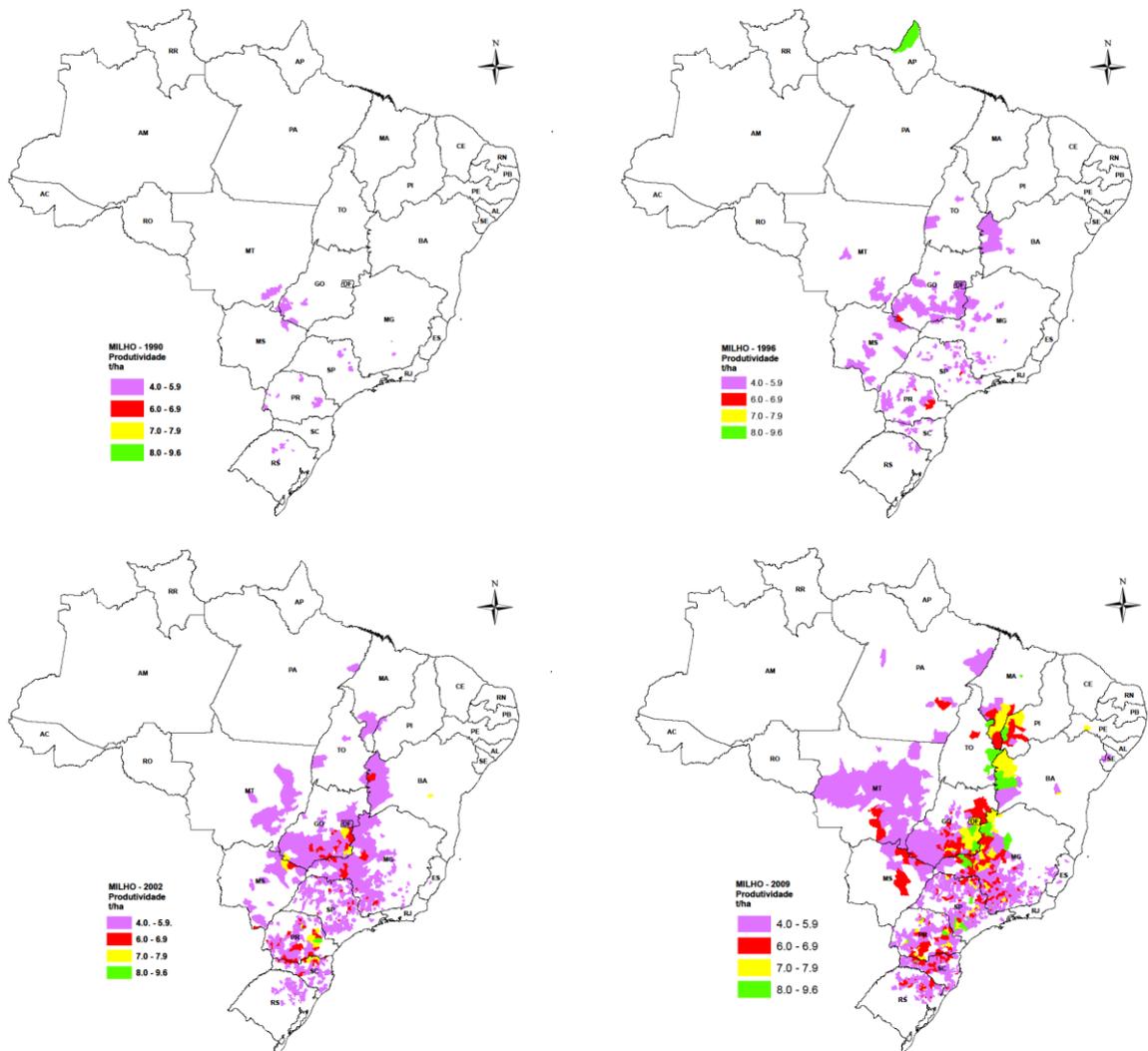


Figura 16 – Representação da dinâmica espaço-temporal da produtividade anual municipal da cultura de milho de 1990 a 2009.

- Porcentagem de Perda de Área Anual Municipal de Milho

As porcentagens de perda anual de área municipal da cultura de milho nos municípios brasileiros, em 2009, são apresentadas na Figura 17. Nos indicadores para esta cultura foram consideradas taxas superiores a 0,052%, sendo 4,99% a máxima observada.

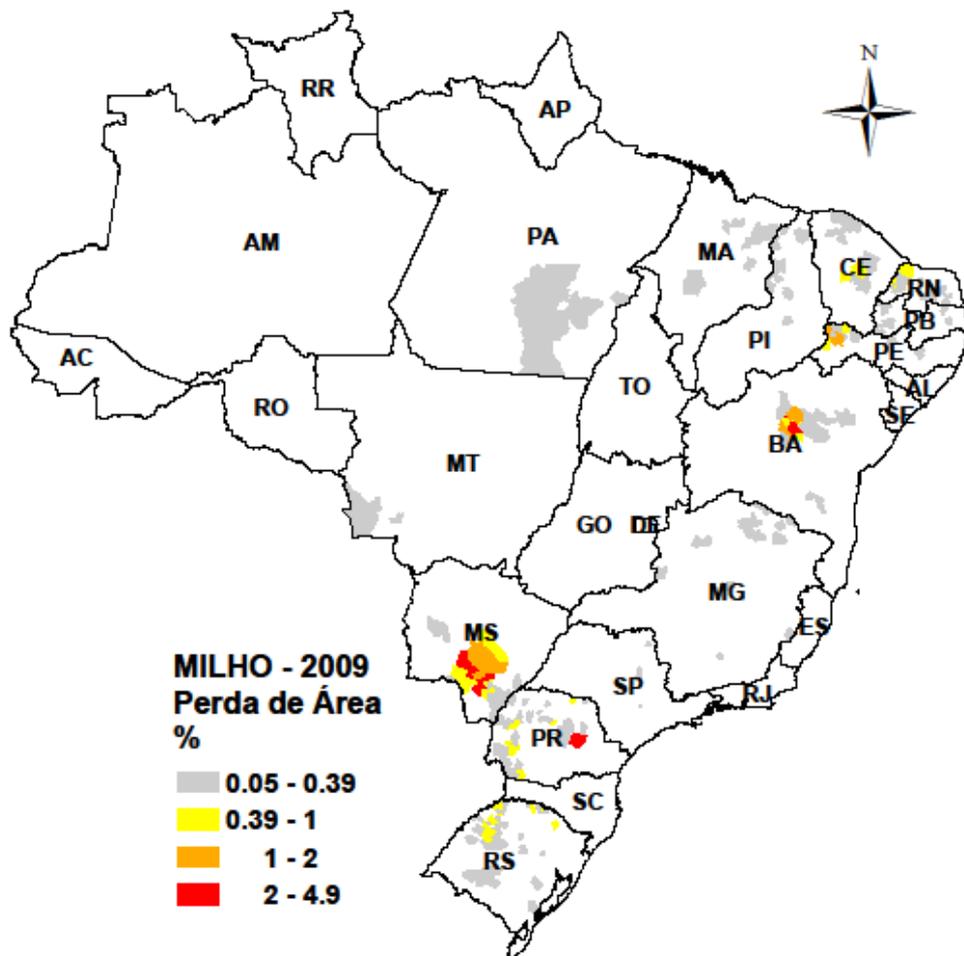


Figura 17 - Porcentagem da perda de área anual municipal do milho, no Brasil, em 2009.

As maiores perdas ocorreram nos estados do Paraná, do Mato Grosso do Sul e da Bahia. Em Mato Grosso do Sul tem-se maiores perdas nos municípios de Dourados, com 22,6 mil ha; Maracaju, com 15,2 mil ha; Caarapó, com 12 mil ha; e os municípios de Rio Brillhante, Itaporã, Nova Alvorada do Sul e Sidrolândia. No

Estado da Bahia, os municípios com maiores perdas de área plantada foram Central, com 15 mil ha; Cafarnaum, com 11,7 mil ha; e Lapão, com 11,5 mil ha. No Paraná, o município com perda maior é Tibagi, com 11,3 mil ha.

- Porcentagem da Quantidade Produzida Anual Municipal

A figura 18 apresenta o cartograma com as porcentagens de quantidade produzida anualmente nos municípios em relação à produção total brasileira de milho, variando entre 0,3% a 1,8%.

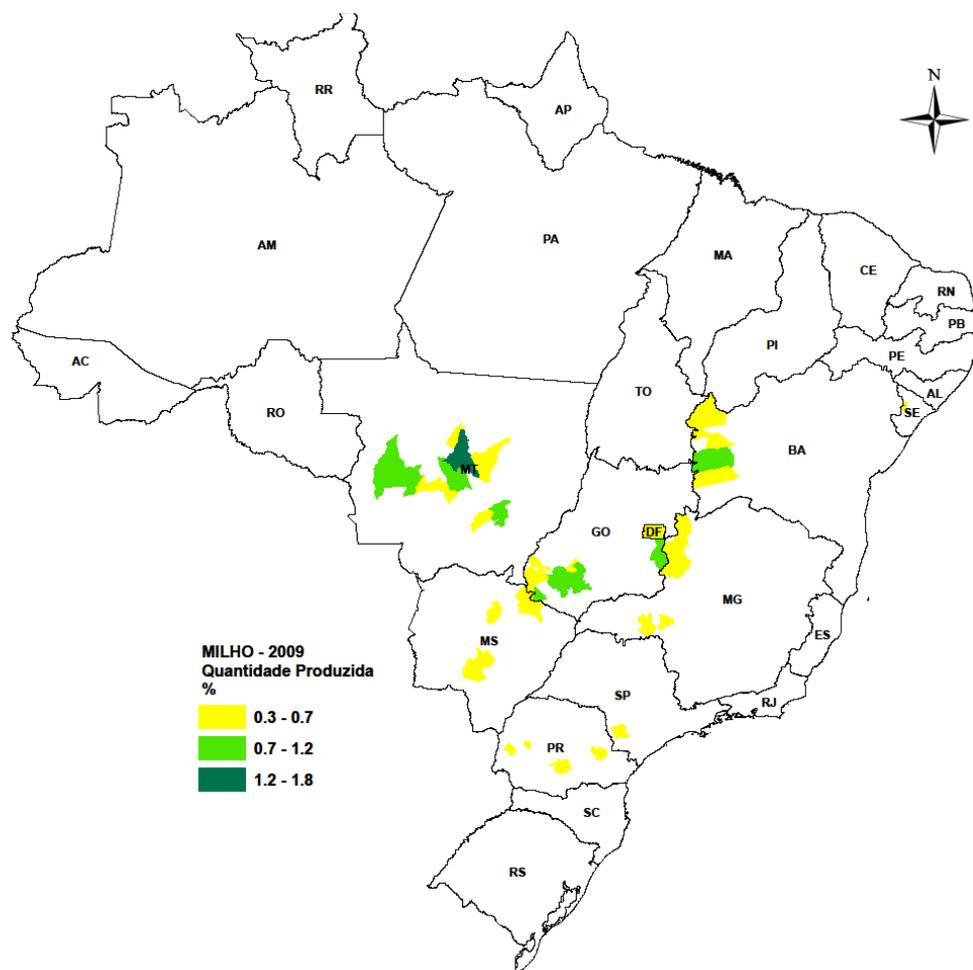


Figura 18 - Porcentagem da quantidade produzida em relação ao total produzido de milho no Brasil no ano de 2009.

Municípios com contribuição superior à 0,8% são considerados aqueles que cuja participação na produção nacional de milho é efetiva. Destacam-se os municípios de Lucas do Rio Verde e Sorriso no Mato Grosso, que, no ano de 2009, tiveram uma contribuição acima de 1,2% no ano de 2009.

- Percentual do Valor da Produção Anual Municipal de Milho

A figura 19 apresenta a porcentagem do valor da produção municipal de milho para municípios que tiveram participação acima de 0,5%. O resultado do valor de produção, em 2009, mostra que os municípios com maiores valores de produção pertencem aos estados de Mato Grosso e da Bahia.

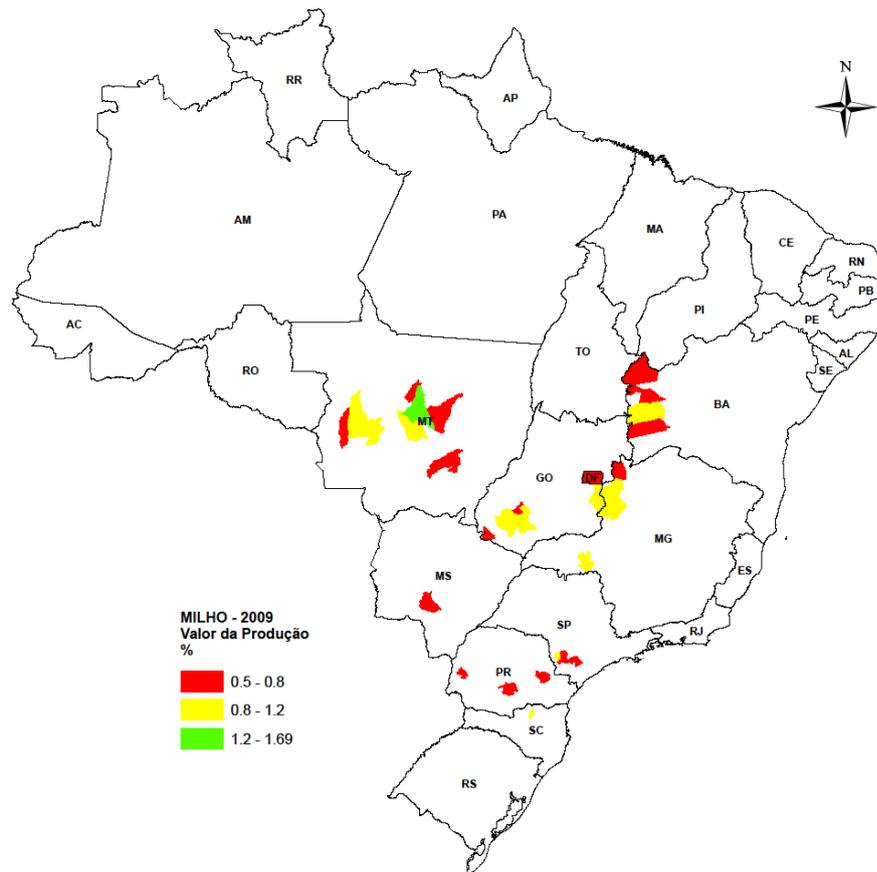


Figura 19 - Porcentagem do valor da produção municipal de milho, em 2009.

- Dinâmica Espacial da Cultura do Milho: Análise Final

Os resultados mostram uma alta concentração da cultura de milho nos Estados de Minas Gerais e Goiás, com um avanço significativo nos Estados do Paraná, São Paulo, Bahia e Piauí. O total nacional de áreas plantadas com milho em 1990 foi de 12 milhões de ha, passando a ter, em 2009, uma área de 14 milhões de ha. Isto significa um aumento aproximado de 17%. O total produzido em 1990 foi de 21 milhões de t e, em 2009, foi de 50 milhões de t, ocorrendo, portanto, um incremento de 137%. O valor da produção passou de 3,1 bilhões de reais, em

1994, para 15 bilhões de reais em 2009, representando um aumento de 384%.

As seguintes causas interferem na dinâmica espaço-temporal da cultura de milho:

- Melhora na produtividade do milho pela incorporação de tecnologias (material genético, insumos, máquinas etc.);
- Aumento na demanda interna e externa do produto e na oferta de incentivos recebidos pela política agrícola; e,
- Mecanização da produção e aproveitamento dos resíduos.

Em nível regional, a produção de milho no ano de 2009 foi de 15,6 milhões de t na região centro-oeste. No sul a produção alcançou 18,7 milhões de t e no sudeste, chegou a 10 milhões de t.

Em nível estadual, em 2009, o Estado do Paraná foi o maior produtor, seguido por Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Rio Grande do Sul. A perda de área, por sua vez, não está concentrada, havendo, porém, perdas consideráveis nos estados do Mato Grosso do Sul, Bahia, Paraná, Pará e Rio Grande do Sul.

Os estados com maior participação na produção de milho são Mato Grosso e Goiás, principalmente. Em nível municipal, os maiores produtores no ano de 2009 foram Lucas do Rio Verde e de Sorriso, ambos na região médio-norte do Estado do Mato Grosso.

3.3 A cultura de soja

A cultura da soja passou por importante transformação nos últimos anos no Brasil. Foi uma das culturas que teve a maior expansão atingindo uma participação no valor da produção nacional agrícola de 27%. Os municípios da região centro-oeste foram os que tiveram maior produção de soja.

- Produção de soja nos municípios brasileiros

A figura 20 apresenta a dinâmica espacial da quantidade produzida de soja nos municípios brasileiros no ano de 2009, considerando produções acima de 75 mil t. A produção apresentava-se bastante pulverizada em todo o território nacional, em todos os estados das regiões sul e centro-oeste, incluindo o Distrito Federal. Algumas regiões de produção se apresentam no oeste de Minas Gerais e

da Bahia e no Sul dos Estados de Maranhão e Piauí, assim como no noroeste do Estado de Tocantins. No Estado de São Paulo apenas uma região apresenta produção superior a 75 mil toneladas.

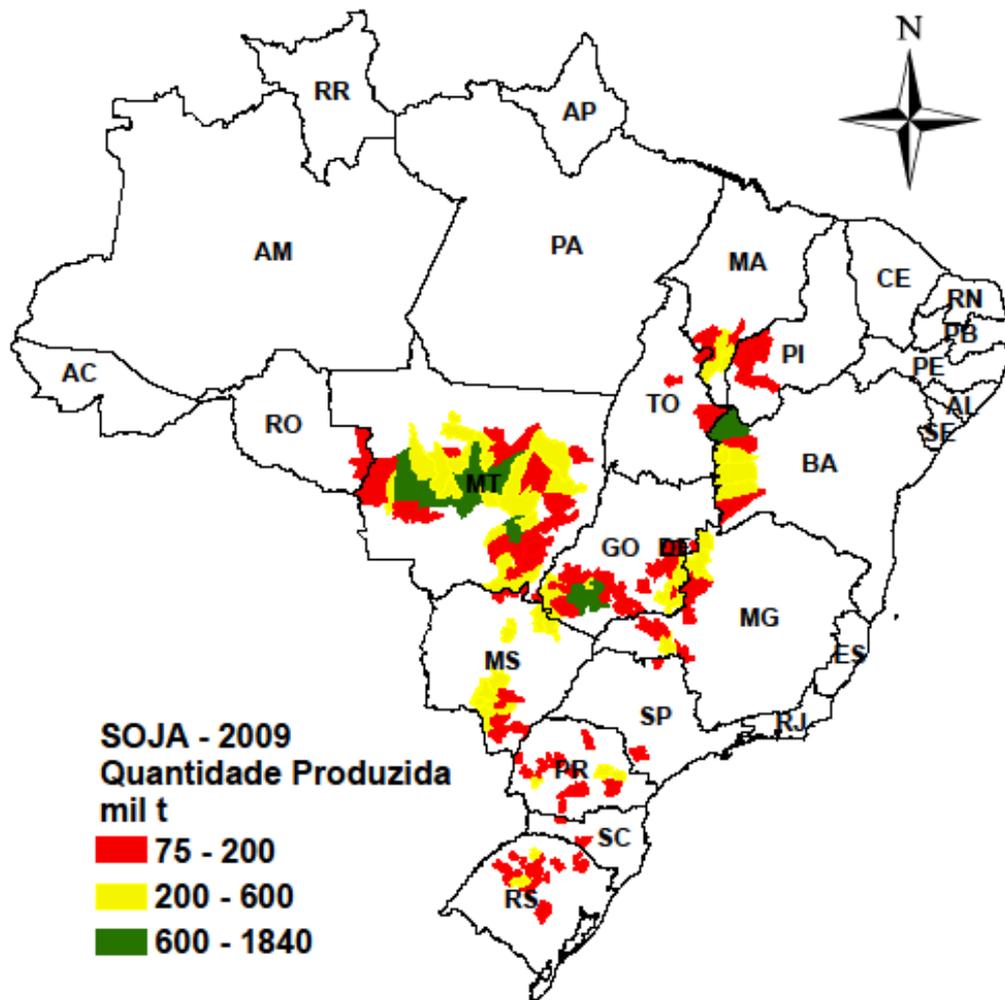


Figura 20 - Quantidade produzida da soja superior a 75 mil toneladas nos municípios brasileiros no ano de 2009.

Detalhes da produção da soja são apresentadas na figura 21 para os Estados de Mato Grosso, Tocantins e Goiás, Distrito Federal e a região oeste do Estado da Bahia, para produções acima de 75 mil t (mesma legenda utilizada na figura 20). O Estado do Mato Grosso apresenta as maiores produções da soja distribuídas em diferentes regiões, com destaque para os municípios de Sorriso, Sapezal, Nova Mutum, Campo Novo de Parecis, Diamantino, assim como Nova Ubiratã e Lucas do

Rio Verde. Em Goiás destacam-se na produção da soja os municípios de Rio Verde e Jataí na mesorregião sudeste. Na Bahia destacam-se os municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto, com relevante produção. O Distrito Federal apresentou produções entre 75 e 200 mil t. Municípios do noroeste de Minas Gerais se destacam com produções entre 200 e 600 mil t.

