

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CÂMPUS DE TUPÃ

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

ROBERTO BERNARDO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS
ESTADOS DE MATO GROSSO DO SUL E GOIÁS**

TUPÃ - SP

2016

ROBERTO BERNARDO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS
ESTADOS DE MATO GROSSO DO SUL E GOIÁS**

Exemplar de Defesa de Dissertação apresentado
ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio
e Desenvolvimento da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Câmpus de
Tupã.

Área de concentração: Agronegócio e
Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Competitividade de
Sistemas Agroindustriais

Orientador: Prof. Dr. Wagner Luiz Lourenzani

Coorientador: Prof. Dr. Marcellus Marques
Caldas

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Guilherme
Satolo

TUPÃ - SP

2016

Ficha catalográfica

B456a

Bernardo, Roberto.

Análise da produtividade agrícola da cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás / Roberto Bernardo. – Tupã, 2016.
162 f.

Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) –
Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Tupã, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Luiz Lourenzani.

Co-Orientador: Prof. Dr. Marcellus Marques Caldas.

Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Guilherme Satolo.

1. Cana-de-açúcar. 2. Expansão territorial. 3. Setor sucroalcooleiro
4. Produtividade agrícola. I

Autor. II. Título.

CDD: 338.17



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Tupã

ROBERTO BERNARDO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS
ESTADOS DE MATO GROSSO DO SUL E GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e
Desenvolvimento (UNESP/Tupã), como requisito para obtenção do título de Mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Wagner Luiz Lourenzani
(Orientador)

Prof(a). Dr(a). Mario Molle Neto
(UNESP/Tupã-SP)

Prof(a). Dr(a). Mário Otávio Batalha
(UFSCAR/São Carlos-SP)

Dissertação defendida e aprovada em:
02 de fevereiro de 2016

Dedico esta pesquisa a minha esposa e filhos de quem tive incentivo em todos os momentos para que pudesse concluir mais essa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTO

Não é tarefa simples fazer um agradecimento, mas ao mesmo tempo torna-se uma etapa de grande importância na elaboração de um relatório de dissertação, pois é nesse momento que paramos para refletir sobre todos que nos auxiliaram para que hoje esta pesquisa estivesse concluída. Esse momento deixou meu coração repleto de alegria, pois só então me dei conta de quantas pessoas foram importantes nesse processo.

Início o meu agradecimento pelo meu comitê de orientação. Ao Professor Doutor Wagner Luiz Lourenzani, meu orientador, o meu muito obrigado por ter acreditado em mim e ter me dado a oportunidade de trabalhar ao seu lado, aprendendo muito. Ao Professor Doutor Eduardo Guilherme Satolo agradeço a disponibilidade constante para o diálogo. Ao Professor Doutor Marcellus Marques Caldas que, mesmo à distância, oportunizou-me, por meio do projeto coordenado por ele, participar da coleta de dados que utilizo nesta pesquisa.

Deixo aqui um espaço especial para a Professora Doutora Sandra Cristina de Oliveira que, mesmo sem integrar oficialmente o comitê orientador, foi fundamental para me guiar no tratamento estatístico realizado nesta pesquisa. Agradeço sua disponibilidade, sua paciência e seu incentivo, mesmo nos momentos em que os números não nos eram tão amigáveis. Nesse mesmo sentido, agradeço ao doutorando Bruno Henrique Alves pela imensa ajuda no processo de Revisão Bibliográfica Sistemática.

Agradeço a todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, em especial à Professora Doutora Cristiane Hengler Corrêa Bernardo, minha esposa, que me apoiou tanto como docente quanto como companheira, seguindo ao meu lado em toda essa jornada.

Reconheço ainda o apoio dos meus filhos, irmãos, cunhados e sobrinhos que entenderam os momentos de ausência em ocasiões especiais e que me apoiaram incondicionalmente nessa difícil decisão de dedicar-me exclusivamente ao mestrado. Aos meus pais (*in memoriam*) agradeço pela formação que me proporcionaram, pois foi graças a ela que pude atingir essa etapa.

Ao Câmpus da Unesp em Tupã e nele incluo todos os servidores que nos propiciam a infra-estrutura necessária para que possamos realizar a nossa pesquisa nas melhores condições. Estendo o agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que durante um período me proporcionou incentivo financeiro para que eu pudesse realizar a minha pesquisa.

Agradeço também ao Professor Doutor Mário Otávio Batalha e ao Professor Doutor Mário Mollo Neto por aceitarem compor minha banca de qualificação e defesa e, por tanto terem contribuído para o resultado final deste relatório.

Por fim, não poderia deixar de reconhecer que sem Deus nada disso seria possível. É ele que nos orienta, nos alimenta o espírito, nos dá a confiança para seguir em frente e nos fortalece diante das dificuldades que encontramos nos caminhos que escolhemos seguir.

“Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos” (Fernando Pessoa).

BERNARDO, Roberto. **Análise da produtividade agrícola da cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás**. Tupã: UNESP, 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Tupã, 2016.

RESUMO

Este trabalho parte da seguinte questão de pesquisa: quais fatores estruturais estão causando a redução do ritmo de produtividade da cana-de-açúcar nas regiões de novas expansões agrícolas canavieiras, especificamente nos estados de Mato Grosso do Sul e de Goiás? Parte-se da hipótese de que há fatores estruturais que limitam a evolução do desempenho agrícola da cana-de-açúcar nessa região. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a relação entre a tendência de queda na produtividade e os fatores estruturais ligados às tecnologias agrícolas empregadas, de modo a compreender os motivos que levam a essa redução. Inicialmente foi elaborada uma Pesquisa Bibliográfica Sistemática (RBS), de forma a traçar um cenário da produção científica na área da produtividade da cana-de-açúcar. Em etapa seguinte, foi realizada uma análise da evolução da expansão da produção da cana-de-açúcar na região estudada, por meio da utilização de análise descritiva dos dados secundários e análise da variação da produção pelos efeitos área e produtividade utilizando o método *Shift-Share*. Por fim, foi realizada uma análise estatística de regressão logística múltipla para verificar a existência de correlação entre a produtividade do cultivo de cana-de-açúcar e variáveis de características produtiva e tecnológica. Foram utilizados os dados obtidos por meio de uma *survey* aplicada a 148 produtores rurais, de 30 municípios localizados nos estados *locus* desta análise. Os resultados obtidos revelaram que os fatores estruturais limitam o avanço da produtividade agrícola canavieira, tais como o nível de mecanização e o uso de variedades adaptadas às regiões pesquisadas. Tais resultados fornecem subsídios para análises e proposições para melhoria do desempenho da produtividade. Considera-se que essa dissertação contribuiu para um melhor entendimento da temática da produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar, especialmente nos estados de MS e GO, nos aspectos bibliográficos, técnicos e metodológicos.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Expansão territorial. Setor sucroalcooleiro. Produtividade Agrícola.

BERNARDO, Roberto. **Sugarcane productivity analysis in Mato Grosso do Sul and Goiás, Brazil**. Tupã: UNESP, 2016.162 f. Dissertation (Master in Agribusiness and Development) - Univ Estadual Paulista, College of Science and Engineering. Tupã, 2016.

ABSTRACT

This dissertation has the following research question: what structural factors are causing a reduction in the sugarcane productivity rate in regions of recent sugarcane agricultural expansion, specifically in the states of Mato Grosso do Sul and Goiás? The hypothesis of this research is that there are structural factors limiting the development of the agricultural performance of sugarcane in these regions. In this context, this research aimed at analyzing the relationship between the downward trend in productivity and structural factors, in order to understand the reasons that have lead to this reduction. Initially, a systematic bibliographical research was developed in order to draw a scenario of scientific studies on sugarcane productivity. Then, an analysis of the technological evolution of sugarcane production was held in the mentioned regions, by using the Shift-Share Method. Finally, a multivariate statistical analysis was applied in order to verify the existence of correlation between sugarcane productivity and productive and technological characteristics. The used data was obtained through a Survey applied to 148 farmers from 30 municipalities. The results revealed that the factors that limit the advancement of sugarcane agricultural productivity in the surveyed areas are structural, as level of mechanization and use of varieties adapted to the studied regions. Such results support some analysis and proposals for improving productivity performance. It is considered that this dissertation has contributed to a better understanding of the issue of agricultural productivity of sugarcane production, especially in the states of MS and GO, in bibliographical, technical and methodological aspects.