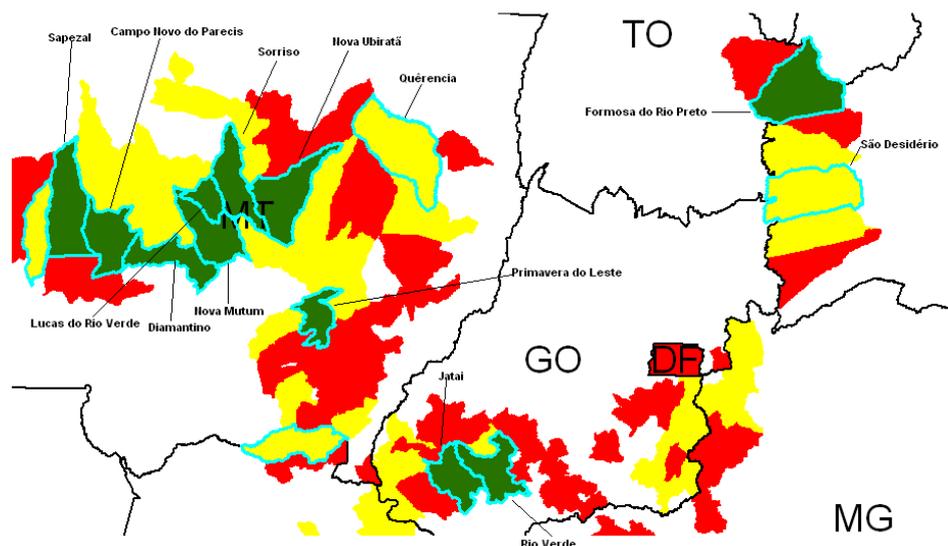


Figura 21 - Detalhe da produção da soja superior a 75 mil t em municípios dos Estados de Mato Grosso, Tocantins e Goiás, Distrito Federal e Oeste Baiano e Mineiro em 2009

A tabela 6 apresenta a quantidade produzida da soja nos anos de 1990 e de 2009, e o incremento de produção em t e porcentagem, para os municípios com maior produção no ano de 2009. A produção total brasileira foi de 9,7 milhões de t em 1990, alcançando um valor de 37 milhões de t em 2009. O incremento de produção nacional foi de 27 milhões de t, que representa um aumento de 282,9%. Dos 12 municípios com produção acima de 75 mil t em 2009, 8 localizam-se no Estado do Mato Grosso, um em Goiás e um no Estado da Bahia.

Tabela 6 – Quantidade Produzida da soja nos anos de 1990 e 2009 e o incremento registrado no período.

Município	UF	Quantidade Produzida em t		Incremento em t	
		1990	2009	t	%
Sorriso	MT	246 171	1 840 800	1 594 629	647,8
Sapezal	MT		1 112 783	1 112 783	
Nova Mutum	MT	126 351	1 049 400	923 049	730,5
Campo Novo do Parecis	MT	371 480	967 208	595 728	160,4
Diamantino	MT	205 674	879 225	673 551	327,5
Rio Verde	GO	184 800	735 000	550 200	297,7
Nova Ubitatã	MT		734 400	734 400	
Lucas do Rio Verde	MT	114 241	704 025	589 784	516,3
Primavera do Leste	MT	303 961	660 000	356 039	117,1
Formosa do Rio Preto	BA	23 187	638 357	615 170	2653,1
Jataí	GO	121 500	624 000	502 500	413,6
São Desidério	BA	91 999	586 500	494 501	537,5
Total acima de 75 mil t		9 664 415	37.005.517	27 341 102	282,9

A figura 22 mostra os cartogramas da espacialização da produção da soja nos anos de 1990, 1996, 2002, 2008 e 2009, parte da dinâmica espaço-temporal apresentada em anexo, na forma de mídia eletrônica. Em 1990, a produção da soja teve áreas de produção nos estados Paraná, Mato Grosso, Goiás e Bahia. As quantidades produzidas tiveram uma evolução constante no período, de 19 milhões de t em 1990, 23 milhões de t em 1996 e de 42 milhões de t em 2006. Em 2009 a cultura da soja ocupava praticamente toda a região sul e centro-oeste, com algumas áreas no oeste de Minas Gerais e da Bahia, além de áreas em Tocantins, Piauí e Maranhão, chegando a 57 milhões de t de produção.

A tabela 7 apresenta os indicadores de produção para a cultura da soja (área plantada, área efetivamente colhida, quantidade produzida e valor de produção) nos anos de 1990, 1996, 2002 e 2009, e as variações percentuais destes indicadores nos períodos entre 1990-1996, 1996-2002 e 2002-2009. Os indicadores de área plantada e colhida tiveram valores negativos no período de 1990-1996, fruto de uma retração ocorrida neste período. No mesmo período, no entanto, houve um incremento na quantidade produzida, fruto do aumento da produtividade.

Nos períodos entre 1996-2002 e 2002-2009 observam-se incrementos em todos os indicadores, com destaque ao valor de produção que sofreu incrementos de 257% e 120%, respectivamente, devido à posição privilegiada que o Brasil ocupou

nessas épocas, permitindo uma balança comercial positiva, sobretudo, em função da valorização dessa “commodity”.

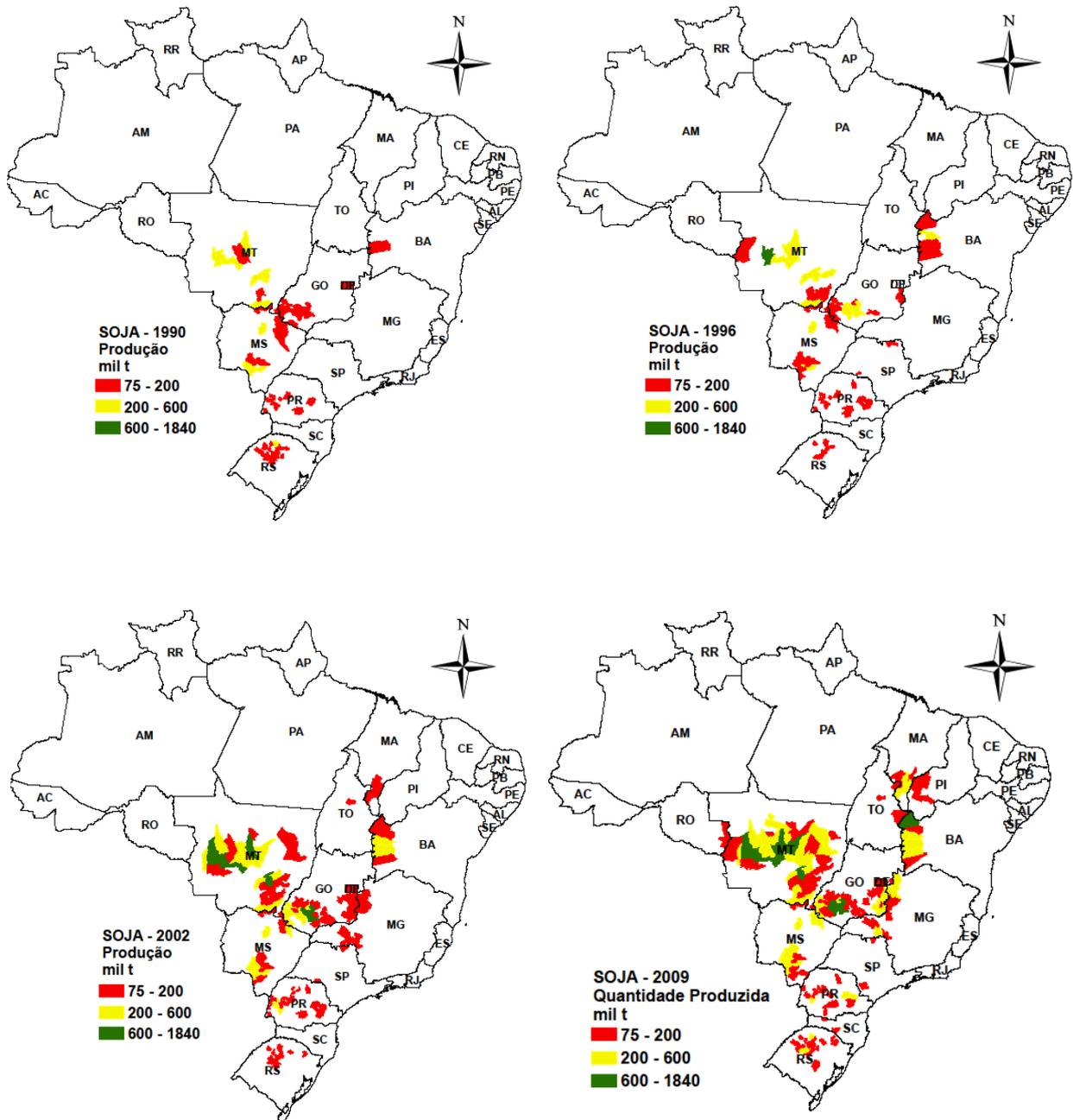


Figura 22 – Representação da dinâmica espaço-temporal da produtividade anual municipal da cultura da soja de 1990 a 2009.

Tabela 7 – Variações percentuais de área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção em diferentes períodos para a cultura da soja.

Área Plantada (ha)				
Ano	1990	1996	2002	2009
Incremento (%)				
Período	11 584 734	10 356 156	16 376 035	21 761 782
1990-1996		-10.61%		
1996-2002			58.13%	
2002-2009				32.89%
Área Efetivamente Colhida (ha)				
Ano	1990	1996	2002	2009
Período	11 487 303	10 299 470	16 359 441	21 750 468
1990-1996		-10.34%		
1996-2002			58.84%	
2002-2009				32.95%
Quantidade Produzida (t)				
Ano	1990	1996	2002	2009
Período	19 897 804	23 166 874	42 107 618	57 345 382
1990-1996		16.43%		
1996-2002			81.75%	
2002-2009				36.18%
Valor de Produção (R\$)				
Ano	1990	1996	2002	2009
Período		4 824 633	17 233 259	37 988 104
1990-1996				
1996-2002			257.19%	
2002-2009				120.43%

- Produtividade Anual Municipal Brasileira da soja

A produtividade média municipal (figura 23) é obtida pela relação entre a quantidade produzida e a área colhida informados ao IBGE. Para seu cálculo, foi considerado o nível mínimo de 3 t/ha, sendo que alguns poucos municípios apresentaram valores de até 6 t/ha, ou 100 sacas de 60 kg/ha, confirmando a fragilidade dos dados utilizados. A correção desta fragilidade será possível com a utilização de ferramentas de análise espacial estatística, como será visto mais adiante.

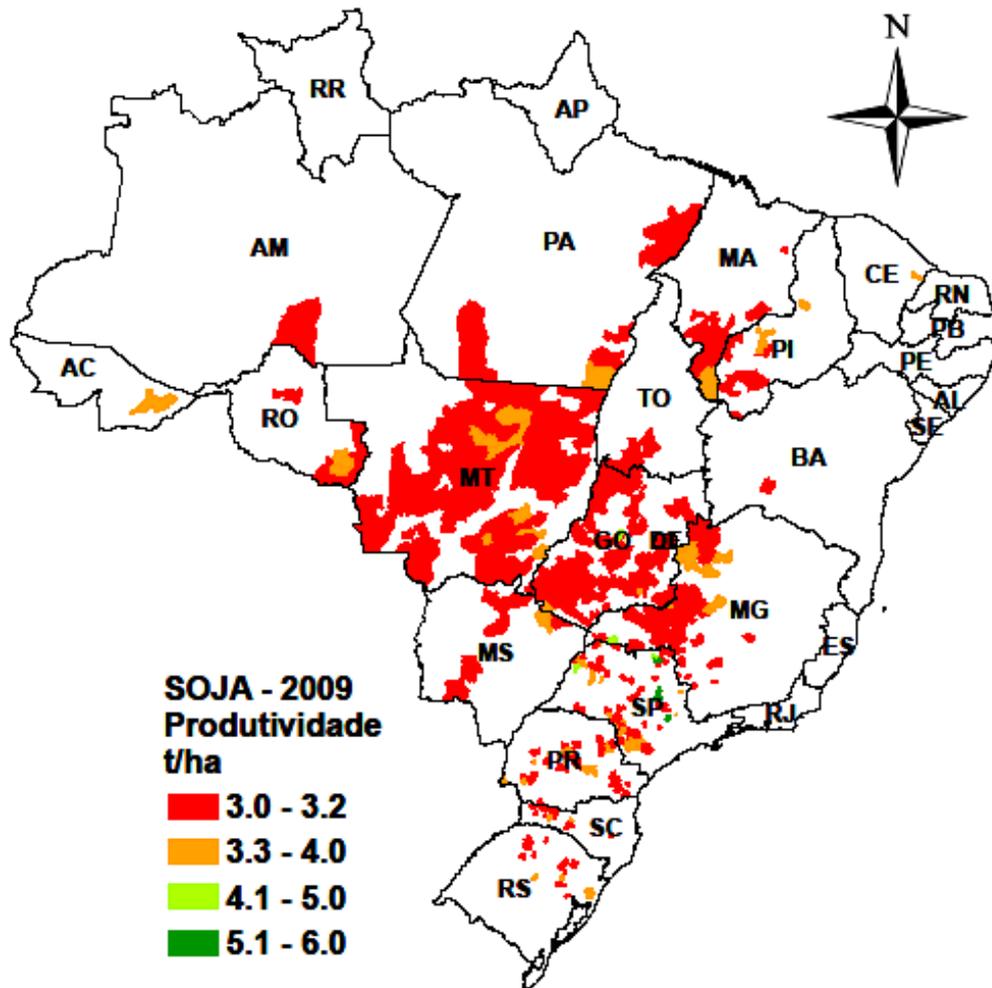


Figura 23 - Produtividade média da cultura da soja acima de 3 t/ha nos municípios brasileiros em 2009.

- Porcentagem de Perda de Área Anual Municipal (PPAAM) de Soja

A figura 24 apresenta a porcentagem de perda de área, diferença da área plantada e a área efetivamente colhida, em relação a perda de área verificada em todo o país. Foi considerada a porcentagem de perda de área superior a 1%. Valores altos de perda de área foram verificados na mesorregião de Dourados no Mato Grosso do Sul chegando a 26,5% das perdas nacionais.

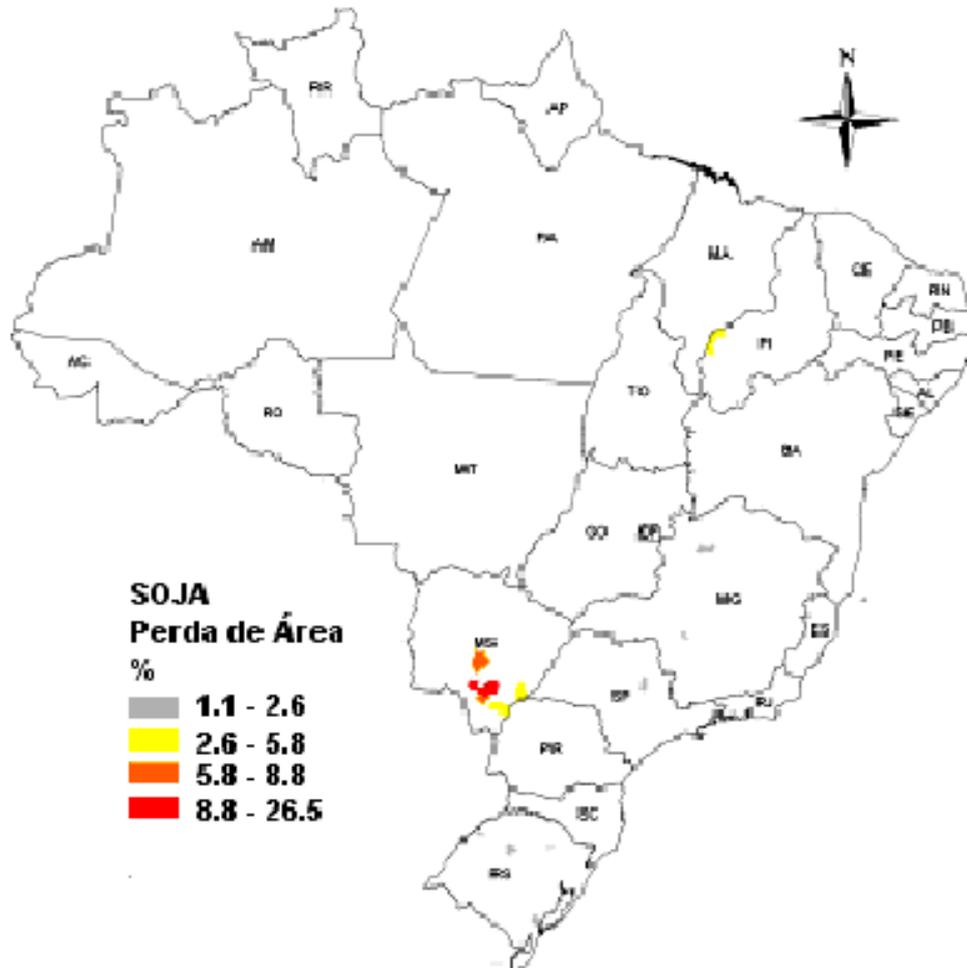


Figura 24 - Porcentagem da Perda de Área Anual Municipal da cultura da soja no Brasil em 2009.

- Porcentagem da Quantidade Produzida Anual Municipal da Soja

O indicador de porcentagem da quantidade produzida da soja para o ano de 2009 é apresentada na figura 25. A participação dos municípios em relação à quantidade produzida determina o grau de contribuição do município na produção nacional. As maiores participações são encontradas no estado de Mato Grosso, com mais de 1% do total nacional. O município de Montevidéu, no estado de Goiás participa da produção nacional em níveis superiores a 2,21%.

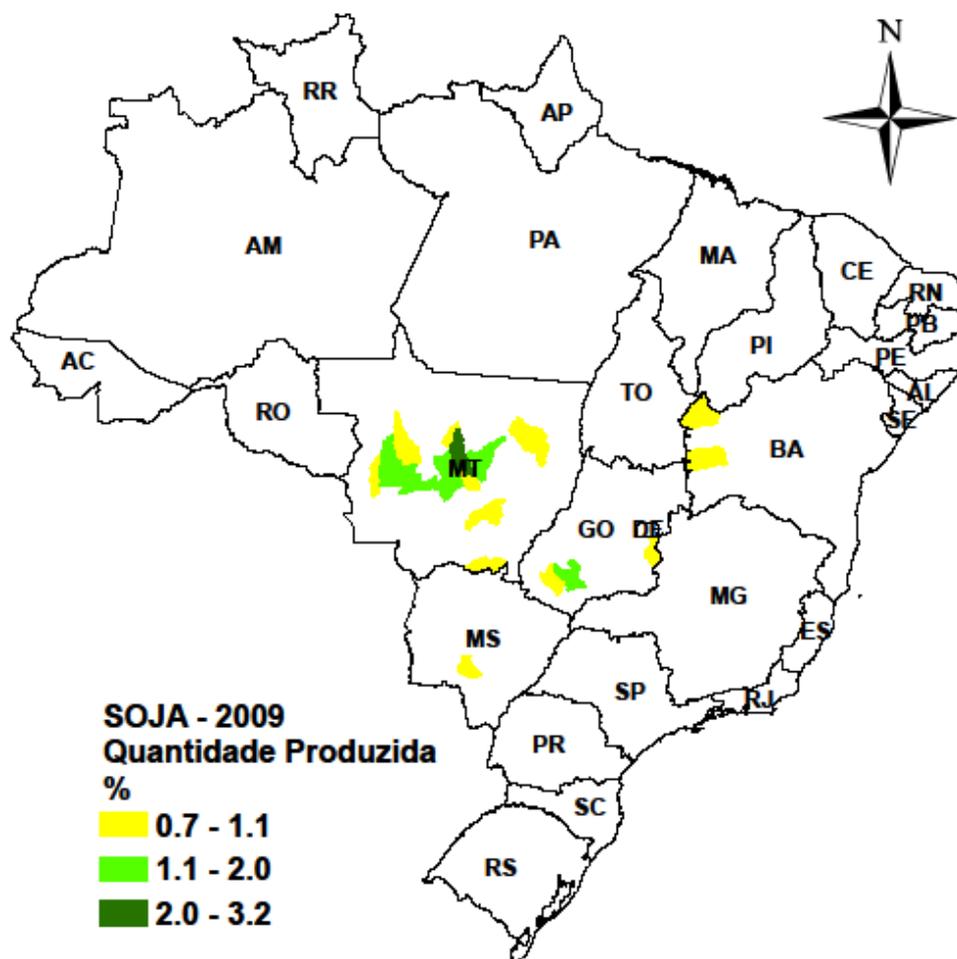


Figura 25 - Porcentagem da quantidade produzida da cultura da soja sobre a produção nacional no ano de 2009.

- Dinâmica Espacial da Cultura da soja - Análise Final

Os resultados mostraram uma alta concentração da produção da soja nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo. O total nacional de áreas plantadas com soja em 1900 foi de 11,5 milhões de ha, expandindo para 21,7 milhões de ha em 2009, um incremento aproximado de 87%. O total produzido foi de 19,8 milhões de t em 1990 e de 57 milhões de t em 2009, com um incremento de 188%. O valor da produção em 1994 foi de 3,8 milhões de reais, aumentando para 38 milhões de reais em 2009, o que significou um incremento de 890%.

Em nível regional, a produção na região centro-oeste foi de 28 milhões de t no ano de 2009. No sul, a produção foi de 18 milhões de t e no nordeste foi de 4 milhões de t. Em 2009 o Estado do Mato Grosso foi o maior produtor de soja, seguido por Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás. O maior percentual de participação da quantidade produzida ocorre, principalmente, nos Estados de Mato Grosso e Goiás.

Os municípios que apresentaram as maiores produções foram Jataí e Rio Verde em Goiás, Sapezal, Campo Novo de Parecis, Sorriso, Nova Ubiratã e Primavera do Leste em Mato Grosso, e Formosa do Rio Preto na Bahia.

3.4 A Cultura de Palma de Óleo (dendzeiro)

A cultura de palma de óleo tem alto potencial para a produção de biodiesel a partir da utilização do óleo de palma. Sua produção concentra-se no bioma Amazônia, nos estados do Pará e da Bahia, principalmente. No litoral da Bahia os dendzeais tem potencial para gerar renda com produção sustentada e ecologicamente limpa já que protege o solo contra o efeito da erosão e previne a degradação das terras, além de oferecer alta taxa de seqüestro de carbono. Trata-se de uma opção de reflorestamento para as áreas desmatadas em grau avançado de esgotamento (RAMALHO FILHO et al., 2010).

- Produção da Palma de Óleo nos Municípios Brasileiros.

A figura 26 mostra a dinâmica espacial da produção de palma de óleo (em cacho de cocos). Foi considerada a produção mínima de 5.250 t, com um máximo de 300,5 mil t. As maiores produções foram registradas no Pará, estado muito importante e com grandes possibilidades de expansão da cultura.

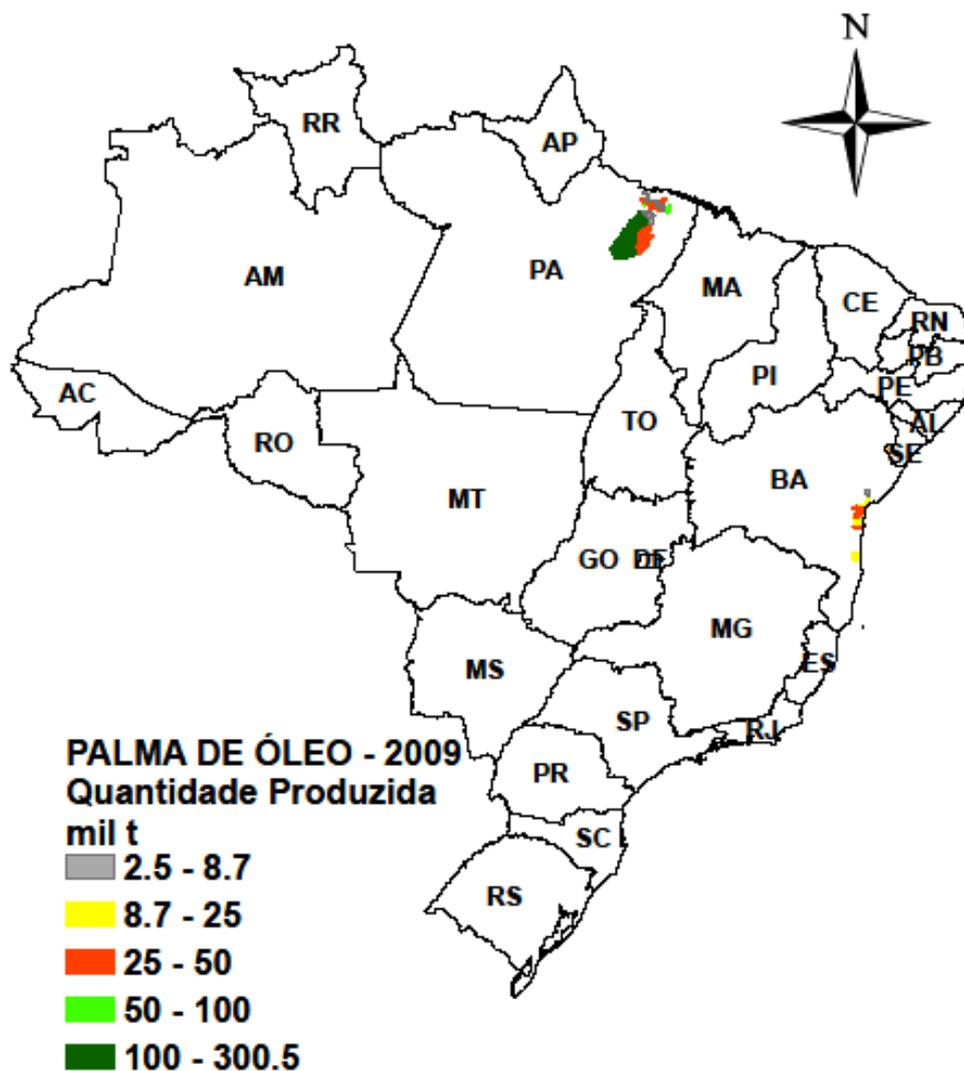


Figura 26 – Dinâmica Espacial da Produção de (cacho de cocos) superior a 5,25 mil t nos municípios brasileiros em 2009.

- Produtividade Anual Municipal Brasileira (PRAM) da Palma de Óleo

A espacialização do indicador de produtividade média é apresentada na figura 27. O mínimo considerado foi de 5 t/ha, tendo um valor máximo de 26,5 t/ha. As melhores produtividades se encontram no Estado do Pará, onde encontram-se as maiores usinas de esmagamento e produção de óleo de palma e palmiste.

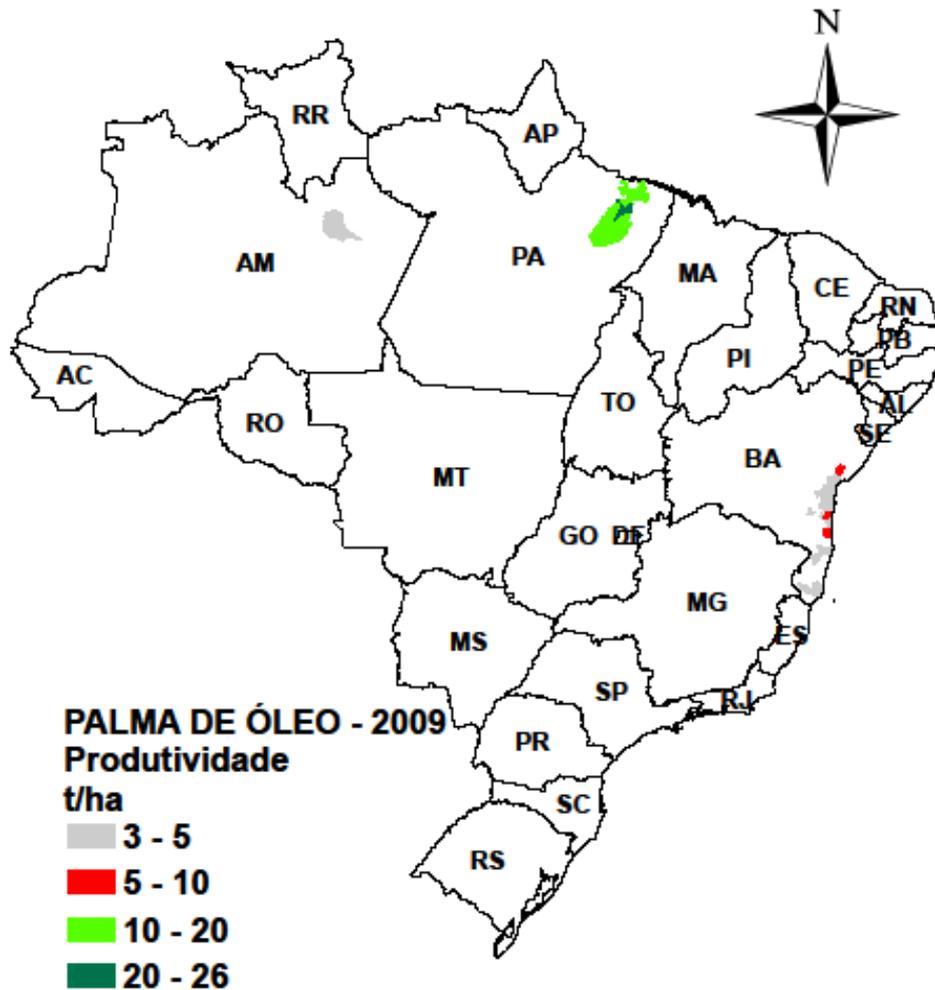


Figura 27 - Produtividade da cultura de palma de óleo (cacho de coco) superior a 3 t/ha nos municípios brasileiros em 2009.

A figura 28 apresenta a representação da dinâmica espaço-temporal da produtividade média da cultura de palma de óleo (em cacho de cocos) nos anos 1990, 1996, 2002 e 2009, parte da dinâmica espaço-temporal apresentada em vídeo. Os municípios com maior crescimento de produtividade estão concentrados no Pará e na Bahia. Esses cartogramas mostram também um aumento de produtividade nos municípios do Pará.

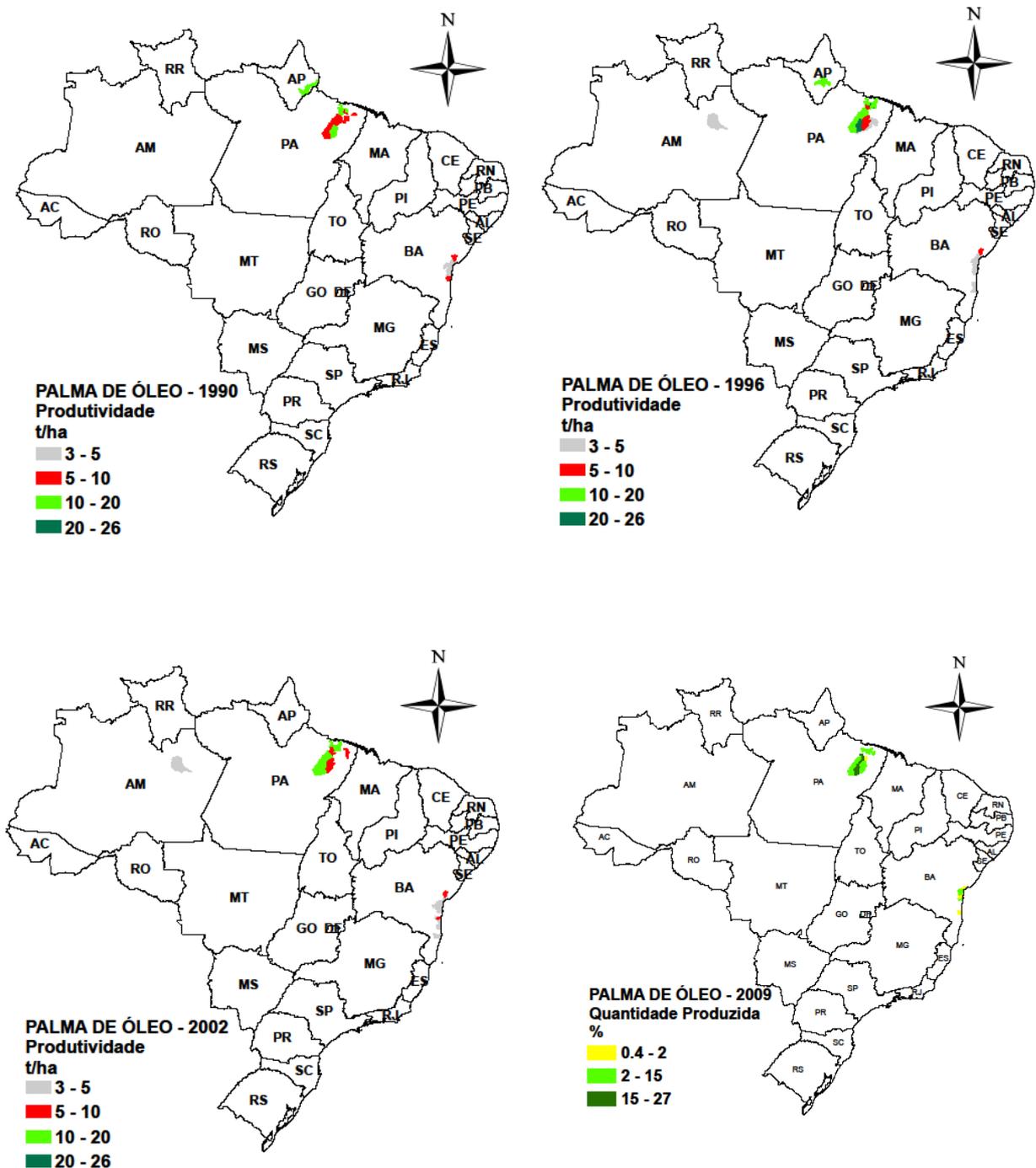


Figura 28 – Representação da dinâmica espaço-temporal da produtividade anual municipal da cultura de palma de óleo de 1990 a 2009.

- Dinâmica Espaço-Temporal da Cultura de Palma de Óleo: Análise Final.

Os municípios com a maior produtividade se encontram em Acará, Concórdia do Pará, Castanhal, Santa Bárbara do Pará, Moju e Tailândia no Estado do Pará. O total de áreas plantadas em 1990 foi de 71,5 mil ha, passando para 103,9 mil ha em 2009, um incremento de 45%. O total produzido em 1990 foi de 522 mil t e em 2009 de 1.122 mil t, havendo um incremento de 114%. O valor da produção aumentou em 65,1 mil reais em 1994 para 184,7 em 2009, o que significou um incremento de 183%. O aumento em produção foi reflexo do aumento da produtividade obtida na produção agrícola de cacho de cocos e também nas unidades agroindustriais. Este aumento está associado à forte demanda pelos óleos de palma e de palmiste, largamente empregados para fins comestíveis e na alimentação. Existe ainda a possibilidade de utilização da palma de óleo para produção de biocombustível (biodiesel) motivado pela alta produtividade dos dendezais em cacho de cocos e na extração de óleo. Na legislação brasileira a palma de óleo é considerada uma espécie que pode ser usada para reflorestar áreas desmatadas.

Considerando o período 1990-2009 temos aumento importante na produção de palma de óleo nos municípios em Acará, Castanhal, Bonito, Igarapé-Açu, Santa Bárbara do Pará e Tomé-Açu, todos no Estado do Pará. Menores aumentos foram observados em Moju, Santo Antônio do Tauá e Tailândia. No Estado da Bahia, somente o município de Cairu teve leve aumento.

3.5 A Cultura de Algodão

A produção brasileira de algodão herbáceo, cultura de ciclo anual cultivada inicialmente nas áreas de São Paulo e Rio de Janeiro em meados do século XX, sofrendo uma alteração bastante grande até o início dos anos 90, quando já atingia várias áreas do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. A produção de fibras a partir do algodão herbáceo é a base da indústria de roupas além de ser componente de vários outros produtos industrializados.

- Produção de algodão nos municípios brasileiros.

A produção de algodão nos municípios brasileiros é apresentada na figura 29 considerando produções municipais em 2009 acima de 40 mil t. A maior produção foi de 485,6 mil t.

No extremo oeste da Bahia, o município de São Desidério produziu, em 2009, 485 mil toneladas de algodão. No Mato Grosso, três municípios produziram quantidades importantes, como Sapezal, com 194 mil toneladas; Campo Verde, com 182 mil toneladas; e Diamantino; com 106 mil toneladas. O município de Correntina produz 105 mil toneladas, sendo os valores de produção mais importantes aqueles que ultrapassam a quantidade de 100 mil toneladas.

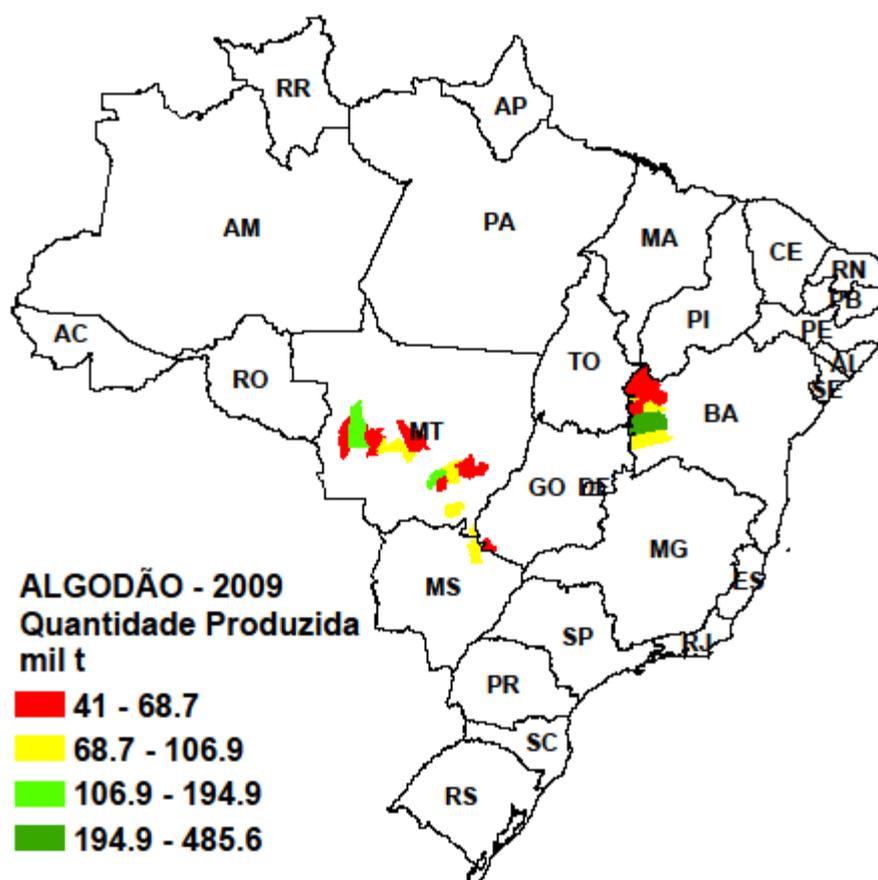


Figura 29 - Produção de algodão superior a 40 mil toneladas, nos municípios brasileiros, em 2009.

- Produtividade Anual Municipal Brasileira de Algodão

A figura 30 apresenta as produtividades médias calculadas da cultura de algodão, considerando produtividades acima de 2 t/ha. As produtividades mais expressivas são observadas em municípios da região centro-oeste e no oeste dos Estados de Minas Gerais e Bahia, além de municípios no sul do Piauí e Maranhão.

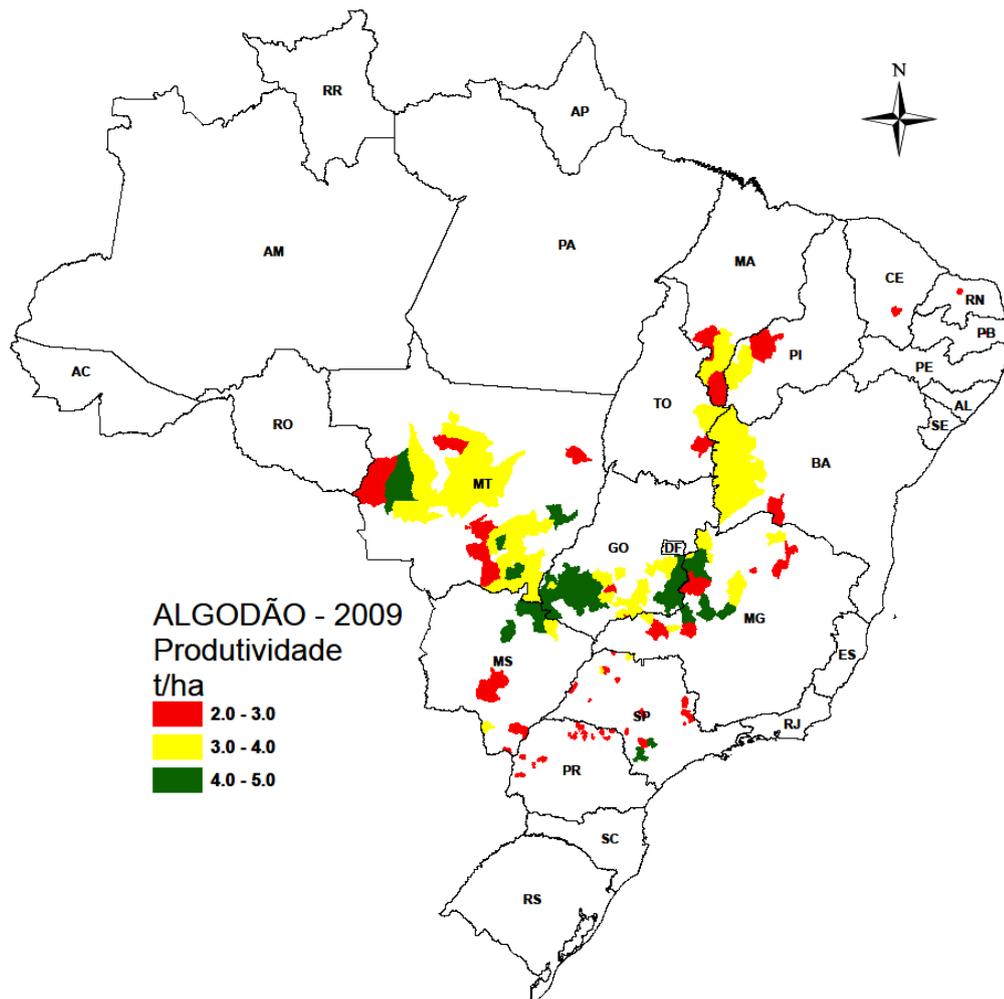


Figura 30 - Produtividade média da cultura de algodão acima de 2 t/ha nos municípios brasileiros em 2009.

A figura 31 detalha as regiões onde estão os municípios que apresentaram maiores produtividades de algodão. Em Mato Grosso, o município de Alcinópolis teve uma produtividade de 4.8 t/ha; São Gabriel do Oeste teve 4,6 t/ha; e Pedra Preta teve 4,5 t/ha. O município de Presidente Olegário, no noroeste de Minas

Gerais, bem como Caiapônia e Rio Verde, em Goiás, apresentaram relevantes produtividades.

Considerando o indicador de produtividade, somente três estados apresentaram as melhores produtividades, em ordem decrescente, que são Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.

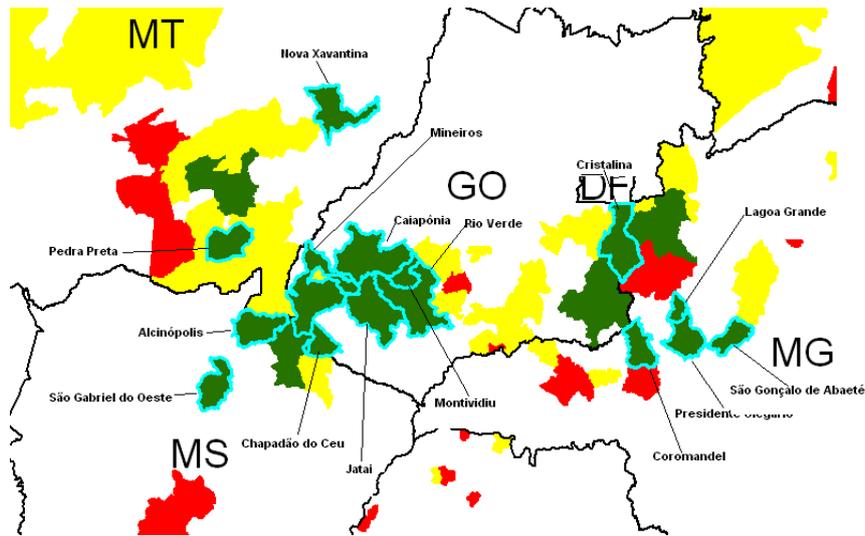


Figura 31 - Produtividade de algodão nos estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso, em 2009.