Keywords: Sugarcane. Territorial expansion. Sugar and alcohol sector. Agricultural Productivity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do processo de filtragem e seleção dos artigos de interesse	30
Tabela 2 - Índice de relevância dos periódicos representativos dos 34 artigos selecionados	37
Tabela 3 - Taxas de crescimento da produção de cana por regiões, por períodos	74
Tabela 4 - Variação da produção pelo efeito área e efeito produtividade	87
Tabela 5 - Adoção de mecanização na colheita e plantio de cana.....	89
Tabela 6 - Porcentagem de adoção de variedades de cana	90
Tabela 7 - Valores de IAV e ICV.....	91
Tabela 8 – Número de respondentes do estado de Goiás, por município.....	108
Tabela 9 - Número de respondentes do estado de Mato Grosso do Sul, por município.....	109
Tabela 10 – Variáveis Independentes selecionadas para o teste de regressão logística	110
Tabela 11 - Valores médios de produtividade agrícola da cana-de-açúcar para os estados pesquisados, medidos em toneladas de cana por hectare	114
Tabela 12 - Valores de produtividade agrícola da cana-de-açúcar para os estados pesquisados, medidos em ATR.....	114
Tabela 13 - Proporção de contratos entre os produtores rurais e as usinas agrícolas de cana-de-açúcar nos estados pesquisados	115
Tabela 14 - Escolaridade dos produtores rurais entrevistados na pesquisa de campo	116
Tabela 15 - Tamanho médio das propriedades rurais da pesquisa de campo.....	117
Tabela 16 - Mecanização da colheita de cana-de-açúcar nas propriedades pesquisadas	117
Tabela 17 - Distribuição da classificação de produtividade	121
Tabela 18 – Análise de Variância (ANOVA).....	122
Tabela 19 – Estimativas dos parâmetros (coeficientes).....	122
Tabela 20 - Valores de razão de chance (Odds Ratios)	122
Tabela 21 - Testes de aderência.....	123
Tabela 22 - Índices de correlação de postos	124

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Taxa de crescimento (%) da produção da cana-de-açúcar (em toneladas) no Brasil e principais estados produtores, entre 1990 e 2014	17
Gráfico 2 - Evolução da participação (%) do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil (área plantada), por regiões, entre 1990 e 2014.....	72
Gráfico 3 - Evolução do cultivo de cana-de-açúcar (ha) em MS, MT e GO, entre 1990 e 2014	73
Gráfico 4 - Evolução da área plantada em MS com lavouras permanentes – cana-de-açúcar, soja, milho e algodão, entre 1990 e 2014	76
Gráfico 5 - Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sudoeste de MS entre 1990 e 2014	77
Gráfico 6 - Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%). Na Mesorregião do Sudoeste de MS entre 2003 e 2014	78
Gráfico 7 - Evolução do rebanho bovino de MS, em milhões de cabeças, entre 1990 e 2014	79
Gráfico 8 - Evolução da área plantada de lavouras permanentes, da cana-de-açúcar, da soja, do milho e do algodão (milhões de hectares) em Goiás, entre 1990 e 2014	80
Gráfico 9 – Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sul Goiano, entre 1990 e 2014	81
Gráfico 10 – Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sul Goiano, entre 2003 e 2014	82
Gráfico 11 - Evolução do rebanho bovino em GO em milhões de cabeças, de 1990 e 2014	83
Gráfico 12 – Ganhos de produtividade da cana-de-açúcar em percentual, da soja e do milho no Brasil, base 1990	84
Gráfico 13 - Linhas de tendência (regressão linear) das taxas de crescimento anual da produtividade da cana (%) do Brasil, MS e GO, entre 2003 e 2014	85
Gráfico 14 – Evolução do ATR médio (kg/ton), de cana-de-açúcar em Goiás, Mato Grosso do Sul e região Centro-Sul do Brasil, para as safras de 2006/2007 até 2015/2016.....	86
Gráfico 15 – Variação da Produção Anual (%) da cana-de-açúcar em Goiás, pela decomposição do Efeito Área e Efeito Produtividade, no período de 2003 a 2014.....	88
Gráfico 16 – Variação da Produção Anual (%) de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul, pela decomposição do Efeito Área e Efeito Produtividade, no período de 2003 a 2014.....	88
Gráfico 17 - Evolução do IAV e do ICV na média dos estados da região Centro-Sul, (2012)	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estrutura metodológica de pesquisa	19
Quadro 2 – Modelo para a condução da RBS	25
Quadro 3 - Critérios e pressuposições utilizados no processo de seleção e captura dos artigos de interesse	29
Quadro 4 - Análise de relevância (Quartil; H Index e SJR) 34 dos artigos selecionados para a elaboração da Revisão Bibliográfica Sistemática	32
Quadro 5 - Principais abordagens dos 33 artigos selecionados.....	44
Quadro 6 – Parâmetros produtivos de cana-de-açúcar entre os estados de MS e GO.....	119

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO	15
REFERÊNCIAS	22
 CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RBS) SOBRE A PRODUTIVIDADE DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL	 23
1 INTRODUÇÃO	23
2 METODOLOGIA	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
3.1 Entrada - coleta dos artigos de interesse	28
3.2 Processamento - seleção, catalogação e análise dos artigos selecionados.....	29
3.3 Saída - relatório da Revisão Bibliográfica Sistemática.....	38
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46
 CAPÍTULO II - FATORES ESTRUTURAIS VERSUS PRODUTIVIDADE DA CANA- DE-AÇÚCAR: UMA ANÁLISE NOS ESTADOS DE MATO GROSSO DO SUL E GOIÁS	 50
1 INTRODUÇÃO	50
2 EXPANSÃO, PRODUTIVIDADE E TECNOLOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO	52
2.1 Frentes e fronteiras agrícolas no Centro-Oeste brasileiro.....	52
2.2 Breve Histórico sobre a cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro	54
2.3 Modernização da Agricultura e Tecnologia de cultivo da cana-de-açúcar.....	55
2.4 Tecnologia de cultivo da cana-de-açúcar.....	57
2.5 Fatores Estruturais e Conjunturais ligados ao setor canavieiro	59
2.5.1 Fatores conjunturais.....	61
2.5.2 Fatores estruturais.....	61
3 METODOLOGIA	67
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
4.1 A expansão da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste.....	72
4.2 Caracterização do cultivo da cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul e em Goiás...	75
4.3 Análise da produtividade da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.	83

4.5	Decomposição da produção de cana em efeito área e efeito produtividade, nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.....	86
4.6	Análise dos fatores estruturais que afetam a produtividade da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.....	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
	REFERÊNCIAS	95

CAPÍTULO III - EXPANSÃO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS ESTADOS DE GOIÁS E MATO GROSSO DO SUL: RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E TECNOLOGIA.....		102
1	INTRODUÇÃO	102
2	PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA CANAVIEIRA.....	103
2.1	ATR e a forma de remuneração dos agricultores.....	105
3	METODOLOGIA	106
3.1	Fonte de dados	106
3.2	Modelo de Regressão Logística Múltipla	110
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	113
4.1	Análise Descritiva dos dados coletados.....	113
4.1.1	<i>Produtividade Agrícola</i>	<i>114</i>
4.1.2	<i>Tipos de Contratos</i>	<i>115</i>
4.1.3	<i>Adoção de variedade de cana desenvolvida para o Cerrado.....</i>	<i>115</i>
4.1.4	<i>Escolaridade dos produtores entrevistados</i>	<i>116</i>
4.1.5	<i>Tamanho da propriedade</i>	<i>117</i>
4.1.6	<i>Nível de mecanização da colheita de cana na propriedade.....</i>	<i>117</i>
4.1.7	<i>Uso anterior das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar.....</i>	<i>118</i>
4.1.8	<i>Uso de irrigação nas lavouras de cana-de-açúcar</i>	<i>118</i>
4.1.9	<i>Quadro comparativo da produção de cana-de-açúcar no MS e GO</i>	<i>118</i>
4.2	Análise de Regressão Logística dos dados	120
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
	REFERÊNCIAS	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO		130
APÊNDICES.		134

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

Todo problema de pesquisa necessita de um contexto que o justifique e que o ampare em suas discussões. Tal afirmação vem ao encontro do conceito de que a ciência não é estática, está sempre em movimento e vai se apoderando das constatações anteriores para ter possibilidade de caminhar e evoluir num movimento contínuo.

No entanto, apesar de algumas temáticas já terem sido bastante exploradas nunca se esgota a necessidade de um novo olhar, uma perspectiva diferente, às vezes contrária, outras afirmativas e outras até comprobatórias.

Nesse contexto é que adentrar a temática da cana-de-açúcar no Brasil, enquanto objeto de estudo, é reconstruir sua trajetória evolutiva que parte desde a colonização do país, como cultura e matéria-prima agroindustrial, até se chegar às novas perspectivas que se abrem, assim como para a sua vasta produção, dentre as quais se destacam o açúcar, o etanol, a cogeração de energia, a bebida, o plástico, o papel, a ração animal e outros produtos.

Sua importância variou em diversos graus desde as primeiras plantações até os dias de hoje; no entanto, sempre teve uma relevância bastante significativa para o desenvolvimento econômico do país.

Atualmente, ganha ainda outros papéis que vão além da sua importância no cenário econômico, inserindo-se em agendas que discutem alternativas energéticas, crise de alimentos no mundo, sua relação com os espaços destinados às culturas, entre outros.