A Figura 32 apresenta cartogramas do indicador de produtividade média de algodão dos anos 1990, 1996, 2002 e 2009, parte da dinâmica espaço-temporal disponível em anexo em mídia eletrônica. A observação da animação permite observar a expansão, com o tempo, da produtividade média calculada de municípios localizados no Bioma Cerrados. Fato importante a ser levado em conta são os altos índices de produção alcançados pelos municípios dos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

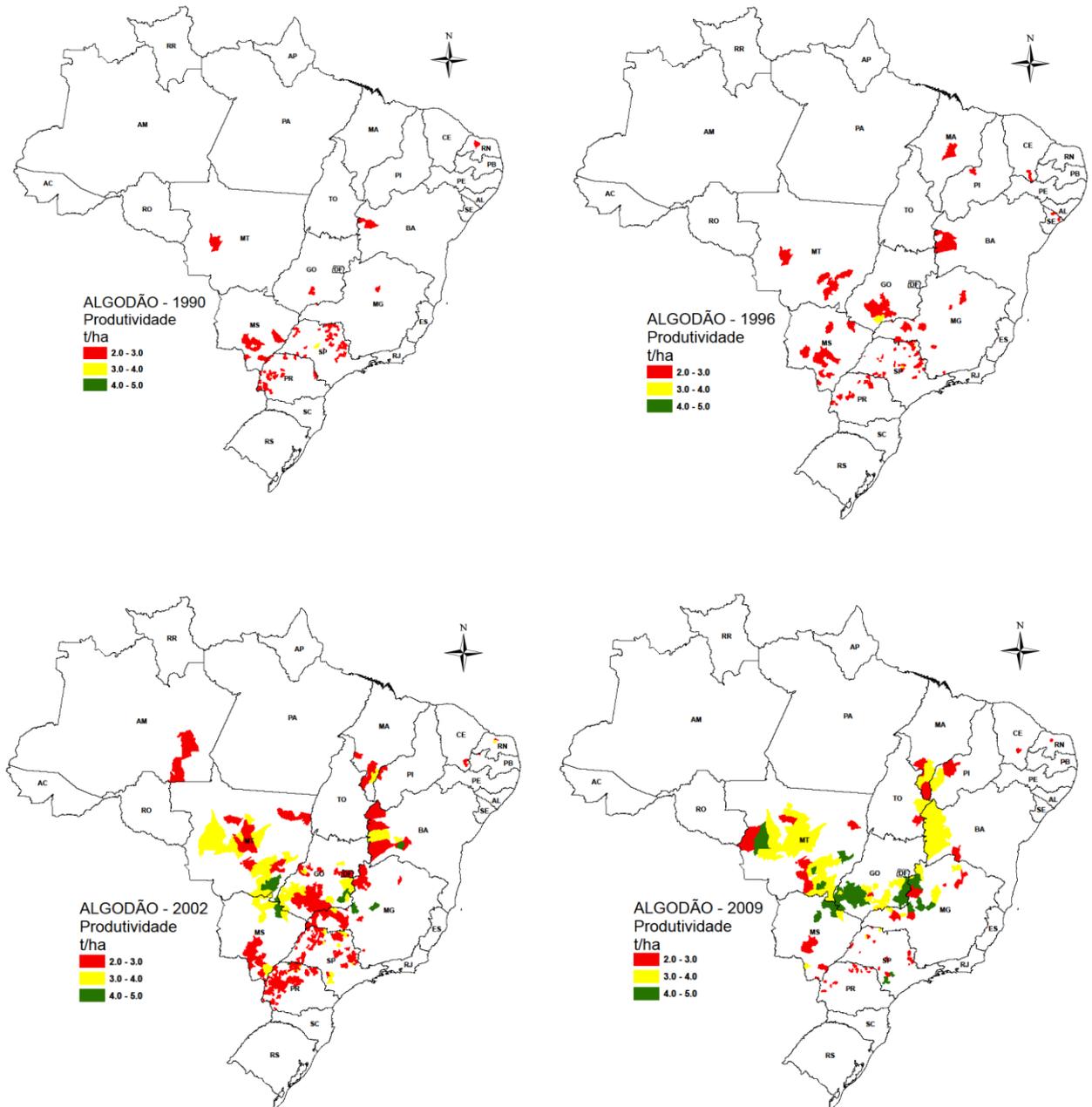


Figura 32 – Representação da Dinâmica Espaço-Temporal da Produtividade Anual Municipal da cultura de algodão de 1990 a 2009.

- Porcentagem da Quantidade Produzida Anual Municipal da Cultura de Algodão

A Figura 33 apresenta a porcentagem da quantidade produzida nos municípios em relação à produção nacional de algodão no ano de 2009. Foram consideradas porcentagens maiores de 0,5%, alcançando o nível de 16,8% em São Desidério, situado no extremo oeste baiano. Correntina e Barreiras tem também uma

significativa contribuição. Os municípios de Sapezal, Campo Verde e Diamantino no Mato Grosso tem produções superiores a 100 mil t.

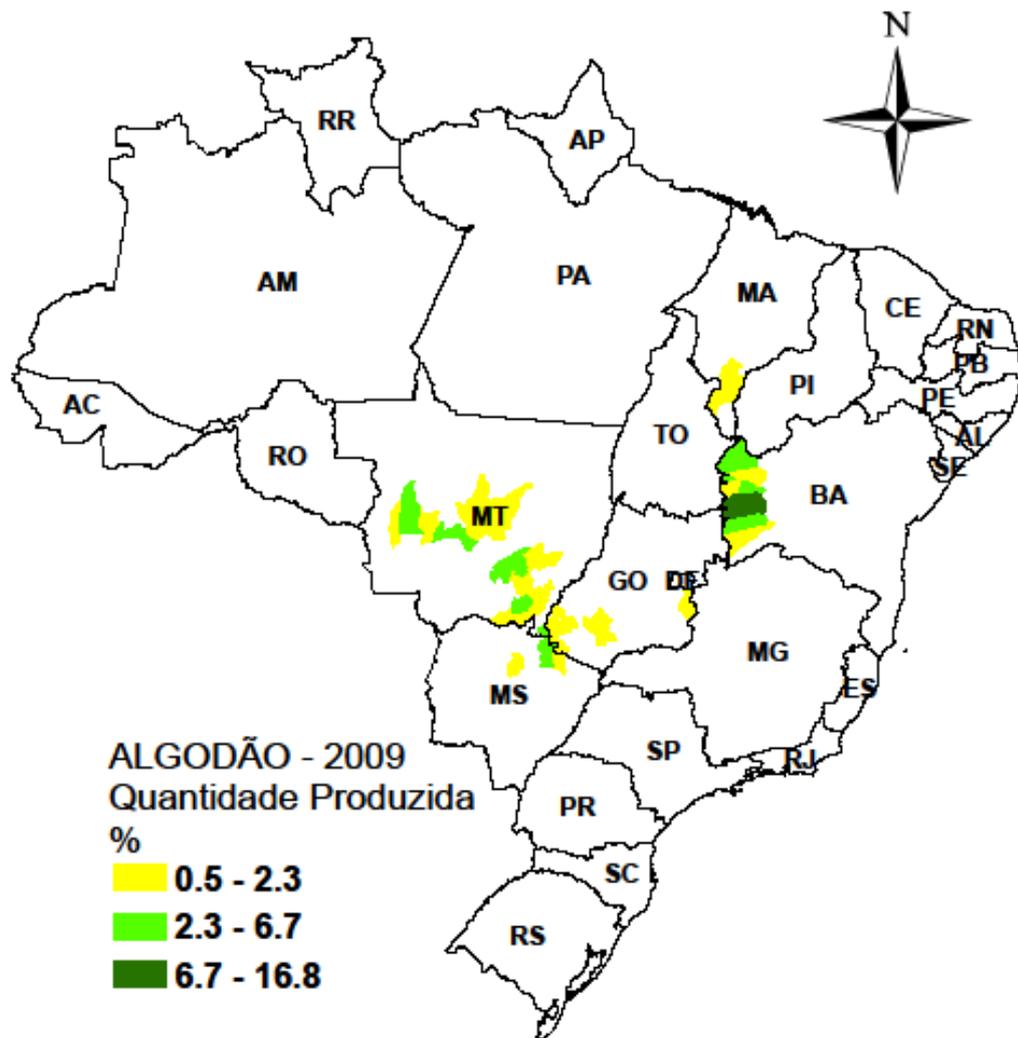


Figura 33 – Porcentagem da quantidade produzida da cultura de algodão sobre a produção nacional no ano de 2009.

- Dinâmica Espaço-Temporal da Cultura de Algodão: Análise Final

Na microrregião de Alto Taquari, no Mato Grosso do Sul, encontram-se as maiores produtividades de algodão, alcançando 4,8 e 4,6 t/ha. No sudeste mato-grossense, no município Pedra Preta alcançou a 4,5 t/ha. Considerando a produtividade, somente os Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás

tiveram valores acima da média. Os resultados mostram uma alta concentração em Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais, com tendência de crescimento em áreas da Bahia e de Mato Grosso do Sul.

O total de áreas plantadas em 1990 foi de 1,5 milhões de ha passando a ter, em 2009, 0,8 milhões de ha, uma redução de 46%. Em 1990 o total produzido foi de 1,7 milhões de t e em 2009 de 2,8 milhões de t, com um incremento de 62%. O valor da produção teve um incremento de 519% passando de 558 milhões de reais em 1994 para 3.458 milhões de reais em 2009.

Em nível regional a produção foi de 178,7 mil t na região centro-oeste. Na região nordeste a produção alcançou 997,7 mil t, concentrada no oeste da Bahia e no Sul de Piauí e Maranhão.

A nível estadual o Estado de Mato Grosso produziu 1,4 milhões de tem 2009. O Estado da Bahia produziu 0,9 milhões de t e Goiás chegou a produzir 230 mil t.

Em termos municipais, em Minas Gerais, destacam-se pelo volume da produção, Lagoa Grande, São Gonçalo do Abaeté, Coromandel. Em Goiás, Rio Verde, Montevideu, Jataí estão entre os principais produtores. O percentual de participação no valor da produção de algodão é alta na Bahia e em Mato Grosso.

3.6 Variação da produção das principais culturas entre 1990 e 2009

3.6.1 Cultura da Cana-de-Açúcar

Desde a época colonial até o início dos anos 1970, o cultivo da cana-de-açúcar, no Brasil, tinha como objetivo a produção do açúcar exclusivamente destinada para fins alimentícios. Os resíduos usados na produção de etanol, até então, tinham níveis ainda não significativos.

No início da década de 1990, surge, portanto, um novo conceito em torno do tema energia denominado energia renovável, que resultou na descoberta do álcool como combustível veicular. A partir de 2000, inicia-se a produção, em grande escala, de carros com a tecnologia “flex-fuel”, ou seja, a que permite ao dono do veículo optar por fazê-lo circular à gasolina ou a etanol.

Os altos custos do petróleo e as pesquisas bem sucedidas da cultura da cana-de-açúcar, em curto prazo, acarretaram num crescimento na produção desta

matéria-prima. O emprego de energias renováveis, substituindo o uso de energias fósseis e reduzindo as emissões CO₂, na atmosfera, alavancaram novamente a produção de cana de açúcar, no país. Tais fatores têm impulsionado a economia em direção a mudanças na produção de cana-de-açúcar. O período de 1990 a 2009 é considerado importante para o setor agrícola, nos campos da alimentação e da energia.

A abordagem empregada na análise de agrupamento de municípios, com base nas suas similaridades, possibilitou a identificação de taxas de aumento ou de decréscimo da produção por município.

A Figura 34 apresenta a dinâmica espacial da variação de produção de cana-de-açúcar no período 1990 e 2009 considerando produções acima de 60 mil t. Observa-se que o crescimento na produção se dá em São Paulo, com forte expansão para os Estados de Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais.

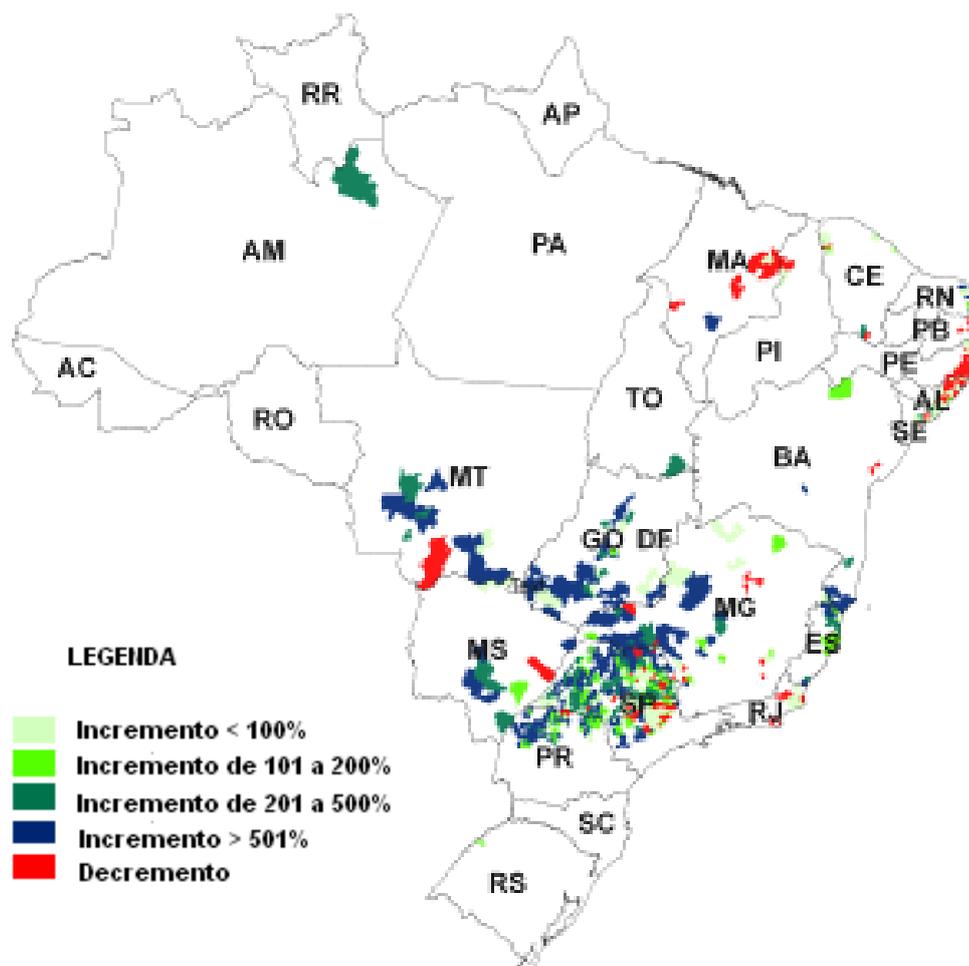


Figura 34 – Variação de produção de cana-de-açúcar acima de 60 mil t no período 1990 e 2009 nos municípios brasileiros.

Entre os municípios com aumento relevante na produção de cana-de-açúcar entre 1990 e 2009 encontra-se Morro Agudo (Tabela 8). Variações acima de 1000% foram observadas em Barretos, Conceição das Alagoas, Ituverava e Quirinópolis, função da instalação de usinas sucroalcooleiras nestas localidades.

Tabela 8 – Municípios com Aumento Relevante na Quantidade Produzida de Cana-de-açúcar entre 1990 e 2009.

Município	UF	Produção em 2009 t	Produção 2009 – Produção 1990 t	Variação
Morro Agudo	SP	7 945 800	5 945 800	201 a 500%
Barretos	SP	5 481 000	5 185 100	> 501%
Rio Brillhante	MS	6 261 596	4 937 996	201 a 500%
Conceição das Alagoas	MG	3 984 000	3 947 550	> 501%
Ituverava	SP	3 760 000	3 676 640	> 501%
Guararapes	SP	4 190 490	3 562 340	> 501%
Batatais	SP	3 782 500	3 282 500	> 501%
Paraguaçu Paulista	SP	4 688 000	3 263 720	201 a 500%
Barra do Bugres	MT	3 627 357	3 030 116	> 501%
Miguelópolis	SP	3 341 970	2 974 770	> 501%
Uberaba	MG	4 227 500	2 862 500	201 a 500%
Novo Horizonte	SP	3 320 010	2 663 410	201 a 500%
Jardinópolis	SP	4 333 440	2 583 440	101 a 200%
Olímpia	SP	3 330 000	2 530 716	201 a 500%
Colômbia	SP	2 493 456	2 489 856	> 501%
Maracaju	MS	2 814 667	2 431 154	> 501%
Santa Helena de Goiás	GO	3 060 000	2 393 600	201 a 500%
São Carlos	SP	2 963 856	2 363 856	201 a 500%
Frutal	MG	2 455 120	2 335 720	> 501%
Ipuã	SP	2 520 000	2 319 600	> 501%
Bebedouro	SP	2 457 000	2 161 000	> 501%
Araraquara	SP	4 410 000	2 100 000	< 100%
Denise	MT	2 178 779	2 098 266	> 501%
Ituiutaba	MG	2 125 000	2 097 000	> 501%
Paulo de Faria	SP	2 190 450	2 091 900	> 501%
Canápolis	MG	2 790 000	2 046 000	201 a 500%

A seqüência das ilustrações apresentada na figura 35 mostra a variação da produção da cana-de-açúcar nos períodos de 1990-1996;1996-2002; 2002-2009. Observa-se uma alta concentração de produção da cultura em São Paulo no período de 1990-1996, seguido por Paraná, Mato Grosso e Goiás. No período 1996-2002 observa-se uma variação negativa importante, a qual pode ser devido a fator conjuntural da produção, desequilíbrio temporal ou ciclo vegetativo. Um crescimento em relação ao período anterior ainda é observado. No período 2002 a 2009 observa-se um crescimento muito importante em São Paulo, Goiás e Minas Gerais.

O Estado do Paraná volta a ter incrementos importantes e se nota uma tendência de expansão para Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais.

A cultura continua enraizada fortemente em São Paulo mais se poderia prever que a futuro outros focos terão origem nos Estados de Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, evidenciado pela variação positiva acima de 500% observada no período de 2002 e 2009.

O cartograma que apresenta a variação de produção indica que existe uma expansão significativa da cultura, havendo uma preferência em relação às outras culturas. Nas áreas onde não havia produção ou havia pouca produção de cana-de-açúcar foi observado um crescimento acima de 1000%, ou seja, um aumento acima de 10 vezes. Isto acontece nas regiões centro-oeste e sudeste, e em alguns municípios da região nordeste.

A tabela 9 apresenta os municípios incorporados à produção de cana-de-açúcar no período 2002-2009 e que alcançaram produção superior a 100 mil t em 2009. As incorporações mais importantes foram observadas no Estado de São Paulo (14,1 milhões de t), segundo de Goiás (11,7 milhões de t) e Mato Grosso do Sul (5,4 milhões de t).

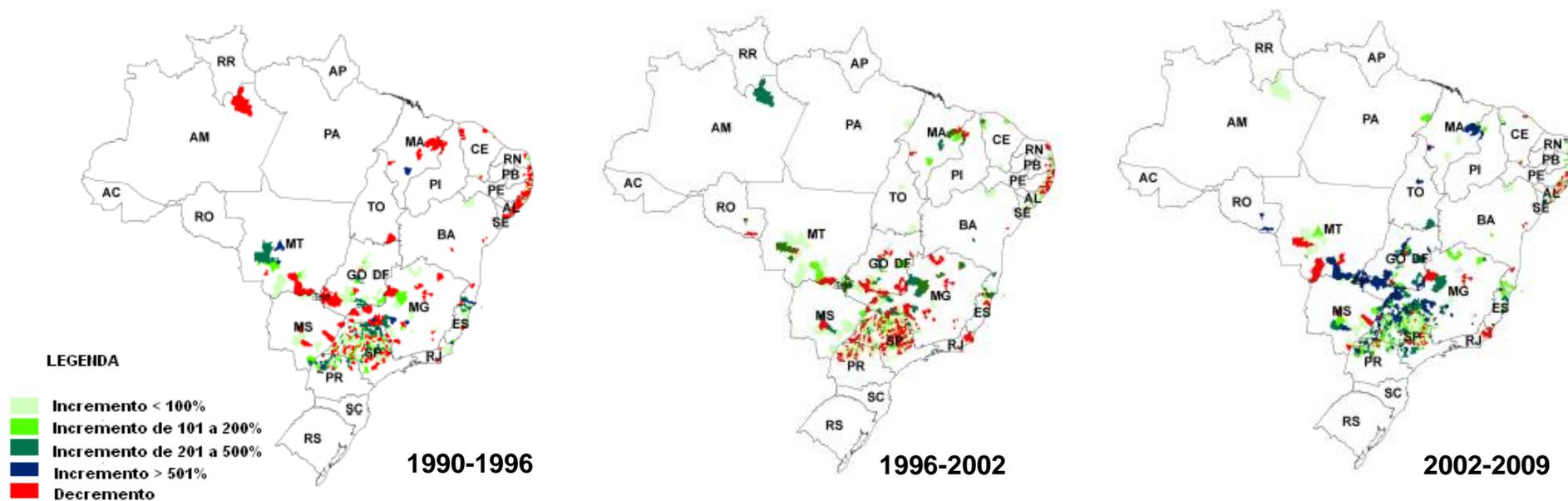


Figura 35 – Variação de produção de cana-de-açúcar acima de 60 mil t nos períodos de 1990-1996;1996-2002; 2002-2009

Tabela 9 – Municípios incorporados à produção de cana-de-açúcar no período 2002-2009 acima de 100 mil t.

Município	UF	Variação em t	Município	UF	Variação em t
Quirinópolis	GO	3 072 000	Araguari	MG	440 000
Gouvelândia	GO	2 254 000	São Simão	GO	420 000
Edéia	GO	1 374 240	Laguna Carapã	MS	410 000
Sandovalina	SP	1 360 000	Floreal	SP	409 680
Nova Independência	SP	1 166 000	Adolfo	SP	394 560
Angélica	MS	1 127 465	Emilianópolis	SP	360 000
Ilha Solteira	SP	985 860	Jardim Olinda	PR	347 195
Chapadão do Sul	MS	901 670	Américo de Campos	SP	316 262
Chapadão do Céu	GO	818 500	Pontalina	GO	290 500
Terra Rica	PR	796 932	Piquerobi	SP	278 900
Vicentinópolis	GO	780 000	Amaporã	PR	270 840
Mesópolis	SP	772 830	Macedônia	SP	250 000
Paranaiguara	GO	763 600	Costa Rica	MS	220 000
Queiroz	SP	749 700	Cachoeira Alta	GO	212 500
Montevidéu	GO	725 200	Uru	SP	192 480
Cardoso	SP	720 000	Jateí	MS	184 110
Itapura	SP	682 683	Tupi Paulista	SP	184 000
Ouro Verde	SP	656 760	Álvares Florence	SP	176 000
Paranaíba	MS	637 500	Mirassolândia	SP	176 000
Paulicéia	SP	598 000	Campina do Monte Alegre	SP	163 100
Ponta Porã	MS	572 715	Batayporã	MS	142 942
Brejo Alegre	SP	534 000	Vicentina	MS	140 250
Monte Castelo	SP	532 565	Itaporã	MS	139 874
Bambuí	MG	509 550	Indianópolis	MG	136 000
Jaci	SP	502 020	Nova Ponte	MG	135 000
Iguatemi	MS	501 904	Ribeirão dos Índios	SP	130 000
Rubinéia	SP	495 000	Caarapó	MS	123 659
Caçu	GO	484 500	Eldorado	MS	116 370
Cachoeira Dourada	GO	481 000	Aparecida d'Oeste	SP	114 000
Zacarias	SP	480 000	Mariópolis	SP	112 000
Herculândia	SP	478 620	Deodópolis	MS	111 492
Mirassol d'Oeste	MT	469 795	Taquarussu	MS	111 000
Campos de Júlio	MT	450 622	Curvelândia	MT	101 817

3.6.2 Cultura de milho

O principal produtor de milho no mundo continua a ser os EUA, sendo que no Brasil já se obteve uma produção de 262,7 milhões de t no ano de 1990. Em 2009 este valor passou a 672 milhões de t, um incremento de 155,9%.

Na Figura 36 é apresentada a distribuição geográfica da variação da produção de milho no período 1990-2009 considerando os municípios com produção acima de 100 mil t em 2009. É observado uma forte expansão na produção no Estados de Mato Grosso e Bahia, e no limite entre Minas Gerais e Goiás. É observada uma migração da cultura para os Estados de Mato Grosso e Bahia, e nos municípios na fronteira entre Goiás e Minas Gerais. O Estado do Mato Grosso passou a ser o

estado mais importante para a produção do milho (Tabela 10). Uma variação negativa é observada em municípios dos Estados de Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A transferência da produção de suínos e aves para o centro-oeste e a substituição da cultura de milho pela cana-de-açúcar são as possíveis razões.

Tabela 10 – Municípios com aumento relevante na quantidade produzida de milho entre os anos de 1990 e 2009.

Município	UF	Produção em 2009 t	Produção 2009 – Produção 1990 t	Variação
Sorriso	MT	903 000	895 080	> 501%
Lucas do Rio Verde	MT	809 370	805 229	> 501%
Campo Novo do Parecis	MT	576 100	514 375	> 501%
Jataí	GO	537 000	447 000	201 a 500%
Rio Verde	GO	508 000	257 830	101 a 200%
Nova Mutum	MT	478 200	475 080	> 501%
Cristalina	GO	468 000	458 760	> 501%
São Desidério	BA	436 507	425 547	> 501%
Primavera do Leste	MT	385 220	375 058	> 501%
Uberaba	MG	347 880	279 312	201 a 500%
Campo Verde	MT	326 208	298 938	> 501%
Unai	MG	296 500	275 980	> 501%
Brasília	DF	282 998	237 638	> 501%
Maracaju	MS	272 352	234 552	> 501%
Montividiu	GO	257 250	208 050	201 a 500%
Itaberá	SP	248 000	193 400	201 a 500%
Toledo	PR	236 400	155 100	101 a 200%
Formosa do Rio Preto	BA	226 368	225 990	> 501%
Castro	PR	221 200	107 705	< 100%
Mineiros	GO	215 100	183 100	> 501%
Carira	SE	213 840	212 801	> 501%
Barreiras	BA	211 896	206 871	> 501%
Chapadão do Sul	MS	210 600	157 800	201 a 500%
Itapeva	SP	210 000	168 000	201 a 500%
Diamantino	MT	209 115	199 707	> 501%
São Gabriel do Oeste	MS	207 600	191 400	> 501%

Na figura 37 são apresentadas as variações de produção de milho nos períodos de 1990-1996, 1996-2002 e 2002-2009 para produções acima de 100 mil t. No período 1991-1996 houve um incremento importante nos municípios dos Estados de Mato Grosso e Bahia, assim como no limite entre Minas Gerais e Goiás. No período 1996-2002 foram observados municípios com variações negativas, que foi recuperado no período 2002-2009.

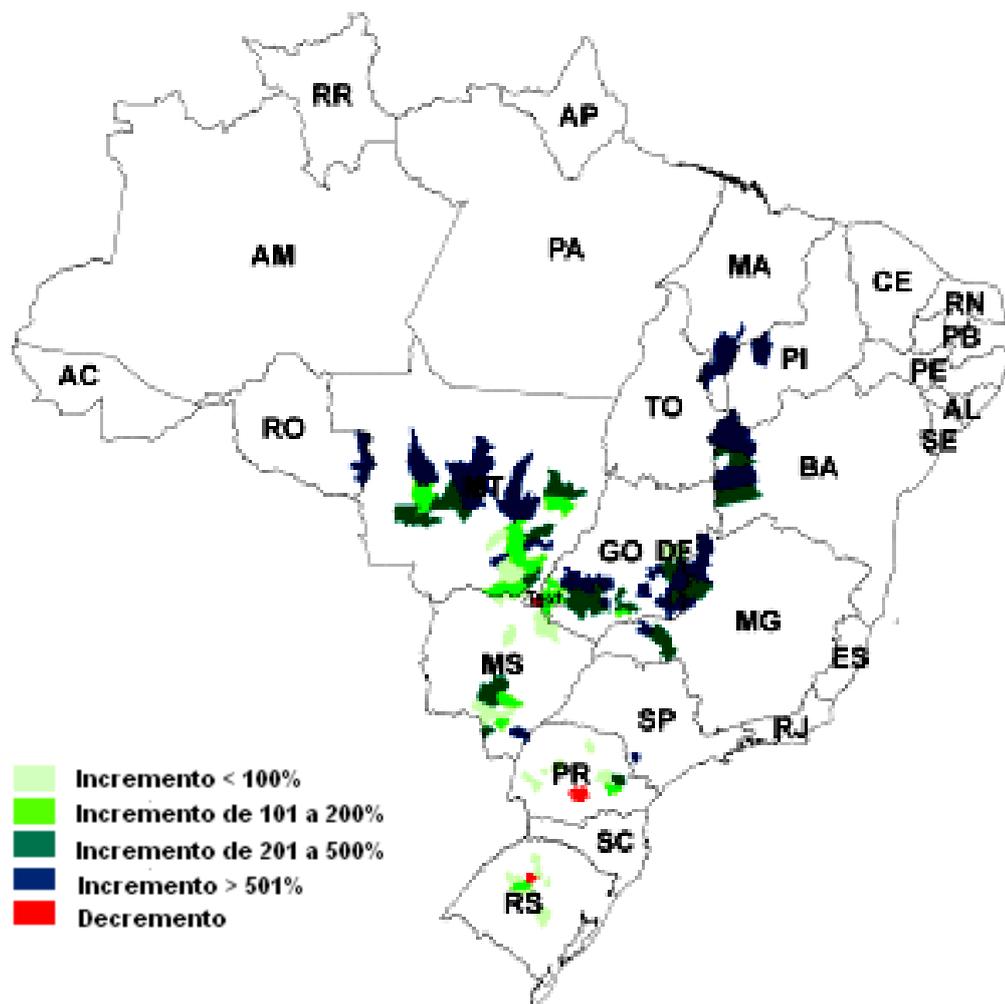


Figura 36 - Distribuição geográfica da variação de quantidade produzida de milho acima de 100 mil toneladas, entre 1990 e 2009.

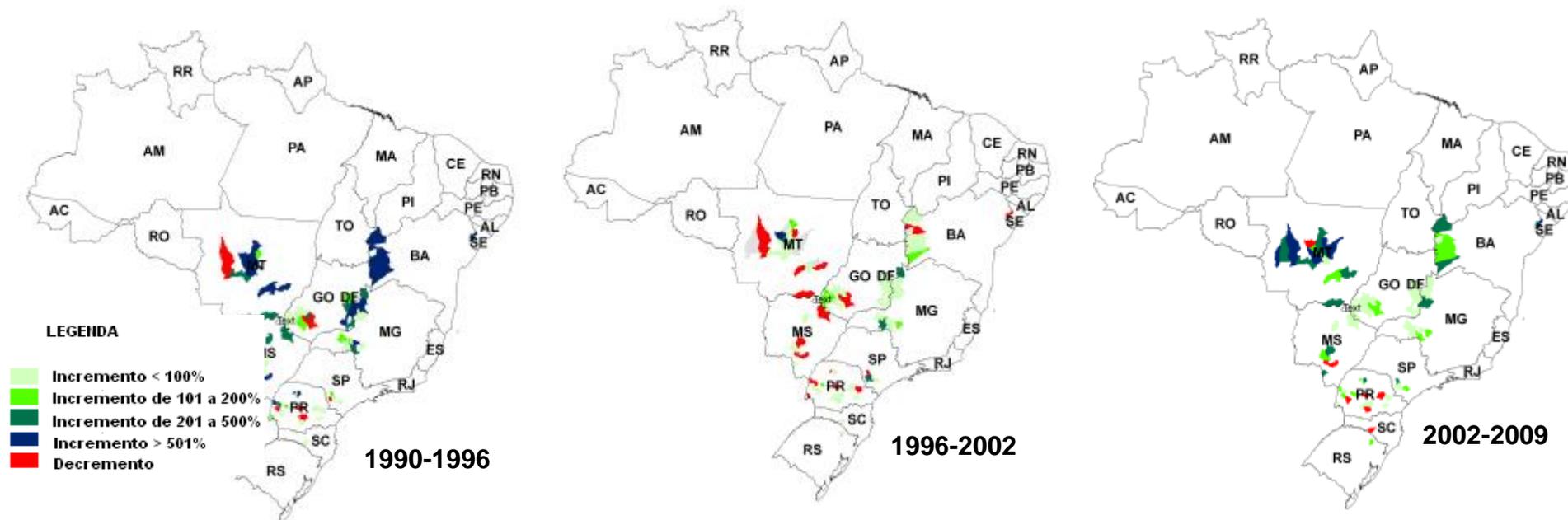


Figura 37 – Variação de produção de milho acima de 100 mil t nos períodos de 1990-1996;1996-2002; 2002-2009.

3.6.3 Cultura de Soja

Na figura 38 é apresentada a distribuição geográfica da variação da produção da soja no período 1990-2009, considerando apenas os municípios com produção superior a 75 mil t em 2009. As variações positivas mais importantes foram observadas em municípios de Mato Grosso, oeste da Bahia, no sudoeste e leste de Goiás e região de Dourados no Mato Grosso do Sul. Por outro lado, a expansão da cultura nos municípios dos estados da região sul e em São Paulo foram mínimos, ocorrendo variações negativas em alguns municípios na região centro-sul do Paraná e na região do planalto no Rio Grande do Sul. Em São Paulo o crescimento da soja aconteceu somente na mesorregião de Itapetininga.

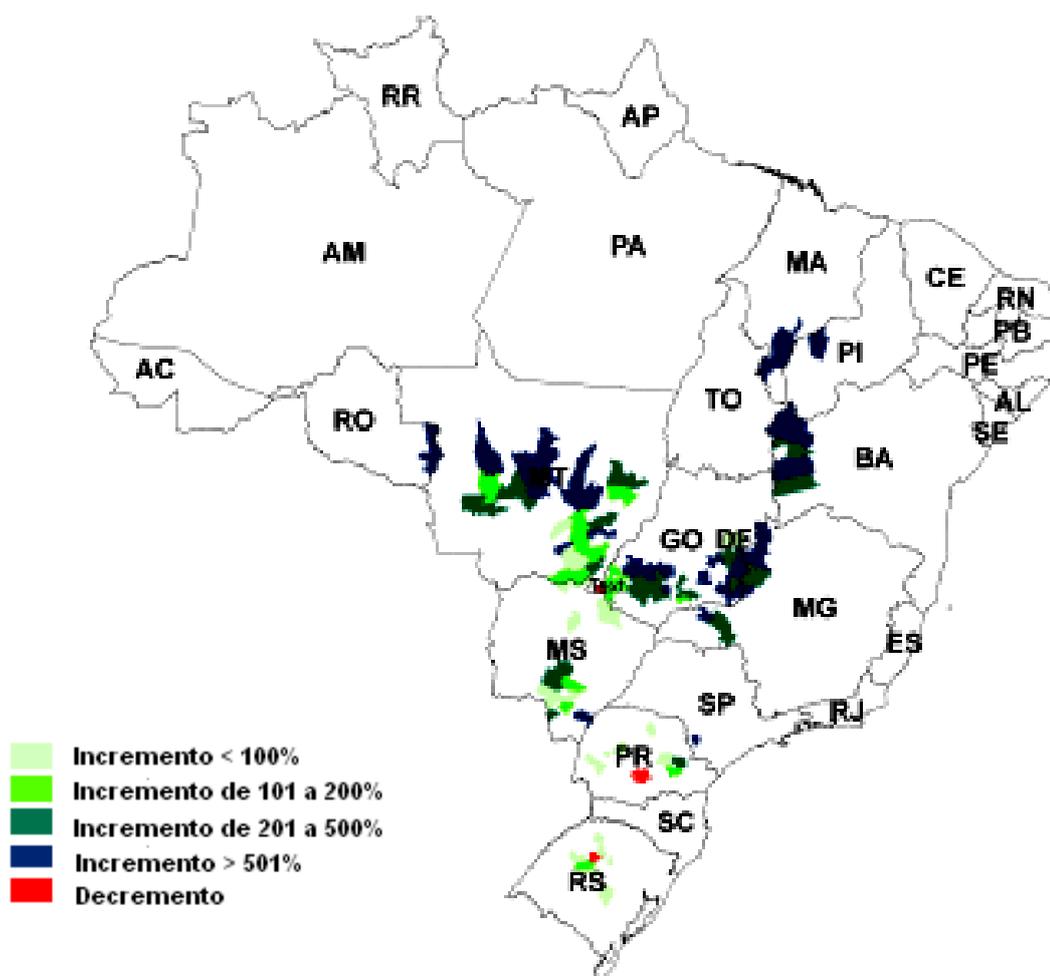


Figura 38 - Distribuição geográfica da variação de quantidade produzida de soja acima de 75mil toneladas, entre 1990 e 2009.

A tabela 11 apresenta os municípios com variação mais importante de quantidade produzida, classificados segundo a produção observada em 2009. As variações mais importantes aconteceram nos municípios do Estado de Mato Grosso e em alguns municípios dos Estados da Bahia (região oeste), Goiás, Minas Gerais e Maranhão. Destaca-se a expansão da produção da soja em Sorriso, Sapezal, Nova Mutum, Nova Ubiratã e Diamantino, Campo Novo de Parecis, Lucas do Rio Verde, Querência, Campos de Júlio e Santa Rita de Trivelato em Mato Grosso. Em Goiás, os municípios de Rio Verde, Jataí e Cristalina, e na Bahia, Formosa do Rio Preto e São Desidério.

A variação de produção de soja acima de 75 mil t é apresentada na figura 39 para os períodos de 1990-1996;1996-2002 e 2002-2009. A análise dos cartogramas mostra o decréscimo constante nos estados da região sul e no sudeste do Mato Grosso do Sul, especialmente nos períodos de 1990-96 e de 2002-2009. Observa-se um deslocamento da cultura para a região centro-oeste, em especial Mato Grosso e Goiás e a consolidação do oeste da Bahia, sul do Maranhão e do Piauí.

3.6.4 Variações na produção das culturas da soja e da cana-de-açúcar

A comparação entre as variações observadas para a cultura da soja e cana-de-açúcar permite estabelecer a dinâmica de convivência pelo espaço ocupado pelas duas culturas, como segue:

Na região sul, a variação observada para o soja no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (exceção do noroeste do estado) ocorre de maneira independente, fruto de alterações climáticas e da dinâmica da cultura. No noroeste do PR existe uma convivência territorial, com o soja ocupando os municípios das mesorregiões oeste e centro, com destaque para Cascavel, Tibagi, Castro, Ponta Grossa, Toledo, Ubiratã, Mamborê, Campo Mourão e Luiziana. A cultura de cana-de-açúcar teve, no período 2002-2009, uma expansão significativa nos municípios das mesorregiões nordeste, norte-central e norte-pioneiro. Uma tendência de substituição da cultura da soja pela da cana-de-açúcar é observada nestas regiões, com decréscimos importantes (acima de 20 mil t) em Palotina, Marechal Cândido Rondon, Assis Chateaubriand, São Miguel do Iguaçu, Medianeira e Arapongas.

Tabela 11 – Municípios com aumento relevante na quantidade produzida de soja entre os anos de 1990 e 2009.

Município	UF	Produção em 2009 t	Produção 2009 – Produção 1990 t	Variação
Cascavel	PR	214190	14734	< 100%
Palmeira das Missões	RS	272800	44530	< 100%
Dourados	MS	264960	55350	< 100%
Costa Rica	MS	227520	59760	< 100%
Rondonópolis	MT	223200	77467	< 100%
Chapadão do Sul	MS	261300	88500	< 100%
Tibagi	PR	213350	98950	< 100%
Ponta Porã	MS	325500	104659	< 100%
São Gabriel do Oeste	MS	368880	126120	< 100%
Castro	PR	203700	138150	201 a 500%
Mineiros	GO	300000	151000	101 a 200%
Aral Moreira	MS	212940	154140	201 a 500%
Buritis	MG	200400	168824	> 501%
Tupanciretã	RS	321750	174750	101 a 200%
Ipameri	GO	208944	178944	> 501%
Alto Garças	MT	252000	179162	201 a 500%
Sidrolândia	MS	238620	179607	201 a 500%
São José do Rio Claro	MT	230634	189873	201 a 500%
Paranatinga	MT	202768	194848	> 501%
Catalão	GO	235620	209220	> 501%
Uberaba	MG	267000	210625	201 a 500%
Canarana	MT	270690	210798	201 a 500%
Correntina	BA	253725	210975	201 a 500%
Campo Verde	MT	461100	229397	< 100%
Barreiras	BA	292613	242678	201 a 500%
Tasso Fragoso	MA	262089	261419	> 501%
Montividiu	GO	304000	262750	> 501%
Itiquira	MT	540000	273084	101 a 200%
Unai	MG	316800	285124	> 501%
Tapurah	MT	351025	306981	> 501%
Balsas	MA	319248	317641	> 501%
Sinop	MT	346500	337403	> 501%
Vera	MT	356400	346505	> 501%
Maracaju	MS	496800	349530	201 a 500%
Primavera do Leste	MT	660000	356039	101 a 200%
Brasnorte	MT	424676	394060	> 501%
Cristalina	GO	445500	417300	> 501%
São Desidério	BA	586500	494501	> 501%
Jataí	GO	624000	502500	201 a 500%
Rio Verde	GO	735000	550200	201 a 500%
Lucas do Rio Verde	MT	704025	589784	> 501%
Campo Novo do				
Parecis	MT	967208	595728	101 a 200%
Formosa do Rio Preto	BA	638357	615170	> 501%
Diamantino	MT	879225	673551	201 a 500%
Nova Mutum	MT	1049400	923049	> 501%
Sorriso	MT	1840800	1594629	> 501%

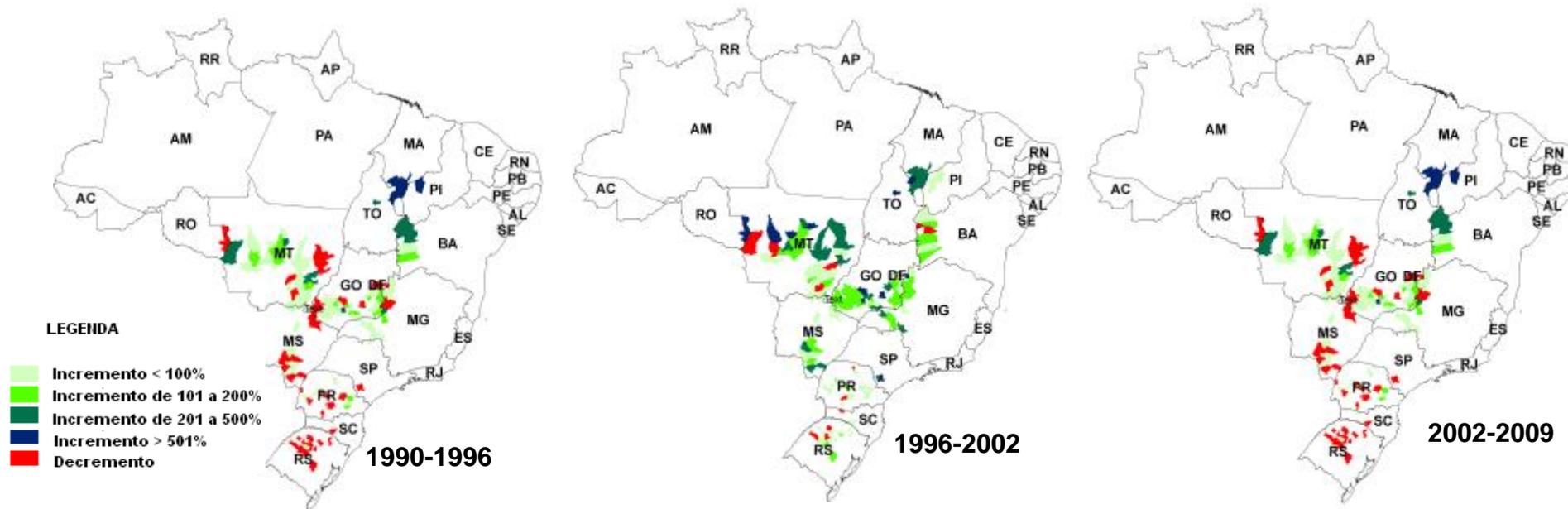


Figura 39 – Variação de produção de soja acima de 75 mil t nos períodos de 1990-1996;1996-2002; 2002-2009.