Nessa direção, o cenário que se apresenta na atualidade traz novos problemas para temáticas antigas. Sob a perspectiva do *locus* de análise que se pretende imprimir a presente pesquisa, pode-se dizer que a temática ganha uma importância relevante, uma vez que trata de um olhar para uma região específica - Mato Grosso do Sul (MS) e Goiás (GO), estados que vêm apresentando relevantes indicadores de expansão da produção para a cultura da cana-de-açúcar no país.

Abordar a temática da cana-de-açúcar pode, a princípio, parecer exaustivo do ponto de vista do que já foi explorado, mas como se justificou anteriormente, extremamente necessário quando se abordam aspectos contemporâneos e realidades regionais que, muitas vezes, destoam das demais e, que podem trazer resultados importantes para que outras regiões também possam melhorar seus indicadores de produtividade.

Em 2012, o Brasil deteve 39% da produção mundial de cana-de-açúcar, seguido pela Índia com 19,6% e pela China com 6,7%. Considerando a área de produção mundial, o

Brasil representou 37% do total (AGRIANUAL, 2015). Tais percentuais refletem a importância que a produção de cana-de-açúcar representa para a economia nacional.

O Brasil não é apenas o maior produtor como também ocupa o lugar de maior exportador de açúcar do mundo. A produção total de cana-de-açúcar destinada à indústria para a safra 2014/2015 apresentou uma produção de 634,77 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. A estimativa para a safra 2015/2016 é de 663,11 milhões de toneladas, cultivados em 9,06 milhões de hectares, o que significaria um incremento de 4,5% em relação à safra 2014/2015 (CONAB, 2014).

Segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2014), na safra 2014/15 a produção de açúcar chegou a 35,56 milhões de toneladas. Para a safra 2015/16 a expectativa é de aumento de 5,8%, chegando a 37,63 milhões de toneladas. Para o etanol a produção total foi de 28,66 bilhões de litros na safra 2014/15 e estima-se em 28,82 bilhões de litros para safra 2015/16, um aumento de 156,94 milhões de litros, o que representa um acréscimo de 0,5%.

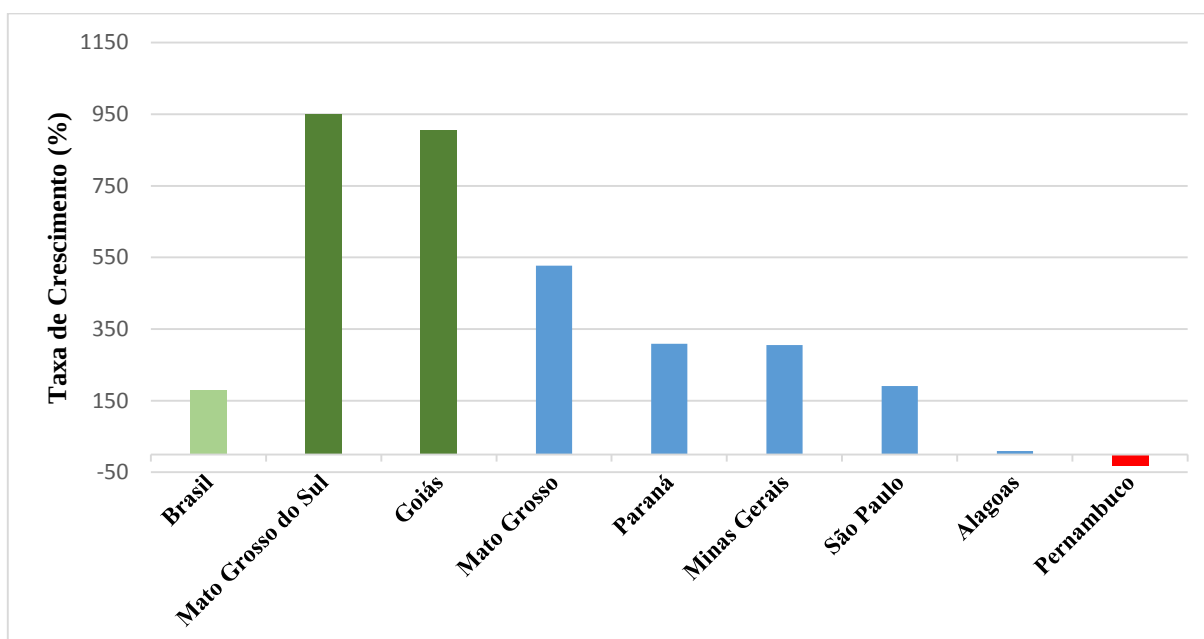
Neves (2014) afirma que o crescimento da produção da cana-de-açúcar mais do que duplicou no Brasil nos últimos 20 anos. Esse crescimento, no entanto, não se deu de forma equitativa no país e algumas regiões passaram a ter papel de destaque para a cultura em análise.

Tal crescimento fez com que a representatividade das regiões brasileiras que cultivam cana-de-açúcar se alterasse, avançando para áreas onde ainda não estava inserida, em larga escala, a cultura canavieira. Segundo Demattê (2014), o Centro-Oeste assumiu o papel de segundo maior produtor do país, e a região que mais tem crescido em área plantada. Destacam-se, nesse cenário, os Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás (Gráfico 1).

Os estados do Mato Grosso do Sul e de Goiás obtiveram, no período entre 1990 e 2014, uma taxa de crescimento da produção, em toneladas de cana-de-açúcar, na ordem, de 950% e 906% respectivamente, sendo que o Brasil cresceu 181%, no mesmo período (IBGE, 2015). Tais indicadores reforçam a importância de ambos os estados para o cenário produtivo canavieiro no Brasil.

Todavia, essa perspectiva promissora de crescimento, que vem sendo destacada para a cultura da cana-de-açúcar no país, encontra alguns gargalos que precisam ser explorados e analisados para que possam ser superados. Embora o aumento da área de produção e da quantidade produzida de cana-de-açúcar mereça enaltecimento no agronegócio brasileiro, como se verifica no Gráfico 1, o mesmo não pode ser considerado para a sua produtividade agrícola recente.

Gráfico 1 – Taxa de crescimento (%) da produção da cana-de-açúcar (em toneladas) no Brasil e principais estados produtores, entre 1990 e 2014.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2015)

Segundo Macedo (2007), a expansão da cana-de-açúcar teve como catalizador as tecnologias disponíveis para o desenvolvimento agrícola; entretanto, o desempenho agrícola e os ganhos com produtividade não acompanharam os resultados esperados, diante de tais investimentos.

Nesse cenário é importante que se discuta a questão da produtividade agrícola e os fatores estruturais e conjunturais que interferem sobre a mesma. Neves (2012) e Nyko et al. (2013) consideram como fatores estruturais aqueles responsáveis pela tendência de queda dos ganhos de produtividade no longo prazo como, por exemplo, a mecanização do plantio e da colheita, a adoção de variedades de cana-de-açúcar não adequadas, bem como o tipo de sistema produtivo anterior ao cultivo da cana-de-açúcar. Já os fatores conjunturais, são aqueles associados às oscilações de desempenho no curto prazo, tais como as adversidades climáticas e a falta de renovação adequada dos canaviais (NEVES, 2012).

Considerando o recente processo de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, por meio de um sistema produtivo moderno, em regiões de fronteira agrícola, num contexto de acesso à tecnologia, advindo de uma trajetória de pesquisa no país, o desempenho do cultivo da cana-de-açúcar é uma questão importante a ser analisada cientificamente.

Dentre os diversos fatores estruturais que podem afetar a produtividade agrícola da cana-de-açúcar, há alguns que merecem um olhar mais atento, uma vez que a princípio

podem trazer impacto positivo para a alta produção e, no entanto, pode não se refletir em alta produtividade. Tais fatores têm sido discutidos por Neves (2012; 2014); Demattê (2014) e Nyko et al. (2013) que ao abordarem a produção nacional, indicando-os como possíveis causadores pela queda na produtividade agrícola da cana-de-açúcar.

Diante de tal contexto, este trabalho apresenta a seguinte problemática de pesquisa: quais são os fatores estruturais que estão causando redução do ritmo de produtividade da cana-de-açúcar, nas regiões de novas expansões agrícolas canavieiras, especificamente nos estados de MS e GO?

Esta pesquisa apresenta como hipótese ao problema proposto, a seguinte proposição: fatores estruturais estão limitando a evolução do ritmo de produtividade da cana-de-açúcar na região de Mato Grosso do Sul e de Goiás.

Em busca de responder tal problemática, esta pesquisa tem como objetivo geral compreender os fatores estruturais responsáveis pela redução no ritmo de produtividade da cana-de-açúcar nas regiões de novas expansões agrícolas canavieiras, particularmente nos estados de MS e GO.

Especificamente, objetiva-se:

- a) Realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) sobre o cultivo de cana-de-açúcar no Brasil, com enfoque nos estudos sobre sua produtividade;
- b) Analisar a evolução da expansão da produção de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul e Goiás;
- c) Avaliar a existência de relação entre a produtividade do cultivo de cana-de-açúcar, e variáveis de características produtivas e tecnológicas.

É importante destacar que esta dissertação foi estruturada a partir de três capítulos, cada qual se propondo a atender a um dos objetivos específicos apresentados. Cada capítulo se configurou com um artigo científico completo, composto por introdução; metodologia; resultados e discussões, considerações finais e referências. Após a conclusão dos três capítulos (artigos), essa Dissertação apresenta as Considerações Finais Gerais e os apêndices.

Para a consecução dos objetivos supracitados, esta pesquisa baseia-se na seguinte estrutura metodológica: objetivo geral; objetivos específicos; metodologia e as fontes de dados utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa. Tal estrutura é apresentada detalhadamente a seguir no Quadro 1.

Quadro 1 - Estrutura metodológica da pesquisa

Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Metodologia	Fonte de Dados
Compreender os fatores estruturais responsáveis pela redução no ritmo de produtividade da cana-de-açúcar nas regiões de novas expansões agrícolas canavieiras, especificamente nos estados de MS e GO.	1. Realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) sobre o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, com enfoque nos estudos sobre sua produtividade.	Pesquisa Exploratória; Abordagem Qualitativa; Revisão Bibliográfica Sistemática – RBS.	Base de Dados Científicos: SciELO, SCOPUS e <i>Web of Science</i> e Portal de Periódicos Capes
	2. Analisar a evolução da expansão da produção de cana-de-açúcar nos estados de MS e GO.	Pesquisa Descritiva; Abordagem Quantitativa; Modelo <i>Shift-Share</i> .	Dados Secundários – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)
	3. Avaliar a existência de relação entre a produtividade do cultivo da cana-de-açúcar, e variáveis de caráter produtivo e tecnológico.	Pesquisa Descritiva; Abordagem Quali-Quantitativa; Método de Regressão Logística Múltipla	Dados primários - <i>Survey</i> do Projeto <i>Land change in Brazil's Cerrado</i> .

Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com a estrutura supracitada, apresenta-se um breve relato sobre desenvolvimento de cada um dos capítulos/artigos.

O **Capítulo I** é denominado “Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) sobre o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil”. A metodologia utilizada baseia-se no modelo RBS, já adotado em outras áreas de pesquisas. O objetivo desse capítulo foi caracterizar o estado da arte sobre o cultivo de cana-de-açúcar no Brasil, com enfoque nos estudos sobre sua produtividade.

Para alcançar os resultados pretendidos foi adotada uma sequência de etapas e atividades, definidas como entrada, processamento e saída, segundo Conforto, Amaral e Silva (2011). Na fase denominada de “entrada”, parte-se de informações preliminares que serão trabalhadas posteriormente, tais como: artigos clássicos, livros-textos ou artigos referência indicados por especialistas. A fase de “processamento” refere-se ao modo como as informações serão transformadas, para enfim gerarem as “saídas”, que são as sínteses dos resultados e o relatório final. Para a realização da RBS foram utilizadas três bases de dados e uma biblioteca virtual, quais sejam: Scielo; Scopus; *Web of Science* e Portal de Periódicos Capes, respectivamente.

O **Capítulo II**, denominado “Fatores Estruturais Versus Produtividade da Cana-de-Açúcar: uma análise nos Estados de Mato Grosso do Sul e Goiás”, atende ao segundo

objetivo específico desta pesquisa que é o de analisar a evolução da expansão da produção da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul e em Goiás.

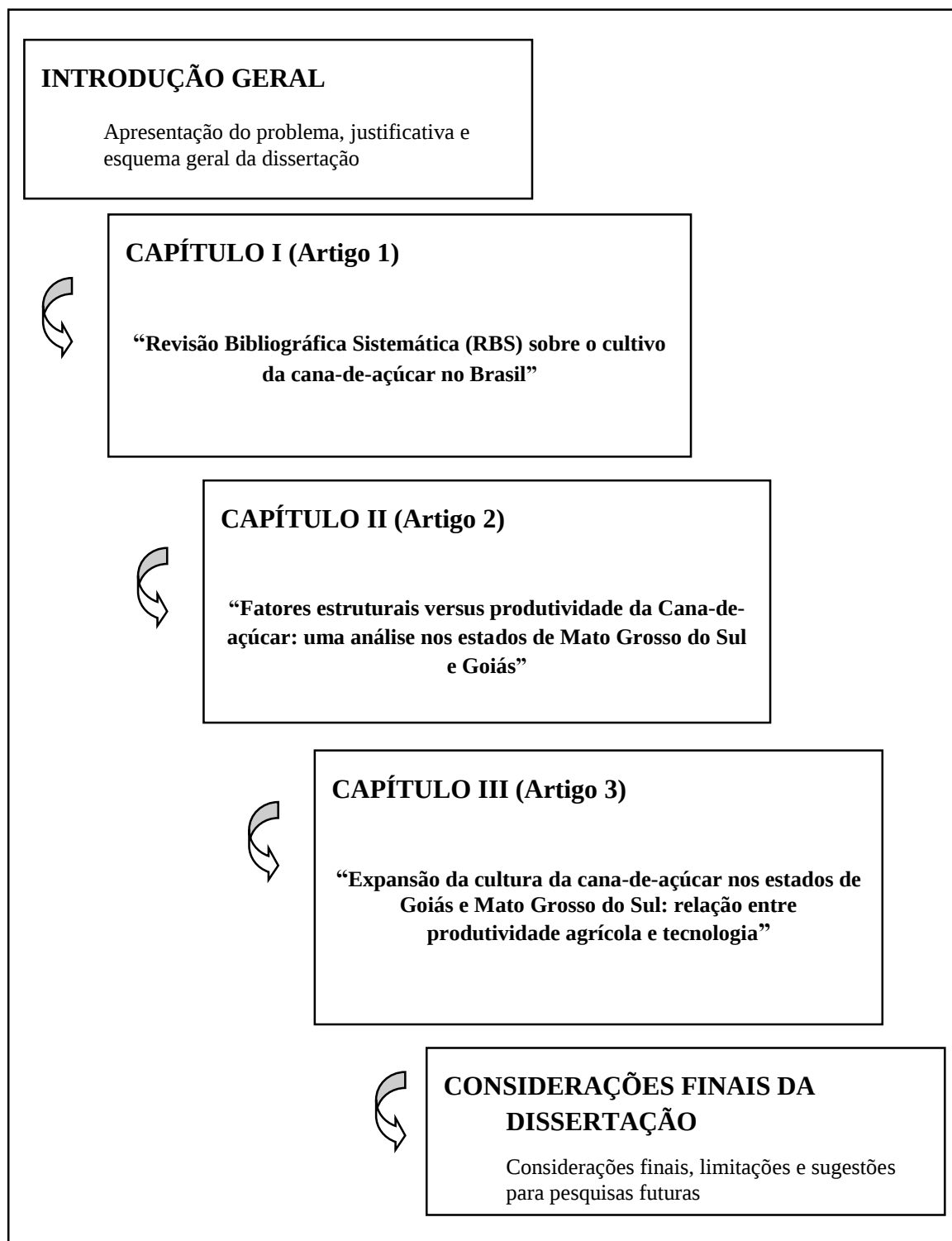
Esse capítulo traz informações sobre a Modernização da Agricultura no mundo e no Brasil, recorrendo ao estado de conhecimento já construído na área, de modo a melhor situar a presente pesquisa. O entendimento sobre os Fatores Estruturais e Conjunturais ligados ao setor canavieiro é tratado de modo conceitual, e também em forma de suas aplicações na cultura canavieira.

Com relação à metodologia utilizada, foi realizada uma pesquisa descritiva sobre os fatores estruturais que afetam a produtividade da cana-de-açúcar nos estados de GO e MS. Além disso, foi utilizado o método *Shift-Share* (Diferencial-Estrutural) para decompor da taxa de variação da produção da cana-de-açúcar em relação a área colhida e a produtividade.

O **Capítulo III**, denominado de “Expansão da cultura da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul: relação entre produtividade agrícola e tecnologia” objetivou avaliar a existência de relação entre produtividade do cultivo da cana-de-açúcar e as variáveis de características produtivas e tecnológicas.

Esse capítulo utilizou uma abordagem estatística como método de análise, por meio de uma análise descritiva de dados e da elaboração de uma regressão logística. Esse trabalho contou com o tratamento de dados primários, advindos de um projeto de pesquisa maior denominado “*Land change in Brazil’s Cerrado: ethanol and sugarcane expansion at the farm and industry scale*”, financiada pela *National Science Foundation* (NSF), e coordenado pelo Professor Doutor Marcellus Marques Caldas (coorientador desta pesquisa), da *Kansas State University*. O autor desta dissertação, assim como seu orientador, Professor Doutor Wagner Luiz Lourenzani, também integraram o grupo de pesquisadores que realizou a coleta de dados.