Na região centro-oeste as culturas da soja e de cana-de-açúcar ocupam espaços distintos no Mato Grosso do Sul. Aumentos simultâneos na produção da soja e da cana-de-açúcar observados nas mesorregiões de Alto Taquari, Cassilândia, Dourados e Iguatemi (Municípios de Chapadão do Sul, Costa Rica, Laguna Carapã, Maracaju, Ponta Porã e Rio Brillhante). Nas mesmas mesorregiões existe uma forte expansão da cana-de-açúcar (Angélica, Bataiporã, Iguatemi, Itaporã, Jateí, Vicentina, além de Cassilândia e Paranaíba). Aumentos da produção de soja observados em Aral Moreira, Naviraí, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia e Sonora.

No Mato Grosso as duas culturas ocupam áreas distintas. Enquanto o soja se consolida nas mesorregiões nordeste, oeste, noroeste, meio-norte e nos municípios mais ao norte da mesorregião sudeste (Sorriso, Sapezal, Nova Mutum, Campo Novodos Parecis, Diamantino, Nova Ubiratã, Lucas do Rio Verde, Primavera do Leste, Querência, Itiquira, Campos de Júlio), a cana-de-açúcar se expande nas mesorregiões centro-sul e nos municípios mais ao centro (Barra do Bugres, Denise etc.).

No Estado de Goiás foram observadas fortes expansões da cultura de cana-de-açúcar no período de 2002 a 2009 em todo o sul do estado (Cachoeira Dourada, Caçu, Chapadão do Céu, São Simão, Vicentinópolis) e em algumas áreas do leste (Catalão) e do norte (Pontalina). Nestas mesmas áreas ocorreram variações positivas e negativas leves da produção da soja com aumento em Caiapônia, Campo Alegre, Ipameri, Catalão, Goiatuba, Mineiros e Paraúna. Algumas das variações negativas da soja podem estar relacionadas com a expansão da cana-de-açúcar na mesma área, como o caso de Aporé (sudeste goiano). Incrementos simultâneos na produção de soja e cana-de-açúcar foram observados em Chapadão do Céu, Montividiu, Santa Helena de Goiás e Edéia.

Na Região Sudeste, expansão importante da cultura de cana-de-açúcar foi observada em praticamente todas as mesorregiões do Estado de São Paulo à exceção do Litoral e da macro-metropolitana. Variações da produção com decréscimo importante da cultura da soja e incremento da cultura de cana são observados na mesorregião de Itapetininga. Decréscimos da produção de soja são observados nas regiões de Assis e Batatais. Expansão da cultura de cana ocorre nestas mesmas regiões. Se observa também forte expansão no Estado de Minas Gerais, em especial nas mesorregiões do triangulo mineiro, alto Paranaíba e no

nordeste de minas, com destaque para Araguari, Bambuí, Canápolis, Conceição das Alagoas, Frutal, Indianópolis, Ituiutaba, Nova Ponte. Nesta mesma área se observa variação, algumas vezes importantes, na cultura da soja com destaque para Uberaba e Uberlândia. Destaque para Uberaba onde foi observado, de 2002 a 2009 um aumento de 4,2 milhões t de cana-de-açúcar e de 267 mil t de soja.

Outras áreas importantes para a cultura da soja na região nordeste não tiveram registro de expansão da cultura da cana-de-açúcar, a exceção de três microrregiões no Estado do Maranhão. No Estado do Tocantins o mesmo município, Pedro Afonso, registrou expansão de ambas as culturas, lembrando que o registro da quantidade produzida é feito pelo local de comercialização e não de produção.

3.7 Análise Estatística Espacial da Produção de Culturas Agrícolas

Para compreender melhor a dinâmica espacial da produção das culturas agrícolas consideradas foi utilizada a técnica de Kernel. Para isto, efetuou-se inicialmente a análise exploratória com o emprego da matriz de proximidades espaciais. Com o emprego dessa matriz e junto aos dados de produção da cultura no programa Terraview foram feitos gerados os cartogramas de Kernel, que determina a densidade ou grau de concentração dos dados agregados.

Foi utilizado o indicador de quantidade produzida com o objetivo de melhor compreender a dinâmica espacial das culturas consideradas, como segue:

- Cultura de cana-de-açúcar

O cartograma de visualização da ferramenta de densidade segundo a técnica de Kernel para a produção no ano de 2009 é apresentada na figura 40.

Por meio do cálculo da intensidade dos eventos de quantidade produzida da cana-de-açúcar são observadas as áreas, ou polígonos, onde se concentra a produção. Os polos de produção da cultura se concentram no Estado de São Paulo, nas regiões de Ribeirão Preto, Araraquara e Araçatuba. Concentrações mais dispersadas foram observadas no noroeste/norte do Paraná, na região de Dourados no Mato Grosso do Sul, no sul de Goiás e na zona costeira dos Estados de Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte.

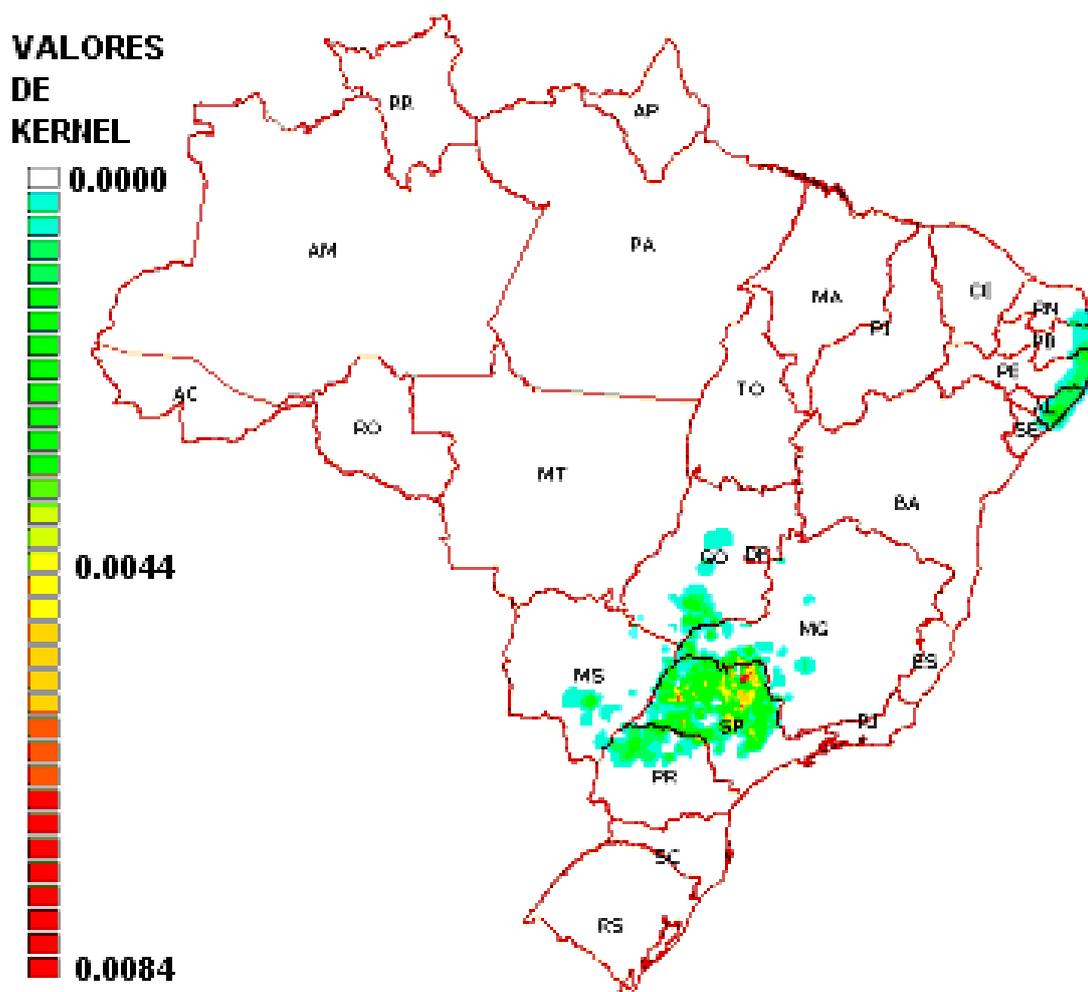


Figura 40 – Dinâmica da produção de cana-de-açúcar em 2009 utilizando a técnica de Kernel

- Cultura de milho

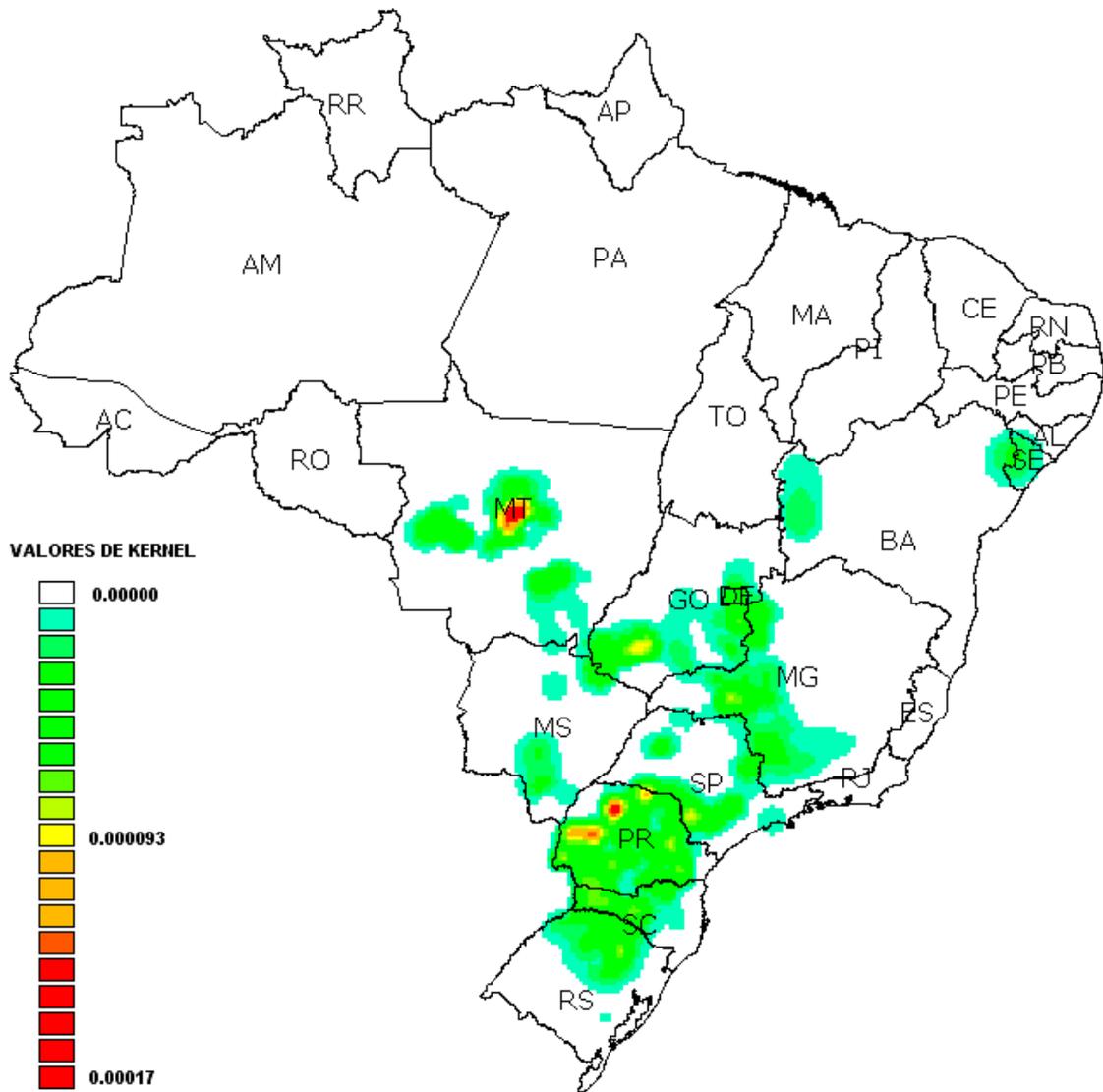
O cartograma de visualização da produção de milho no ano de 2009 segundo a técnica de Kernel de 2009 é apresentada na figura 41. Áreas ou polígonos com maior intensidade de eventos são observados nas regiões oeste e centro-ocidental e na região norte-central do Estado do Paraná. Outros polos de menor intensidade de eventos são observados no estado e na região de Itapetininga em São Paulo.

No Estado do Mato Grosso os polos de maior intensidade são observados na região médio-norte, com foco em Sorriso e Lucas do Rio Verde. Polos com menor intensidade são observados no sudoeste de Goiás e no triângulo mineiro.

A produção de milho encontra-se associada à cultura da soja e se trata de uma segunda cultura no ano, plantada na época da segunda safra (Estado do Mato Grosso) ou como safrinha. Na região oeste da Bahia a cultura é implantada no

verão em rotação anual com a cultura da soja e do algodão

Figura 41 Dinâmica da produção de milho em 2009 utilizando a técnica de Kernel



- Cultura da soja

O cartograma de visualização de intensidade da produção da soja em 2009 segundo a técnica de Kernel é apresentado na figura 42. As áreas ou polígonos com maior intensidade são observados no Estado do Mato Grosso (região médio-norte) e, com menor intensidade, nos Estados de Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul.

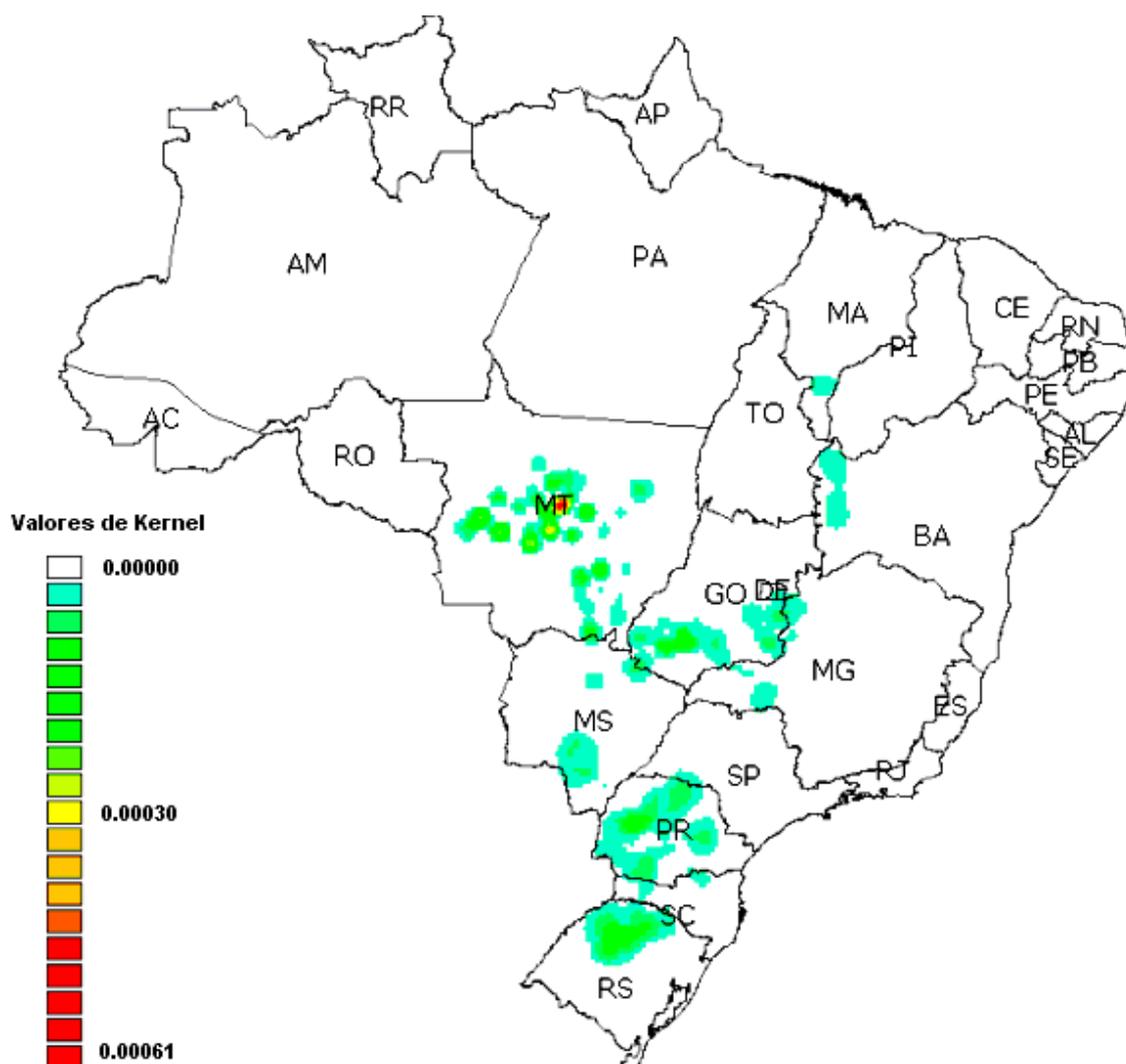


Figura 42 Dinâmica da produção da soja em 2009 utilizando a técnica de Kernel

A figura 43 apresenta os cartogramas com a produção da cultura da soja nos anos de 1990, 1996, 2002 e 2009 utilizando a técnica de Kernel nos estados da região centro-oeste, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. A análise dos cartogramas permite identificar a dinâmica espacial da cultura pela intensidade da produção. Uma migração da produção desta cultura do Estado do Paraná para os estados da região centro-oeste e a maior pulverização da produção é observada no período.

A figura 44 apresenta um detalhe das áreas de produção da soja no Estado do Mato Grosso em 2009 segundo a técnica de Kernel e o cartograma resultante da análise espaço-temporal realizada por Arvor et al. (2011) para o ano agrícola 2006/2007, onde foram classificadas as áreas com diferentes sistemas de produção da soja. Observa-se uma coincidência das áreas consideradas quentes pela técnica de Kernel com as áreas de produção de soja obtidas com ajuda do sensor Modis.

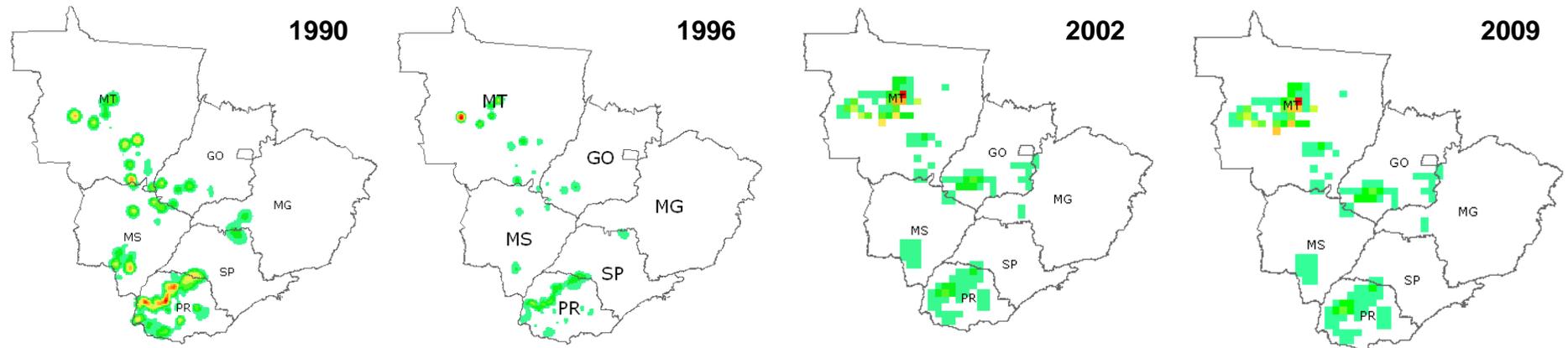


Figura 43 – Dinâmica da produção da soja nos anos de 1990, 1996, 2002 e 2009 para MG, GO, MT, MS e PR

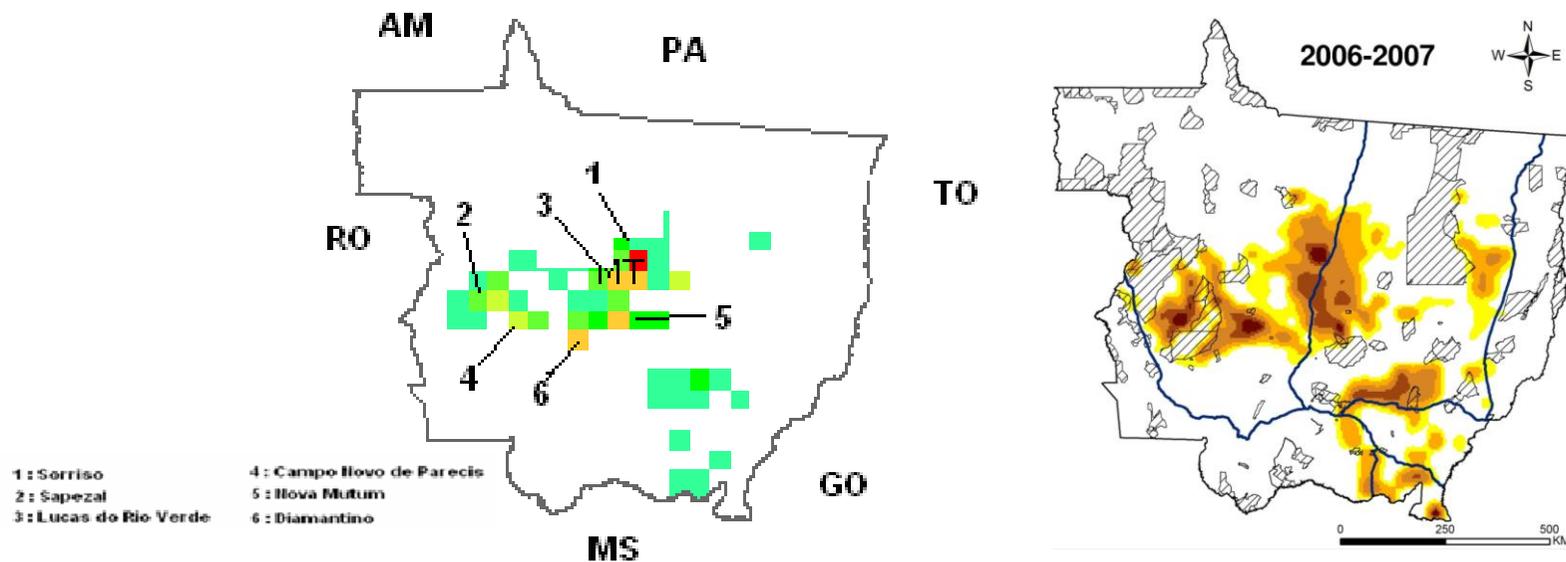


Figura 44 – Detalhe da produção de soja no Estado do Mato Grosso em 2009 (à esquerda) e análise espaço-temporal da produção de soja (à direita) para o ano agrícola 2006-2007 (baseado em ARVOR et al., 2011)

3.8 Segurança Alimentar e Agricultura

A informação fornecida pelo IBGE sobre produção agrícola no nível municipal pode servir de base para a análise da segurança alimentar, permitindo mostrar como e qual é a situação dos diferentes grupos de culturas, sua relação existente entre produção agrícola, segurança alimentar e a soberania alimentar.