Apresenta-se a seguir a Figura 1, que revela o *design* geral deste relatório de dissertação, de modo a ilustrar de modo resumido como esta foi organizada.

Figura 1 – *Design* geral da Dissertação.

Fonte: elaborado pelo autor

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2015: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2014. 2 v.

Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_18_03_00_perspectivas_2014-15.pdf>. Acesso em 23 de agosto, 2015.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO–CBGDP, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS, 2011. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9149.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

DEMATTE, J. L. I. Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for Brazilian conditions. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 36, n. 1, p. 111-117, jan./mar. 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA, Tabela 1612**. Disponível em <

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=24>> Acesso em 25 de setembro de 2015.

MACEDO, I.C.; Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 157-165, 2007.

NEVES, M.F. org. **A dimensão do setor Sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14**. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP 2014. Disponível em: www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=25818107, acesso em 20 jul. 2014.

NEVES, M.F. Setor sucroenergético. Ações para Revitalização. **AgroANALYSIS**, v. 32, n. 10, p. 34-35, 2012.

NYKO, D.; VALENTE, M.; MILANEZ, A.; TANAKA, A.; RODRIGUES, A. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **Bionergia**. BNDES Setorial 37, p. 399-442, 2013. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3710.pdf. Acessado em 10 ago. 2014.

CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RBS) SOBRE A PRODUTIVIDADE DO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

1 INTRODUÇÃO

A temática do cultivo da cana-de-açúcar é objeto de análise de grande número de pesquisas científicas, nas mais variadas áreas do conhecimento. As questões sobre a produtividade desta cultura, especialmente no período mais recente, ocupam uma parcela menor das pesquisas localizadas; no entanto, merecem ser visitadas e seus resultados refletidos, de maneira que esta pesquisa possa atingir aos objetivos esperados.

Como parte integrante, para o alcance do objetivo geral dessa dissertação, este capítulo tem o objetivo específico de realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) sobre o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, com enfoque nos estudos sobre sua produtividade.

De modo a justificar os esforços científicos dessa pesquisa, parte-se da hipótese de que há lacunas na construção do conhecimento relacionada ao estudo da produtividade da cana-de-açúcar, principalmente ao se considerar o período de análise recente, em regiões de nova expansão da cultura, como o caso do Centro-Oeste brasileiro e, especialmente, nos estados de Mato Grosso do Sul (MS) e Goiás (GO).

Nesse contexto, a presente pesquisa apoia-se na busca de conhecimentos gerados sob diferentes abordagens e que circundam o objetivo principal do trabalho. São objetos de análise os trabalhos científicos relacionados às seguintes abordagens: mecanização da colheita e do plantio; melhoramento genético e variedades da cana-de-açúcar; trajetória da cultura canavieira no Brasil; expansão da fronteira agrícola canavieira e os impactos da introdução dos motores flex-fuel, fatores de incentivo ao crescimento do setor canavieiro.

Pretende-se, dessa maneira, revisar e sistematizar as temáticas já exploradas, por meio da organização da produção científica já acumulada. Para solidificação desse processo de análise, é necessária a utilização de uma estrutura metodológica que possibilite o rigor científico necessário para reconstruir o cenário da temática de pesquisa pretendida.

A adoção da RBS, como método para organização e análise do estado do conhecimento de um tema a ser estudado, é mais do que apenas quantificar os documentos científicos produzidos durante um determinado período de tempo. A RBS pode ser a abertura de todo um campo de conhecimento já construído, e que precisa ser percorrido para que as pesquisas atuais não ignorem o que já foi produzido e partam para preencher as lacunas identificadas. Dessa forma, justifica-se trilhar caminhos já percorridos.

Para Biolchini et al. (2007), a RBS é usada para se referir a uma metodologia específica de pesquisa, desenvolvida a fim de reunir e avaliar evidências referentes a um tema específico. Parte de um estudo secundário que depende dos resultados de estudos preliminares para ser realizado.

Webster e Watson (2002) complementam a definição anterior ao afirmarem que a RBS deve garantir que seja levantada uma quantidade suficiente de publicações pertinentes ao assunto e, somente poderá ser considerada concluída, quando o pesquisador não encontrar mais novos conhecimentos e conceitos sobre o tema de pesquisa.

Nesse sentido é que, para a consecução do objetivo pretendido, foi realizada a RBS sobre a produtividade do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil. Para tanto, este capítulo é dividido em quatro partes. A primeira, já apresentada, revela o contexto e a justificativa que guiam essa pesquisa. Posteriormente, a estrutura metodológica utilizada para essa pesquisa é delineada e explicitada. Os resultados e suas discussões apresentados na terceira parte e por fim, são realizadas as considerações finais.

2 METODOLOGIA

Para o delineamento da metodologia a ser adotada, esta pesquisa baseia-se em modelos de RBS adotados em outras áreas de pesquisa, tais como Biolchini et al., (2007), Levy e Ellis (2006) e Conforto, Amaral e Silva (2011). Os referidos trabalhos descrevem a RBS por meio de um processo, definido como sendo uma sequência de etapas e atividades.

Segundo Levy e Ellis (2006), para se alcançar os resultados utilizando a RBS devem ser definidas três fases principais: entrada, processamento e saída. Na fase “entrada”, leva-se em conta as informações preliminares que serão processadas, tais como: artigos clássicos relacionados à área de estudo, livros-textos que formam o conhecimento da área, artigos referência indicados por especialistas. A fase de “processamento” refere-se ao modo como as informações serão transformadas, para enfim gerarem as “saídas”, que são as sínteses dos resultados e o relatório.

A Figura 2, evidencia a dinâmica do processo da RBS, composto por três fases – entrada, processamento e saída, conforme proposto por Levy e Ellis (2006).

Figura 2 - Fases da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).



Fonte: Levy e Ellis (2006).

Baseado no trabalho de Conforto, Amaral e Silva (2011), o roteiro para o desenvolvimento da RBS, com suas respectivas etapas de execução, é evidenciado no Quadro 2 apresentado a seguir.

Quadro 2 – Modelo para a condução da Revisão Bibliográfica Sistemática – RBS.

A- Entrada	B- Processamento	C- Saída
A.1 – Objetivos A.2 - Fontes Primárias A.3 - <i>Strings</i> de Buscas A.4 - Critérios de inclusão A.5 - Critérios de qualificação A.6 - Método e Ferramentas	B.1 - Realização das Buscas B.2 - Processo de seleção dos artigos B.3 - Seleção final dos artigos	C.1 - Cadastro e Arquivo C.2 - Síntese e Resultados

Fonte: adaptado de Conforto, Amaral e Silva (2011).

A caracterização de cada um dos itens e o respectivo detalhamento para o desenvolvimento da pesquisa são apresentados a seguir:

A. Entrada

A.1 - Objetivo: Na consecução da RBS, os objetivos devem estar alinhados ao propósito do projeto de pesquisa. É importante que os objetivos sejam claros e factíveis. A definição dos objetivos deve ser realizada com rigor, pois eles formarão a base para a análise dos artigos e definirão os critérios para inclusão dos mesmos.

A.2 - *Fontes primárias*: podem ser consideradas como fontes primárias os artigos, os periódicos e as bases de dados. Essas fontes são importantes na definição das palavras-chave, na identificação dos artigos relevantes e dos principais autores. Uma revisão bibliográfica prévia (não sistemática) e/ou uma consulta com especialistas podem contribuir para a identificação de trabalhos clássicos. É importante definir critérios de inclusão, como a necessidade de indexação em bases de dados, horizonte temporal, avaliação pelos pares, dentre outros.

A.3 - *Strings de busca*: primeiramente, é preciso identificar as palavras e os termos articulados ao tema de pesquisa. Isso é possível, a partir de estudos preliminares das fontes e também por meio de indicações de especialistas e pesquisadores da área. Para se construir *strings*, é preciso seguir um processo de definição, teste e adaptação. Deve-se compreender e testar os operadores lógicos da busca avançada ou busca booleana¹ nesse processo. Para dar maior relevância ao trabalho, é importante a adoção de base de dados de referência.

A.4 - *Crítérios de inclusão*: parte-se dos objetivos da pesquisa para se definir os critérios de inclusão dos artigos. Os critérios de inclusão assumem o papel de filtros, restringindo as buscas e separando os materiais selecionados.

A.5 - *Crítérios de qualificação*: para avaliar a importância dos artigos que passaram pelos filtros, critérios de qualificação devem ser utilizados. Nessa análise, diversos elementos do artigo podem ser considerados, tais como: método de pesquisa utilizado, quantidade de citações, fator de impacto da revista na qual o artigo foi publicado, entre outros.