Neste intento foram considerados os quatro grupos de culturas da agricultura brasileira, que são:

- culturas alimentícias (ou alimentos): azeitona, castanha de caju, palmito, alho, amendoim, arroz, aveia, batata-doce, batata-inglesa, cebola, ervilha, fava, feijão, mandioca, milho, tomate e trigo.
- culturas não alimentícias: algodão (arbóreo e herbáceo), borracha, chá da índia, palma de óleo (dendezeiro), erva-mate, guaraná, pimenta-do-reino, sisal, urucum, fumo, juta, linho, mamona, rami, tungue, centeio, cevada, malva e sorgo.
- “commodities”: cacau, café, laranja, milho e soja.
- frutas: abacate, banana, caqui, coco, figo, goiaba, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, noz, pêra, pêssego, tangerina, uva, abacaxi, melancia e melão.

Existem outras e variadas classificações dos grupos de culturas, para o trabalho empregou-se tendo como base o trabalho empregado pela Embrapa Meio Ambiente (LUIZ, 2006) na análise dos dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD).

A característica e situação dos diferentes grupos de cultura no espaço municipal e sua dinâmica no tempo, como a dispersão ou concentração da produção nos municípios e a influência de uma cultura sobre outra, permitem fazer inferências sobre o deslocamento de um grupo de culturas em detrimento de outro.

- Grupo das Frutas

Os cartogramas com as áreas plantadas das culturas do grupo frutas nos anos de 2002, 2005 e 2009 são apresentados na Figura 45. São observados somente três municípios com grande importância na produção de culturas: Juazeiro e Conde na Bahia e Petrolina em Pernambuco. Observa-se que não existe um conglomerado de municípios em determinada área, sendo que as áreas de

produção encontram-se espalhadas em todo o território nacional.

Um número importante de municípios produtores de frutas são encontrados na faixa litorânea. Porém, não se observa um crescimento ou uma região eminentemente produtora, sendo que o crescimento no período observado (2001 a 2009) é praticamente nulo.

Na Tabela 12 são apresentadas as áreas plantadas com as culturas do grupo Frutas nos anos 2002, 2005 e 2009 nos municípios com a maior produção em 2009. As maiores áreas destinadas a estas culturas no ano de 2002 foram os municípios de Touros (RN), Conde (BA), São Felix do Xingu (PA), Petrolina (PE), Juazeiro e Jandaíra em BA; sendo nesse ano plantados 1,26 milhões de hectares em escala nacional.

Tabela 12 – Área plantada, em ha, com as culturas do grupo frutas nos anos 2002, 2005 e 2009.

Município	UF	Grupo Frutas			% do Total
		2002	2005	2009	
Juazeiro	BA	12 609	12 077	16 885	1.33%
Petrolina	PE	13 123	13 976	16 120	1.27%
Conde	BA	13 823	15 150	15 188	1.19%
Livramento de Nossa Senhora	BA	5 150	7 920	11 470	0.90%
Jandaíra	BA	12 175	12 175	10 860	0.85%
Touros	RN	16 931	14 950	8 888	0.70%
Dom Basílio	BA	1 940	3 590	8 585	0.67%
Moju	PA	7 602	7 760	8 240	0.65%
Esplanada	BA	6 715	6 915	7 875	0.62%
Total Nacional		1 267 515	1 273 063	1 272 638	100.00%
Incrementos			0.44%	-0.03%	

No ano de 2005 decréscimos importantes na área plantada com frutas foram observados no município de Touros (RN) e um incremento foi observado no município de Conde (BA). No ano de 2005, o total de área plantada foi de 1,27 milhões de hectares, tendo um incremento de 0.44% em relação a 2002.

No ano de 2009 foi observado um decréscimo em relação ao ano de 2005 em 0,03%, tendo um total de 1,27 milhões de hectares nesse ano.

Observa-se uma mínima variação entre os anos considerados; desta forma pode-se dizer que as áreas destinadas às frutas permaneceram sem alteração no período analisado.

- Grupo das “commodities”

Na Figura 46 e na Tabela 13 são apresentadas as áreas plantadas com culturas do grupo Commodities nos anos de 2002, 2005 e 2009. Neste grupo observa-se que a região centro-oeste e especialmente o Estado de Mato Grosso é o que representa as maiores percentagens de participação na produção.

Tabela 13 – Área plantada em (ha), com as culturas do grupo “Commodities” nos anos 2002, 2005 e 2009

Município	UF	Grupo “Commodities”			% do Total
		2002	2005	2009	
Sorriso	MT	475 008	582 356	590 296	1.75%
Sapezal	MT	293 052	376 877	362 234	1.08%
Campo Novo do Parecis	MT	319 264	370 520	337 950	1.00%
Nova Mutum	MT	195 000	333 780	330 001	0.98%
Diamantino	MT	224 418	306 942	287 119	0.85%
Rio Verde	GO	220 951	268 262	254 812	0.76%
Formosa do Rio Preto	BA	90 521	98 771	250 476	0.74%
Nova Ubiratã	MT	123 283	193 185	240 200	0.71%
São Desidério	BA	232 894	272 386	233 562	0.69%
Lucas do Rio Verde	MT	180 000	221 906	223 500	0.66%
Primavera do Leste	MT	220 013	278 194	220 000	0.65%
Jataí	GO	179 160	237 142	207 028	0.61%
Maracaju	MS	139 627	213 307	206 829	0.61%
Itiquira	MT	136 080	200 480	185 000	0.55%
Querência	MT	27 030	115 746	180 650	0.54%
Cristalina	GO	52 229	125 450	167 770	0.50%
Rio Brilhante	MS	66 845	143 810	166 434	0.49%
Total		25 170 852	32 593 422	33 692 143	100.00%
Incremento			29.49%	3.37%	

No ano 2009, quatro municípios de Mato Grosso: Sorriso, Sapezal, Campo Novo do Parecis e Nova Mutum representaram perto de 5% de toda a produção de “commodities” do Brasil. A concentração observada das culturas deste grupo representa uma importante informação em relação à Segurança Alimentar.

- Grupo das Culturas Não Alimentícias

Na Figura 47 e na Tabela 14 são apresentadas as áreas plantadas com culturas do grupo de não alimentícias nos anos de 2002, 2005 e 2009. Este grupo está disperso em diferentes municípios, sendo relevantes os municípios de São Desidério e Campo Formoso na Bahia que, no ano 2009, chegaram a contribuir com perto do 8% da produção nacional.

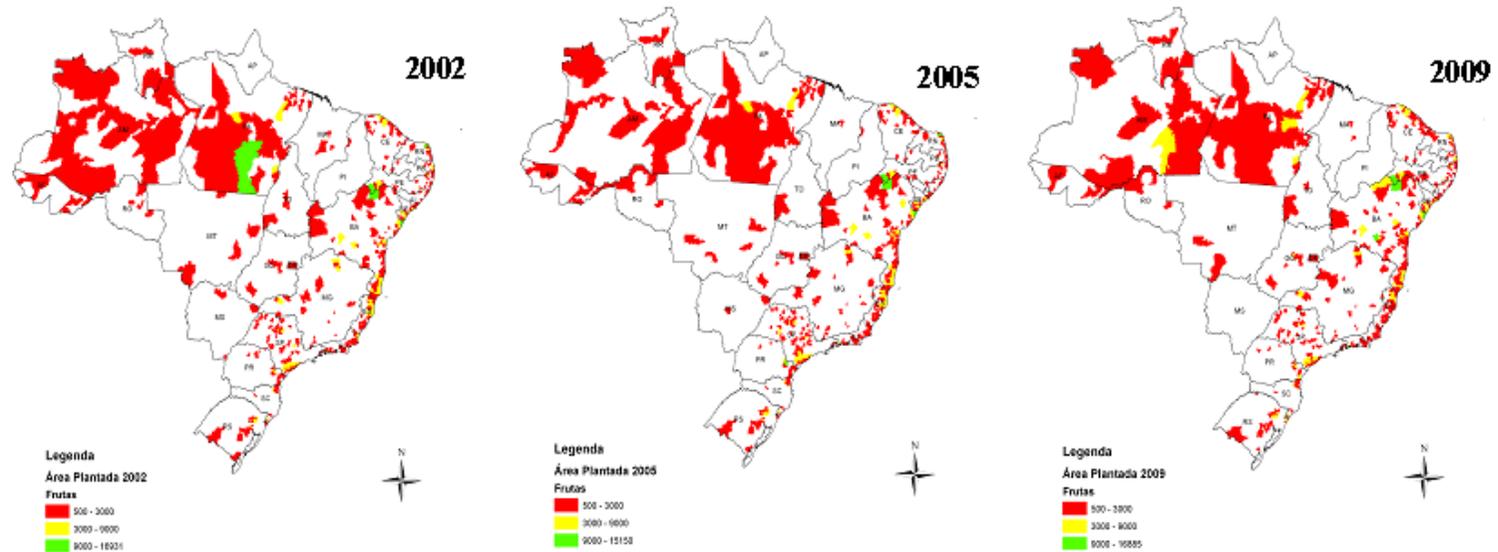


Figura 45 – Área plantada com culturas do grupo frutas nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009.

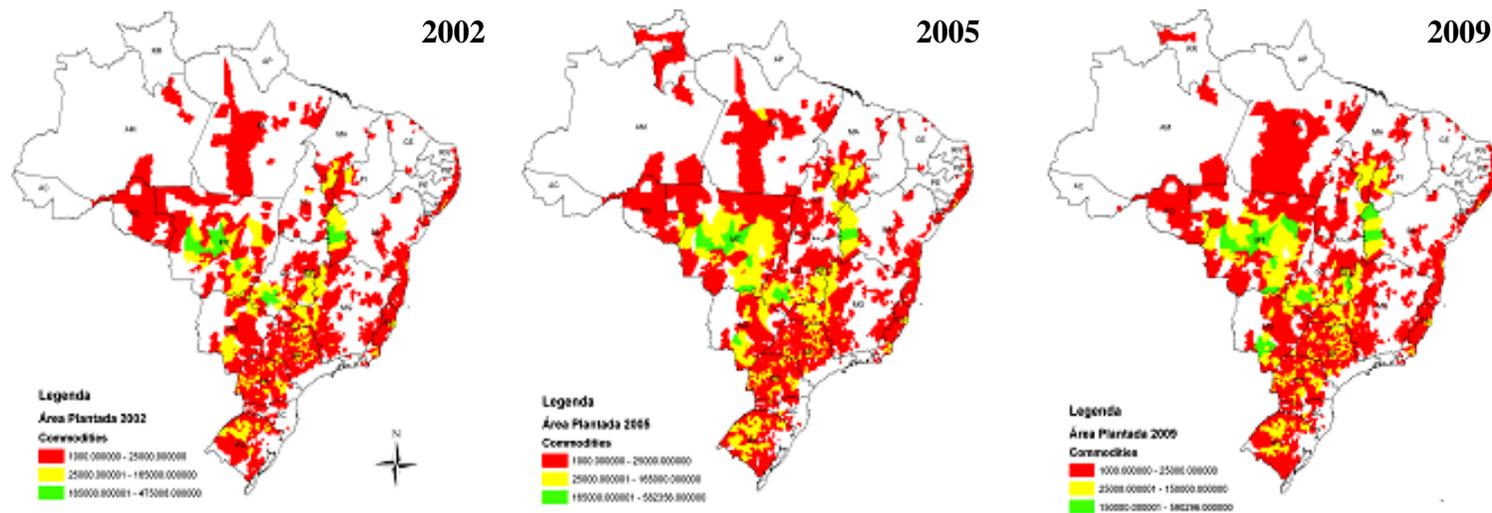


Figura 46 – Área plantada com culturas do grupo Commodities nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009.

Foi observado um decréscimo de 16.65% da área de produção das culturas deste grupo em 2009 quando comparado ao ano de 2005. A característica destas culturas e o seu valor de mercado pode ser a explicação desta retração. Um importante incremento em área foi observado em 2005 quando comparado com o ano de 2002.

Tabela 14 – Área plantada (ha), com as culturas não alimentícias nos anos 2002, 2005 e 2009

Município	UF	Grupo não alimentícias			% do Total
		2002	2005	2009	
São Desidério	BA	24 355	101 862	153 019	5.09%
Campo Formoso	BA	63 613	71 750	81 370	2.70%
Sapezal	MT	26 500	61 473	53 521	1.78%
Campo Verde	MT	65 187	66 331	50 673	1.68%
Rio Verde	GO	34 440	69 340	48 830	1.62%
Diamantino	MT	26 280	43 766	44 805	1.49%
Chapadão do Sul	MS	23 000	29 650	36 967	1.23%
São Gabriel do Oeste	MS	20 510	33 500	33 569	1.12%
Correntina	BA	4 100	14 502	31 023	1.03%
Chapadão do Céu	GO	18 057	35 500	31 000	1.03%
Primavera do Leste	MT	27 950	47 625	30 791	1.02%
Jataí	GO	11 430	26 920	30 300	1.01%
Santaluz	BA	18 200	18 500	30 000	1.00%
Barreiras	BA	9 526	40 095	27 854	0.93%
Alto Taquari	MT	8 300	21 913	25 982	0.86%
Total		2 480 915	3 610 025	3 009 034	100.00%
Incrementos			45.51%	-16.65%	

- Grupo de Alimentícias

Na Figura 48 e na Tabela 15 são apresentadas as áreas plantadas com culturas do grupo de alimentícias nos anos de 2002, 2005 e 2009. O maior incremento foi observado no período de 2002 a 2005 (6,28%). No período de 2005 a 2009 o incremento foi de 2,5%, mantendo-se nos Estados da Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul as áreas destinadas a estas culturas.

Tabela 15 – Área plantada, em ha, com as culturas do grupo de alimentícias nos anos 2002, 2005 e 2009

Município	UF	Grupo alimentícias			% sobre o total
		2002	2005	2009	
Sorriso	MT	97 140	65 825	186 395	0.82%
Lucas do Rio Verde	MT	124 848	148 016	138 184	0.61%
Maracaju	MS	77 700	75 330	135 270	0.60%
Campo Novo do Parecis	MT	15 020	46 170	121 851	0.54%
Jataí	GO	103 536	98 902	115 900	0.51%
Sapezal	MT	63 200	86 216	114 578	0.50%
Dourados	MS	94 323	85 575	110 776	0.49%
Rio Verde	GO	63 710	36 570	97 560	0.43%
Tibagi	PR	70 104	78 012	90 057	0.40%
Nova Mutum	MT	33 321	95 290	87 700	0.39%
Cristalina	GO	53 680	30 960	86 383	0.38%
Uruguaiana	RS	71 687	65 346	82 837	0.36%
Assis Chateaubriand	PR	63 505	73 750	79 650	0.35%
Toledo	PR	58 129	55 010	77 350	0.34%
Campos de Júlio	MT	26 590	55 387	75 058	0.33%
São Borja	RS	56 115	63 310	74 037	0.33%
Castro	PR	44 504	50 445	73 818	0.32%
Itaqui	RS	60 320	62 978	72 546	0.32%
Primavera do Leste	MT	40 015	29 751	71 585	0.32%
Total		2 0840 814	22 150 968	22 724 836	100.00%

- Análise final de segurança alimentar e agricultura

A Tabela 16 apresenta uma síntese da área destinada à produção de culturas dos grupos de alimentos, não alimentos, frutas e “commodities” nos principais municípios brasileiros em relação ao total de área plantada. A síntese permite conhecer o uso da terra em relação aos grupos de culturas.

Para o país, as culturas de “commodities” ocuparam 33,7 milhões de ha, as frutas ocuparam 1,2 milhões de ha, culturas não alimentícias ocuparam pouco menos de 3 milhões de ha, enquanto as culturas alimentícias ocuparam 22,5 milhões de ha, somando, em 2009, 60,5 milhões de ha de área plantada com culturas.

No nível municipal, Sorriso, no Estado do Mato Grosso, teve a maior participação individual com 1,3% do total de área plantada do país, seguido de Sapezal, Campo Novo de Parecis, Nova Mutum, Diamantino e Lucas do Rio Verde. Na Bahia, destacou-se o município de São Desidério com 0,76% e em Goiás os municípios de Rio Verde e Jataí.

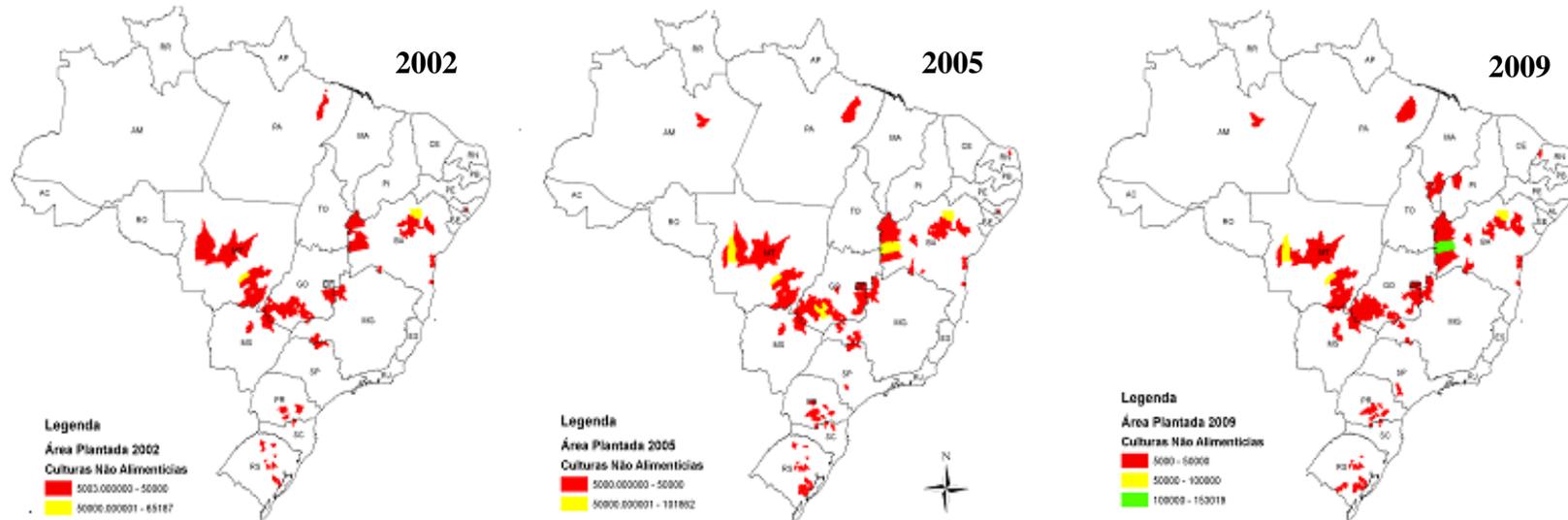


Figura 47 – Área plantada com culturas não alimentícias nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009.

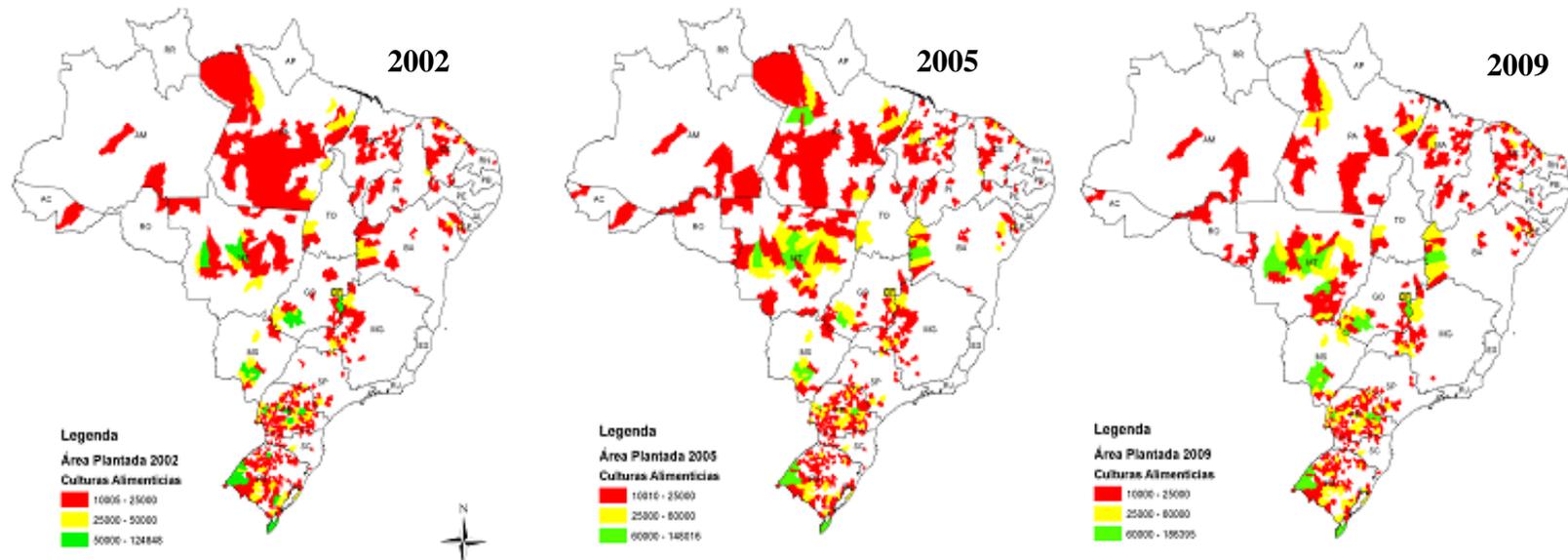


Figura 48 – Área plantada com culturas alimentícias nos municípios brasileiros nos anos de 2002, 2005 e 2009.

Esta análise indica que esses seriam os principais municípios responsáveis pela dinamização da economia agrícola brasileira, gerando alimento e energia para a nação, assim como outros produtos de importância para a economia do país.

Tabela 16 – Áreas plantadas, em ha, com os grupos de culturas no ano de 2009 nos principais municípios produtores.

Município	UF	“Com-modities”	Frutas	Não Ali-mentícias	Alimentí-cias	Total Município	% total nacional
Sorriso	MT	590 296	24	8 721	186 395	785 436	1.30%
Sapezal	MT	362 234	0	53 521	114 578	530 333	0.88%
Campo Novo do Parecis	MT	337 950	15	23 103	121 851	482 919	0.80%
São Desidério	BA	233 562	714	153 019	70 641	457 936	0.76%
Nova Mutum	MT	330 001	117	24 698	87 700	442 516	0.73%
Rio Verde	GO	254 812	302	48 830	97 560	401 504	0.66%
Diamantino	MT	287 119	173	44 805	49 400	381 497	0.63%
Lucas do Rio Verde	MT	223 500	96	7 280	138 184	369 060	0.61%
Jataí	GO	207 028	603	30 300	115 900	353 831	0.59%
Total Nacional		33 692 143	1 272 638	2 957 932	22 516 455	60 439 168	100.00%

Estes resultados resumem a realidade brasileira, na qual a produção de “commodities” e de culturas que garantem a segurança alimentar contribuem de forma real e prática. A balança comercial tem sido positiva pela exportação de “commodities” e também alimentos e a FAO e diversos organismos internacionais apontam o Brasil como o “celeiro do mundo”.

A análise da dinâmica espaço-temporal da área plantada de culturas do grupo “commodities” mostram um grande crescimento nos Estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás sendo os maiores crescimentos observados em Mato Grosso e Goiás.

Deve-se considerar que São Paulo é um estado com um grande potencial produtivo e pelos valores é provável que os incrementos reais sejam maiores.

No grupo das culturas não alimentícias se observa um crescimento na Bahia no último período (2005 a 2009), apresentando um incremento de 45%, embora tenha sofrido no último período uma perda de 17 %.

No grupo das culturas alimentícias destacam os Estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso como os maiores produtores. No período de 2002 a 2009 não houve incremento importante na produção.

Finalmente uma análise comparativa visual mostra a tendência de aumento da produção de “commodities” sobre os alimentos, não alimentos e frutas.

Bacia do Alto Rio Paraguai e as usinas sucroalcooleiras em operação e projetadas.

Observa-se uma grande quantidade de usinas instaladas e projetadas no Estado de São Paulo e em outros estados da região centro-sul do país, como Paraná, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, além de algumas usinas em outros estados da região norte (Amazonas, Pará, Rondônia e Tocantins) e em praticamente todos os estados da região nordeste, com destaque para a zona da mata (Alagoas, Pernambuco e Paraíba).

Observa-se a relação direta entre a produção de cana-de-açúcar e a estrutura agroindustrial (usinas) instalada e por instalar. A análise da dinâmica espaço-temporal permite planejar a implantação de infraestrutura de suporte a produção agrícola, criar cenários sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais da expansão da atividade sucroalcooleira, e prever desta expansão sobre a segurança alimentar e a sua pegada ecológica.

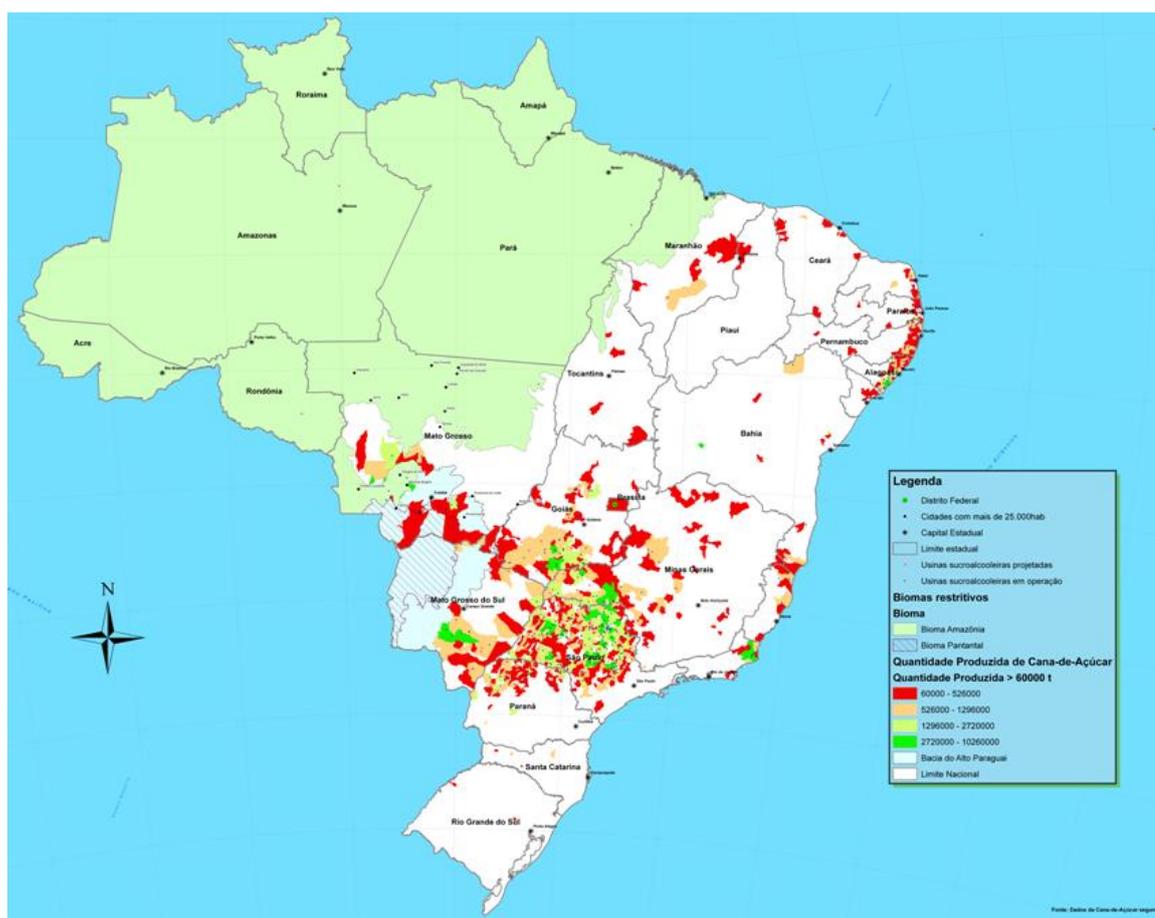


Figura 50 - Localização da produção da cana-de-açúcar acima de 60 mil t, nos municípios brasileiros no ano de 2009, os biomas e as usinas sucroalcooleiras.

3.10 Zoneamento Agroecológico de culturas e a realidade agrícola

A produção agrícola brasileira pode ser analisada empregando-se os indicadores deste trabalho e também levando em consideração outros trabalhos como o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar. A seguir apresentam-se análises sobre a realidade atual de áreas dos Estados de Piauí e Tocantins e a potencialidade de expansão resultante do zoneamento agroecológico.

A figura 51 apresenta o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o Estado do Piauí elaborado pela Embrapa Solos (MANZATTO et al., 2009). A figura 52 apresenta a localização dos municípios com produção da cultura no Estado do Piauí, segundo dados do IBGE no ano de 2009. Os municípios de José de Freitas, União e Teresina apresentaram produções entre 60 e 526 mil t.

O zoneamento agroecológico indica a existência de pouco menos de 300 mil ha com aptidão média para a cultura de cana-de-açúcar. A análise da espacialização dos dados de produção do IBGE para o ano de 2009 indicam existir potencialidade para a expansão da cultura, desde que se utilize os sistemas de produção mais adequados e adaptados aos solos e clima locais.

As figuras 53 e 54 apresentam o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o Estado do Tocantins (MANZATTO et al., 2009) e a localização dos municípios com produção de 60 a 400 mil t. A cultura de cana-de-açúcar, concentrada em apenas três municípios em 2009, tem, segundo o zoneamento agroecológico, um grande espaço para expansão. A área com aptidão média no estado chega a 1,14 milhões de ha exigindo, a exemplo do Estado do Piauí, a adoção de sistemas de produção adequados, na busca da produção sustentável de açúcar e etanol.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os indicadores analisados, se devidamente empregados, poderão servir como base para a realização de estudos de dinâmica espacial e espaço-temporal da agricultura, podendo ser relacionados à diferentes temáticas como pegada ecológica, segurança e soberania alimentar, controle do desperdício de recursos e outros.
- Os indicadores permitiram analisar a dinâmica espaço-temporal das culturas agrícolas em diversos níveis espaciais, ou seja, como municipal, estadual, regional e nacional.
- Foram selecionadas cinco culturas de relevância para a agricultura brasileira e os resultados mostraram coerência com o conhecimento que se tem sobre tais culturas. No entanto, acredita-se que a mesma metodologia possa ser aplicada à todas as culturas de importância, obtendo-se assim um arcabouço conceitual para o estudo das cadeias produtivas.
- Os resultados obtidos pela aplicação de técnicas de análise estatística espacial da produção de culturas agrícolas, em especial a técnica de Kernel, permitiram corrigir problemas metodológicos encontrados na aquisição de dados que foram o banco de dados do IBGE.
- Como “uma imagem mostra mais que milhares de palavras”, os cartogramas apresentados que resumem tabelas com milhares de registros se mostra uma ferramenta importante para os tomadores de decisão.
- Os indicadores da produção agrícola selecionados para este trabalho se mostraram eficientes e efetivos na análise da dinâmica da agricultura brasileira.
- A análise da dinâmica espacial, considerando os indicadores selecionados, permitiam explicar a importância de considerar os zoneamentos agroecológicos no planejamento agrícola, permitindo assim o uso mais racional e sustentável do solo agrícola, obtendo melhores rendimentos e a perspectiva de ampliação das áreas de cultivo das principais culturas com o mínimo impacto ambiental negativo.
- Deve-se considerar que todo o trabalho foi desenvolvido com rigor cartográfico e qualidade da informação. No entanto, como a escala é alterada

para publicação no presente documento, os resultados foram apresentados sob a forma de cartogramas.

A partir do presente trabalho, outros estudos poderão ser desenvolvidos em caráter de continuidade, tais como:

- Aplicação de todos os indicadores para as principais culturas agrícolas do Brasil.
- Integração de culturas com a correspondente aplicação dos indicadores.
- Desenvolvimento de um livro em mídia digital com a dinâmica espaço-temporal das principais culturas brasileiras que se constituirá em uma importante ferramenta de tomada de decisão.
- Maior uso da análise espacial com outros indicadores permitindo enriquecer e facilitar o entendimento da complexidade da produção agrícola nacional, regional, estadual e municipal.
- As ferramentas da Geomática ou Geoinformação se mostraram eficientes em auxiliar no entendimento do processo produtivo e da dinâmica espaço-temporal a ele associado.

Na execução do presente trabalho, se fez uso dos dados oficiais sobre agricultura brasileira, propondo abordagens metodológicas que permitissem a rápida interpretação e compreensão, assim como a correção de eventuais problemas que possam advir da coleta e processamento destas informações.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, L. M. W. **O mapa de Porto Alegre e a tuberculose**: distribuição espacial e determinantes sociais. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 72 p. Disponível em: www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13416/000643505.pdf?sequence=1. Acesso em: 12 dez. 2010.
- ARVOR, D.; DUBREUIL, V.; MEIRELLES, M.S.P. Mapping the agricultural frontier in Mato Grosso with remote sensing data. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011. **Anais...** Curitiba: UFPR. Disponível em: www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0948.pdf.
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists**: modelling with GIS. Canada: Pergamon Press, 1994. 398 p. v. 1.
- BRASIL. **Constituição** (1988). Da Organização do Estado, Da Organização Político-administrativa, art.18 §2º, [S.I.]: JusBrasil, [200-?]. Disponível em: www.jusbrasil.com.br/legislacao/91972/constituicao-da-republica-federativa-do-brasil-1988. Acesso em: 8 fev. 2011.
- BRASIL. **Lei nº. 5.878, de 11 de maio de 1973**. Dispõe sobre a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, e dá outras providências. [S.I.]: JusBrasil, [200-?]. Disponível em: www.jusbrasil.com.br/legislacao/128484/lei-5878-73. Acesso em: 8 fev. 2011.
- BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**, 2nd Edition. Oxford: Oxford University Press, 1998. 352 pp.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. Análise Espacial de Áreas. In: FUKS, S. D.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf. Acesso em: 15.jun.2011.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. de. Representações computacionais do espaço: fundamentos epistemológicos da Ciência da Geoinformação. **Geografia**, v.28, n.1, p.83-96, 2003

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. Cap. 3. Livro On-Line. Inpe. 2001. Disponível em www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/. Acesso em 15 jun. 2011

CRUZ, I.; CAMPOS, G. B. V. Sistemas de informações geográficas aplicados à análise espacial em transportes, meio ambiente e ocupação do solo. In: **RIO DE TRANSPORTES III**, 2005, Rio de Janeiro. 12 p. Disponível em: [www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(15\)SIG-AE2.pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(15)SIG-AE2.pdf). Acesso em: 12 jun. 2010.

DAHL, A. L. The bid picture: comprehensible approaches. In: MOLDAN, B; BILHARZ, S. (Ed.). **Sustainability indicators**: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 1997.

EASTMAN, J.R.; JIN, W.; KYEM, P.A.K.; TOLEDANO, J. Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.61, n.5, 1995. 539-547p.

FAO. **Agro-ecological zoning**: guidelines. Rome, 1996. (FAO Soils Bulletin, 73). Disponível em: < www.fao.org/docrep/W2962E/w2962e-03.htm. Acesso em: 20 jul. 2011.

FURTADO, J. S.; HOURNEAUX JUNIOR, F.; HRDLICKA, H. Avanços e percalços no cálculo da pegada ecológica municipal: um estudo de caso. São Paulo, **Revista de Gestão Social e Ambiental**. n. 1, p. 73-88, jan.-abr.2008. Disponível em: www.gestaosocioambiental.net/ojs/index.php/rgsa/article/viewFile/62/33. Acesso em: 23 jul. 2011.

GEESDORF, C. F. **Presidente da APS destaca importância da carne suína para o Brasil**. Disponível em: www.sindicarne.com.br/content/view/3000/16/. Acesso em: 23 jul. 2011.

GÜTING, R.H. **An introduction to spatial database systems**. Hagen: [s.n.], 1994. Disponível em: www.cise.ufl.edu/~mschneid/Research/thesis_papers/Gue94VLDBJ.pdf. Acesso em: 12 set. 2010.

IBGE. **Pesquisas Agropecuárias**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Agropecuária, 2ª edição, 92 p. (Série Relatórios Metodológicos, vol. 6). 2002. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/PesquisasAgropecuarias2002.pdf>. Acesso em: 12 fev 2010.

IGNACZAK, J. C.; DE MORI, C.; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Dinâmica da Produção de trigo no Brasil no período de 1975 a 2003**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 40 p.

INPE. **Manuais tutorial de geoprocessamento**. Disponível em:

www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html. Acesso em: 25 out. 2009.

INPE. **Manual de operações de análise espacial**. 53 p. Disponível em:

www.dpi.inpe.br/terraview/docs/tutorial/Aula8.pdf. Acesso em: 18 jan. 2010.

LUIZ, A. J. B. **Segurança alimentar e agricultura**. [S.l.]:Embrapa, 2004. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Disponível em:

www.cnpma.embrapa.br/down_hp/374.pdf. Acesso em: 20 out. 2011

MALUF, R. S.; MENEZES, F.; MARQUES, S. B. **Caderno Segurança Alimentar**. [s.l.: s.n., 2001]. 52 p. Disponível em:

www.forumsocialmundial.org.br/download/tconferencias_Maluf_Menezes_2000_por.pdf. Acesso em: 5 jan. 2011.

MANZATTO, C. V. Zoneamento define área de expansão da cana-de-açúcar e etanol no país. **Radar Industrial (agronegócios)**, 2011. Disponível em:

www.radarindustrial.com.br/noticia/zoneamento-define-area-de-expansao-da-cana-de-acucar-e-etanol-no-pais.aspx. Acesso em: 5 out. 2011.

MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p. (Documentos / Embrapa Solos, 110).

MELLO, L. M. R. de; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Evolução e dinâmica da produção de maçã no Brasil no período de 1975 a 2003**. 1. ed. Bento

Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 38 p. Disponível em:

www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc066.pdf. Acesso em: 10 ago. 2011

MELO, C. M. de.; SANTOS, J. A. C.; SANTOS, L. A. G. Dinâmica espaço-temporal da hanseníase no estado de Sergipe (2004-2010). Aquidabã, **Scire Salutis**, v.1, n.2, 2011. p. 23-34 Disponível em:

www.arvore.org.br/seer/index.php/sciresalutis/article/viewFile/ESS2236-9600.2011.002.0003/90. Acesso em: 14 jul. 2011.

MENESES, H. B. **Interface Lógica em Ambiente SIG para Bases de Dados de Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real.**

Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

MENEZES, F. **Segurança alimentar e nutricional:** panorama atual da segurança alimentar no Brasil. [s.l.: s.n., 200-?]. Disponível em: amar-bresil.pagesperso-orange.fr/documents/secual/san.html. Acesso em: 3 jul. 2011.

NOSSO FUTURO COMUM. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, 2. ed. Rio de Janeiro:FGV, 1987. 430 p. Disponível em: pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues. Acesso em: 12 dez. 2010.

ONG Repórter Brasil. O zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: análise dos avanços e das lacunas do projeto oficial. Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis, outubro/2009. Disponível em: www.ufv.br/dec/eam/Publicacoes/2006/172_2006.pdf. Acesso em: 5 Jun. 2009.

PINA, M. F. de.; CARVALHO, M. S. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartográfica aplicados à saúde.** Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000. 122 p. Disponível em: www.geosaude.cict.fiocruz.br/Livro_cartog_SIG_sa%C3%BAde.pdf. Acesso em: 23 jul. 2011.

RAMALHO-FILHO, A.; MOTTA, P. E. F. da; FREITAS, P. L. de; TEIXEIRA, W. G.(Ed.). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 216 p.

RIBEIRO, G. P. **Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço temporal em ambiente costeiro.** Rio de Janeiro: UFF, 2005. 17 p. Disponível em: www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/tecnologia/digitais.pdf. Acesso em: 23 out. 2010.

RIBEIRO, G. P. **Tecnologias Digitais de Geoprocessamento**. Rio de Janeiro: Universidade Universidade Federal Fluminense, [2010]. 17 p. Disponível em: www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/tecnologia/digitais.pdf. Acesso em: 23/10/2010.

ROCHA, E. M. F. da; Nogueira C. R.; Cruz, C. B. M. **Análise espaço-temporal de indicadores socioeconômicos para a Bacia da Baía de Guanabara por unidades de gestão física na década de 90**. Rio de Janeiro: UFRJ, [2010]. 10 p. Disponível em: www.cartografia.org.br/xxi_cbc/274-SR34.pdf. Acesso em: 23 out. 2010.

SANTOS, E.S.dos; QUEIROZ, M.de L.; MAGALHÃES, M. da C.C.; BORGES, R.C.M.; LIMA, M.L. de; SOUZA, M.S.; RAMOS JUNIOR, A.N. **Dinâmica espaço-temporal da hanseníase em Mato Grosso-Brasil**. Cuiabá: UFMT, 2004. 13 p. Disponível em: egal2009.easyplanners.info/area07/7632_Soares_dos_Santos_Emerson.pdf. Acesso em: 23 jul. 2011.

SILVA L. F. da. et al. **Dinâmica espaço-temporal da dengue e cólera**. Rio de Janeiro: CEFET, 2009. Trabalho de pesquisa em gestão ambiental.

SILVA, J. G.; TAVARES, L. **Segurança alimentar e a alta dos preços dos alimentos**: oportunidades e desafios. Campinas: Unicamp, 2008. p. 62-75. Disponível em: www.unicamp.br/nepa/arquivo_san/5_artigo_14119_Seguranca_alimentar_e_a_alta_de_precos.pdf. Acesso em: 5 ago. 2010.

SILVA, J.G.da **Segurança alimentar: uma agenda republicana**. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 48, 2003. p. 45-51. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ea/v17n48/v17n48a04.pdf. Acesso em: 23 out. 2010.

SILVA, N. M. G. da; CESÁRIO A. V.; CAVALCANTI, I. R. **Relevância do agro negocio para a economia brasileira atual**. Disponível em: www.dpi.inpe.br/cursos/ser303/epistemologia.pdf. Acesso em: Julho 2009.

STAR, J.L.; ESTES, J.E. (1990) **Geographic Information Systems: An Introduction**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

SUÁREZ, S. M. (Ed.) **Os agrocombustíveis no Brasil**. [s.l]: FIAN Internacional, 2008. 78 p. Disponível em: www.observatoriodoagronegocio.com.br/page41/files/InfFianAgrocfinal.pdf. Acesso em: 8 fev. de 2011.

THEODORIDIS, Y.; SELLIS, T. K.; PAPADOPOULOS, A. N.; MANOLOPOULOS, Y. Specifications for efficient indexing in spatiotemporal databases. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC AND STATISTICAL DATABASE MANAGEMENT, PROCEEDINGS OF THE TENTH, 1998, Hellas Greece. **Anais...** Hellas: [s. n.], 1998. p. 123-132