A.6 - *Método e ferramentas*: essa etapa envolve a sistematização do método de busca e definição das ferramentas que serão utilizadas no processo. Devem ser delineadas: as etapas da busca, os filtros de buscas, a sequência de execução, as bases de dados adotadas, a forma de armazenamento do material selecionado, entre outros. O método de trabalho deve contribuir

¹ O Modelo booleano é baseado na teoria dos conjuntos. Para cada comando dado, “[...] são recuperados todos os documentos que possuem os termos nas condições especificadas pelo usuário, que ainda pode utilizar os operadores booleanos *or*, *and* e *not* para estabelecer relações específicas de ocorrência com as palavras-chave, de forma a especificar os documentos a serem recuperados. Sua maior desvantagem é o fato de trabalhar de forma binária, ou seja, os documentos são analisados sob o critério dualista relevante / não relevante, e não é criada nenhuma espécie de ordenação dos resultados que atendam às condições de consulta” (SOUZA, 2006, p.166).

para o processo de aprendizagem, possibilitada por meio do refinamento da busca, das buscas cruzadas a partir de referências citadas nos artigos encontrados.

B. Processamento

B.1 - Realização das Buscas: esse processo envolve as etapas de busca por periódico, busca cruzada e busca por base de dados. Devem ser utilizados os *strings* de busca. Nesse momento, tem-se uma coleta ampla dos documentos de interesse.

B.2 - Processo de seleção dos artigos: é realizada nessa etapa a leitura e análise dos resultados obtidos a partir dos filtros adotados (critérios de inclusão). Os artigos seletos são separados para posterior refino.

B.3 - Seleção final dos artigos: a partir da aplicação dos critérios de qualificação têm-se os artigos finais selecionados. Esses últimos serão objetos de análise mais detalhada e que alimentarão o relatório final.

C. Saída

C.1 - Cadastro e Arquivo: os artigos selecionados devem integrar um repositório. O processo de catalogação e arquivamento desse material é fundamental para facilitar o tratamento, compartilhamento e análise dos dados.

C.2 - Síntese e Resultados: finalmente, a síntese da bibliografia estudada deverá ser elaborada por meio de um relatório, que poderá assumir o formato de uma seção de revisão bibliográfica. Questões como a evolução de conceitos, principais autores, quantidade de artigos, entre outros, tornam-se indicativos importante para a identificação do estado do conhecimento atual.

Tal processo, subdescrito detalhadamente, propiciou que os artigos coletados pudessem ter a relevância necessária para ancorar os resultados e discussões que são apresentados na sequência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Entrada - coleta dos artigos de interesse

Os critérios adotados para a coleta e seleção de artigos de interesse da presente pesquisa estão apresentados a seguir. O processo foi aplicado a partir da adoção de três bases de dados e de uma biblioteca virtual, sendo, respectivamente, o *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), o SCOPUS, a *Web of Science* e o Portal de Periódicos CAPES. Tais fontes apresentam características específicas, as quais são descritas a seguir para melhor visualização da organização dos dados em cada uma delas.

O SciELO, apesar de ser considerada uma base de dados, autodenomina-se como biblioteca eletrônica. Esta abrange 344 periódicos científicos, exclusivamente brasileiros, o que a diferencia das demais bases de dados descritas a seguir. Essa base é dividida em oito campos do conhecimento: Ciências Agrárias, Biológicas, Saúde, Exatas e da Terra, Sociais e Sociais Aplicadas, Engenharias, Linguística, Letras e Artes (SciELO, 2015).

Com o *status* de maior base de dados da literatura científica mundial, a base Scopus (2014) reúne resumos, citações e textos completos, indexando mais de 22.000 títulos publicados em mais de 5.000 editoras internacionais, sendo que 20.000 títulos são revisados por pares. Em 2014, esta base reunia mais de 400 títulos brasileiros (SCOPUS, 2014).

Considerada como um dos principais bancos de dados referenciais do mundo, a *Web of Science* oferece acesso a 20.606 periódicos multidisciplinares, com mais de 12.000 periódicos de alto impacto, em todo o mundo. A base inclui também revistas científicas de acesso aberto, além de outros tipos de documentos (WEB OF SCIENCE, 2015). Atualmente a *Web of Science* integra 114 revistas brasileiras (RODRIGUES; QUARTIERO; NEUBERT, 2015).

Diferentemente das três bases de dados supracitadas, o Portal de Periódicos Capes é uma biblioteca virtual que conta com mais de 37 mil títulos com textos completos, integrando 126 bases de dados referenciais e 11 bases dedicadas exclusivamente às patentes. Também inclui livros, enciclopédias, normas técnicas, conteúdo audiovisual e estatística (CAPES, 2015). O objetivo de selecionar esta biblioteca virtual, além das três bases de dados citadas, está em ampliar, não somente a busca em outras bases de dados, como também eliminar ou pelo menos minimizar as falhas que podem decorrer das diferentes formas de busca. Desse modo, foi possível realizar uma maior cobertura da pesquisa bibliográfica.

3.2 Processamento - seleção, catalogação e análise dos artigos selecionados

Os critérios e as pressuposições adotadas no processo de seleção e busca de artigos de interesse, de acordo com o tema da pesquisa, estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Critérios e pressuposições utilizados no processo de seleção e captura dos artigos de interesse.

Base de Dados e Bibliotecas Virtuais	SciELO, SCOPUS, <i>Web of Science</i> e Portal de Periódicos Capes
Data de Coleta	As datas de busca realizadas nesta pesquisa são apresentadas para fixar o momento da coleta, pois se considera a possibilidade de movimentação de conteúdos nas bases de dados ao longo do tempo.
Filtro 1	Para iniciar o processo de busca, foi escolhida a palavra-chave “ <i>sugarcane</i> ”, que representa a principal fonte de informações do assunto pretendido na pesquisa. A adoção da palavra no idioma inglês teve o objetivo de abarcar o maior número de documentos possíveis. Considera-se que os artigos publicados em português também são contemplados nesse processo, pois são captados a partir dos abstracts cadastrados.
Filtro 2	Na realização de uma busca avançada (booleana) foram definidas as palavras-chave para alcançar o maior número possível de documentos relacionados ao tema de pesquisa. A busca booleana utilizada nesse filtro seguiu a seguinte sequência de critérios: “ <i>sugarcane</i> ” OR “cana-de-açúcar” AND “ <i>Brazil</i> ” A adoção do critério “ <i>Brazil</i> ” foi utilizada como forma de restringir geograficamente a coleta de artigos.
Filtro 3	Esse filtro foi diferenciado em cada base de dados, em função da diversidade de características dos sistemas de busca. Entretanto, pode-se considerar a predominância do uso dos seguintes critérios: recorte temporal de coleta (2000 a 2015); seleção apenas de artigos de periódicos e, por fim, a restrição das áreas temáticas de interesse (Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Exatas e da Terra)
Filtro 4	Para a seleção dos artigos de interesse, nessa primeira etapa de seleção, foram realizadas leituras atentas em relação ao título, ao resumo e as palavras-chave.

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Conforto, Amaral e Silva (2011)

A sequência do processo, a descrição dos critérios e os resultados de cada etapa, estão apresentados, na Tabela 1. A partir da adoção dos quatro referidos critérios de filtragem, foram obtidos, nessa primeira etapa de seleção, 159 artigos de periódicos, Apêndice (1), sendo 39 artigos advindos da fonte Periódicos Capes, outros 39 da base SciELO, 42 da SCOPUS e, por fim, outros 39 da *Web of Science*.

Após a conclusão da seleção dos artigos das diferentes bases, que passaram pelos quatros filtros, foi realizada a composição de uma única base de dados (Catalogação), possibilitando a verificação de trabalhos repetidos. Nesse processo, verificou-se que 28 artigos apareciam em mais de uma base de dados. Assim, feitas as devidas exclusões, chegou-se a uma base de dados final com 131 artigos selecionados (Apêndice 2).

Tabela 1 – Resultados do processo de filtragem e seleção dos artigos de interesse.

BASE DE DADOS	Periódico Capes	SciELO	SCOPUS	Web of Science
DATA DE COLETA	25/08/2015 e 26/08/2015	27/08/2015 e 28/08/2015	29/08/2015 e 30/08/2015	31/08/2015 e 01/09/2015
FILTRO 1 (String de busca)	"sugarcane"	"sugarcane"	"sugarcane"	"sugarcane"
RESULTADO 1	52.331 documentos (artigos, dissertações, capítulos de livros, relatórios técnicos e outros)	1.942 artigos	15.326 documentos	29.911 documentos
FILTRO 2 (busca Booleana)	"sugarcane" OR "cana-de-açúcar" AND "Brazil"	"sugarcane" OR "cana-de-açúcar" AND "Brazil"	"sugarcane" OR "cana-de-açúcar" AND "Brazil"	"sugarcane" OR "cana-de-açúcar" AND "Brazil"
RESULTADO 2	899 documentos (artigos, dissertações, capítulos de livros, relatórios técnicos e outros)	481 artigos	1.700 documentos	1.011 documentos
FILTRO 3	- <u>Período de seleção:</u> 2000 a 2015	- <u>Período de tempo:</u> 2000 a 2015	- <u>Período de seleção:</u> 2000 a 2015	- <u>Anos de Publicação:</u> 2000 a 2015
	- Apenas artigos de periódicos	- <u>SciELO Áreas Temáticas:</u> Ciências Agrárias	- <u>Document Type:</u> Article	- <u>Domínio de Pesquisa:</u> Science Technology
	- Periódicos revisados por pares	- <u>SciELO Áreas Temáticas:</u> Ciências Sociais Aplicadas - <u>SciELO Áreas Temáticas:</u> Ciências Exatas e da Terra	- <u>Subject Area:</u> Agricultural and Biological Science; Management and Account; Economics, Econometrics and Finance	- <u>Áreas de Pesquisa:</u> Agriculture, Business Economics e Energy Fuels - <u>Tipo de Documento:</u> Article
RESULTADO 3	310 artigos	351 artigos	779 artigos	620 artigos
FILTRO 4	Leitura do título, resumo e palavras-chave	Leitura do título, resumo e palavras-chave	Leitura do título, resumo e palavras-chave	Leitura do título, resumo e palavras-chave
RESULTADO 4	39 artigos	39 artigos	42 artigos	39 artigos

Fonte: elaborada pelo autor

Logo após essa etapa, seguiu-se para um processo mais refinado de seleção de artigos. Foi realizada uma leitura aprofundada dos conteúdos da “Introdução” e da “Conclusão” dos artigos catalogados na base. Desse modo, essa etapa promoveu o último filtro de captura de artigos a serem utilizados para a RBS. Por meio desse processo, foram selecionados 32 artigos que estão destacados no Quadro 4 que apresenta a análise de relevância (Quartil; H Index e SJR) dos respectivos artigos selecionados para a elaboração da RBS.

Após o processo de filtragem dos 131 artigos (disponíveis no Apêndice 2) e chegando a leitura completa dos 32 artigos utilizados para esta pesquisa, pôde-se visualizar o cenário em que se encontra o estado do conhecimento referente à temática de análise desta pesquisa. Ressalta-se que não foram encontradas pesquisas com abordagens semelhantes aquela a que se propõe este relatório de dissertação.

Com relação ao ano de publicação observa-se que os artigos mais antigos datam o ano de 2008, tendo sido localizados apenas três neste ano. As produções mais relevantes, quantitativamente, foram publicadas no período entre 2011 a 2015, totalizando 25 artigos, ou seja, 78,1% de toda a produção analisada.

Nesse contexto, tais dados podem ser considerados recentes, o que corrobora com a importância da temática pesquisada, tornando-a atual e relevante. Destaca-se ainda que as publicações dividem-se em periódicos nacionais e internacionais, com igualdade de textos em português e em inglês. Dos 32 artigos selecionados, 50,0% foram escritos em língua inglesa (16) e 50,0% em língua portuguesa (16).

É importante destacar que destes 32 artigos, cinco deles não constam no SCImago², no entanto, foram considerados para análise, pois apresentam conteúdo de relevância para esta pesquisa.

Ressalta-se ainda que os artigos estão divididos com equilíbrio entre as três bases de dados e a biblioteca virtual, sendo que dez artigos foram localizados no Scopus, nove deles no Portal Capes, outros nove no *Web of Science* e a menor quantidade foi localizada no Scielo, seis ao todo.

² Desenvolvido por Félix de Moya e Vicente Guerrero, professores da Universidade da Extremadura (Espanha) em 2008, o índice SCImago surge no contexto internacional como um dos mais recentes e promissores métodos de avaliação de periódicos científicos. O índice SCImago avalia os periódicos partindo da quantidade de citações recebidas nos últimos 3 anos. Ao contrário do fator de impacto (FI), este leva em conta a origem das citações (se advém de periódicos de ponta ou medianos) assim como a lógica de citações própria a cada subárea, uma vez que em determinadas áreas utilizam-se mais itens de referência que em outras. Assim, considera-se que o índice SCImago é mais qualitativo e contextual que o fator de impacto. Faz uso de um algoritmo que adota uma lógica de funcionamento semelhante a do algoritmo PageRank do Google (SCImago, 2015).

Quadro 4 – Análise de relevância (Quartil; H Index e SJR) dos 32 dos artigos selecionados para a elaboração da RBS

Nº	Base de Dados	Título	Autores ³	Periódico	Data	Idioma	Quartil:	H index:	SJR:
1	Capes	Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-acúcar/ <i>Visible losses in the mechanical harvest of sugarcane</i>	Da Silva, Rivonete (correspondence author)	Revista Engenharia na Agricultura	2015	Português	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago
2	Capes	O Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar no Brasil e o Desafio das Mudanças Climáticas Globais	Carvalho, Silvia Angélica Domingues De; Furtado, Andre Tosi	Revista Gestão & Conexões	2013	Português	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago
3	Capes	Produtividade e viabilidade econômica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil / <i>Productivity and economic feasibility of sugar cane in different systems of tillage in west-central Brazil</i>	Laércio Alves De Carvalho; Carlos Antonio Da Silva Junior; Walder Antonio Gomes DeAlbuquerque Nunes; Ismael Meurer; Walter Seraphin De Souza Júnior	Revista de Ciencias Agrarias	2011	Português	Q2	5	0,268
4	Capes	<i>Sucroalcohol Sector And Agricultural Frontier Expansion In The Goiás State, Brazil</i> . Avanço do Setor Sucroalcooleiro e Expansão da Fronteira Agrícola em Goiás	Fausto Miziara; Adriana Aparecida Silva	Pesquisa Agropecuária Tropical	2011	Português	Q2	6	0,391
5	Capes	Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul / <i>An approach to assess the sustainability for sugarcane expansion in Mato Grosso do Sul – Brazil</i>	Lucy Teixeira Guimarães; Ana Paula Dias Turetta; Heitor Luis Costa Coutinho	Revista Sociedade & Natureza	2010	Português	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago

³ As referências mencionadas dentro dos quadros foram mantidas da mesma forma como o SCImago as apresenta, em decorrência disso podem fugir às Normas da ABNT

6	Capes	<i>Forecast of production of flex fuel cars and ethanol demand in Brazil in 2014/Previsao defabricacao de carros bicom bustiveis e de demanda de etanol no Brasil em 2014</i>	Santos, Cristina Tosta; Favaro, Felipe; Parente, Virginia	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2010	Português	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago
7	Capes	Impacto social da mecanizacao da colheita de cana-de-açúcar (Report)	De Abreu, Dirce; De Moraes, Luiz Antonio; Nascimento, Edinalva Neves; De Oliveira, Rita Aparecida	Revista Brasileira de Medicina do Trabalho	2009	Português	Q4	2	0,187
8	Capes	<i>The Brazilian biofuels industry (Review)</i>	Goldemberg, Jose	Biotechnology for Biofuels	2008	Inglês	Q1	37	2.146
9	Capes	<i>Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brazil: Environmental and Social Challenges</i>	Martinelli, Luiz A; Filoso, Solange	Ecological (Applications)	2008	Inglês	Q1	155	2.249
10	SciELO	<i>Identification of grain areas replaced by sugarcane and analysis of the relationship with family farming production in the state of Goiás / Identificação de áreas de grãos substituídas por cana-de-açúcar e análise da relação com a produção agrícola familiar no estado de Goiás</i>	Maria A., Petrini; Jansle V., Rocha.	Engenharia Agricola	2014	Inglês	Q2	15	0,413
11	SciELO	Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro / <i>Climate change and the sugarcane in Brazilian: Physiology, conjuncture and future scenario</i>	Fabio, Marin; Daniel S. P., Nassif.	Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental	2013	Português	Q2	19	0,600
12	SciELO	A rede política canavieira e seus recursos de poder em Goiás / <i>The sugar cane political network and its power resources in the Goiás state, Brazil</i>	Artêmio Ferreira, Picanço Filho; Joel Orlando Bevilaqua, Marin.	Pesquisa Agropecuaria Tropical	2012	Português	Q2	6	0,391

13	SciELO	<i>Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the brazilian experience in network research with RIDESA</i> / Melhoramento genético da cana-de-açúcar para bioenergia: a experiência brasileira de pesquisa em rede com a RIDESA	Márcio Henrique Pereira, Barbosa; Marcos Deon Vilela, Resende; Luiz Antônio dos Santos, Dias; Geraldo Veríssimo de Souza, Barbosa; Ricardo Augusto de, Oliveira; Luiz Alexandre, Peternelli; Edelclaiton, Daros.	Crop Breeding and Applied Biotechnology.	2012	Inglês	Q2	11	0,350
14	SciELO	Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar / <i>Statistical control applied in the process of mechanical sugar cane harvest</i>	Rouverson P. da, Silva; Caio F., Corrêa; Jorge W., Cortez; Carlos E. A., Furlani.	Engenharia Agrícola	2008	Português	Q2	15	0,413
15	Scopus	<i>Economic feasibility of sugar and ethanol production in Brazil under alternative future prices outlook</i>	Rezende, M.L., Richardson, J.W.	Agricultural Systems	2015	Inglês	Q1	67	1.205
16	Scopus	Análise da agroindústria canavieira nos estados do centro-oeste do Brasil a partir da matriz de capacidades tecnológicas	Meurer, A.P.S., Shikida, P.F.A., de Freitas Vian, C.E.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2015	Português	Q3	6	0,229
17	Scopus	<i>Varieties of sugarcane to supplemental irrigation in brazilian savana.</i> Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano	Campos, P.F., Júnior, J.A., Casaroli, D., Fontoura, P.R., Evangelista, A.W.P.	Engenharia Agrícola	2014	Português	Q2	15	0,413
18	Scopus	<i>Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil</i> Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo]	Lourenzani, W.L., Caldas, M.M.	Ciência Rural	2014	Português	Q2	21	0,356
19	Scopus	<i>Agronomic capability of mechanized sugarcane planting</i>	Voltarelli, M.A., da Silva, R.P., Zerbato, C., Silva, V.F.A., Cavichioli, F.A.	Australian Journal of Crop Science	2014	Inglês	Q2	16	0,424

20	Scopus	<i>Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil</i>	Ferreira Filho, J.B.D.S., Horridge, M.	Land Use Policy	2014	Inglês	Q1	57	1.316
21	Scopus	<i>Effect of Sugarcane Burning or Green Harvest Methods on the Brazilian Cerrado Soil Bacterial Community Structure</i>	Rachid, C.T.C.C., Santos, A.L., Piccolo, M.C., Balieiro, F.C., Coutinho, H.L.C., Peixoto, R.S., Tiedje, J.M., Rosado, A.S.	PLoS ONE	2013	Inglês	Q1	153	1.300
22	Scopus	<i>The brazilian sugar and alcohol sector: Evolution, productive chain and innovations</i>	Strachman, E., Pupin, G.M.	Cepal Review	2011	Inglês	Q4	5	0,108
23	Scopus	<i>Perspective of the Sugarcane Industry in Brazil</i>	Arruda, P.	Tropical Plant Biology	2011	Inglês	Q3	12	0,622
24	Scopus	<i>Evaluation of five sugar cane planters [Ensaio de cinco plantadoras de cana-de-açúcar]</i>	Rípoli, M.L.C., Rípoli, T.C.C.	Engenharia Agrícola	2010	Inglês	Q2	15	0,413
25	Web of Science	<i>Economic impact of sugarcane (Saccharum spp.) loss in mechanical harvesting</i>	Dos Santos, Neisvaldo Barbosa; Fernandes, Haroldo Carlos; Gadanha Junior, Casimiro Dias	Cientifica (Jaboticabal)	2015	Inglês	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago	Não consta no SCImago
26	Web of Science	<i>Explaining the reductions in Brazilian sugarcane ethanol production costs: importance of technological change</i>	Chen, Xiaoguang; Nunez, Hector M.; Xu, Bing	Global Change Biology Bioenergy	2015	Inglês	Q1	151	4.021
27	Web of Science	<i>Economic efficiency of two baling systems for sugarcane straw</i>	Lemos, S. V.; Denadai, M. S.; Guerra, S. P. S.; Esperancini M. S. T.; Bueno, O. C.; Takitane, I. C.	Industrial Crops And Products	2014	Inglês	Q1	67	1.002
28	Web of Science	<i>Productivity Of Cane Sugar: Linear And Spatial Variability Between Components And Technological Production</i>	Dalchiavon, Flavio Carlos; de Passos e Carvalho, Morel; Montanari, Rafael; Andreotti, Marcelo; Panosso, Alan Rodrigo	BIOSCIENCE JOURNAL	2014	Português	Q2	8	0,326

29	<i>Web of Science</i>	Basecutter blades wear in quality of mechanized harvesting	Cassia, Marcelo Tufaile; Silva, Rouverson Pereira; Strini Paixao, Carla Segatto; Bertonha, Rafael Scabelo; Cavichioli, Fabio Alexandre	CIENCIA RURAL	2014	Português	Q2	21	0,356
30	<i>Web of Science</i>	Impactos do crescimento da produção de cana-de-açúcar na agricultura dos oito maiores estados produtores	Aguiar, Cristiane de Jesus; Souza, Paulo Marcelo de	Revista Ceres	2014	Português	Q3	3	0,256
31	<i>Web of Science</i>	<i>Impact of mechanization and previous burning reduction on GHG emissions of sugarcane harvesting operations in Brazil</i>	Capaz, Rafael Silva; Barreto Carvalho, Vanessa Silveira; Horta Nogueira, Luiz Augusto	Applied Energy	2013	Inglês	Q1	82	3.149
32	<i>Web of Science</i>	<i>The Brazilian sugarcane innovation system</i>	Furtado, Andre Tosi; Gaya Scandiffio, Mirna Ivonne; Barbosa Cortez, Luis Augusto	Energy Policy	2011	Inglês	Q1	108	2.077

Fonte: elaborado pelo autor com base no SCImago

A Tabela 2 apresenta a sistematização dos periódicos correspondentes aos 32 artigos selecionados, a partir dos indicadores “Quartil”, “FI” e “Índice h”⁴.

Tabela 2 – Índices de relevância dos Periódicos representativos dos 32 artigos selecionados.

Periódicos	Nº de artigos	Quartil	FI	Índice h
1. Engenharia Agrícola	5	Q2	0,413	15
2. Pesquisa Agropecuária Tropical	3	Q2	0,361	6
3. Ciência Rural	2	Q2	0,356	21
4. Applied Energy	1	Q1	3,149	82
5. Ecological (Applications)	1	Q1	2,249	155
6. Biotechnology for Biofuels	1	Q1	2,146	37
7. PLoS ONE	1	Q1	1,300	153
8. Energy Policy	1	Q1	2,077	108
9. Land Use Policy	1	Q1	1,316	57
10. Agricultural Systems	1	Q1	1,205	67
11. Industrial Crops And Products	1	Q1	1,002	67
12. Global Change Biology Bioenergy	1	Q1	0,622	151
13. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	1	Q2	0,600	19
14. Australian Journal of Crop Science	1	Q2	0,424	16
15. Crop Breeding and Applied Biotechnology.	1	Q2	0,350	11
16. Bioscience Journal	1	Q2	0,326	8
17. Revista de Ciências Agrárias	1	Q2	0,268	5
18. Tropical Plant Biology	1	Q3	0,622	12
19. Revista de Economia e Sociologia Rural	1	Q3	0,413	6
20. Revista Ceres	1	Q3	0,256	3
21. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho	1	Q4	0,187	2
22. Cepal Review	1	Q4	0,108	5
23. Revista Engenharia na Agricultura	1	* N/C	* N/C	* N/C
24. Revista Gestão & Conexões	1	* N/C	* N/C	* N/C
25. Revista Sociedade & Natureza	1	* N/C	* N/C	* N/C
26. Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	1	* N/C	* N/C	* N/C
27. Científica (Jaboticabal)	1	* N/C	* N/C	* N/C

* N/C - Não consta no SCImago

Fonte: Elaborado pelo autor com base no índice SCImago

Verifica-se que os periódicos com mais artigos selecionados para compor a área de interesse da pesquisa foram: Engenharia Agrícola (cinco artigos), Pesquisa Agropecuária Tropical (três artigos) e Ciência Rural (dois artigos). Dos 22 periódicos selecionados pelo

⁴ Quartil é dividido em quatro partes e distribuído em uma tabela de posição (Rank in Category) que dá a posição ocupada pela revista em cada uma das categorias em que está incluída, assim como da categoria em que se encontra tendo como base o Fator Impacto; Fator de impacto é aferido por meio das citações que os artigos recebem. Desse modo, quanto mais citado for o periódico, maior será sua importância para a área; Índice h ou H-Index (inglês), criado pelo físico J.E. Hirsch em 2005, quantifica a produção com base nos artigos mais citados, ou seja, é o número de artigos com citações maiores ou iguais a esse número (SCImago, 2015).

SCImago, 17 estão classificados nos Quartis Q1 e Q2, o que representa que 77,3% dos periódicos selecionados possuem maior visibilidade. Estes 17 periódicos, com Quartis Q1 e Q2, também possuem valores altos em relação ao FI (fator de impacto) e também Índice h (artigos mais citados).

A variação do Fator de Impacto (FI) é de 0,108 a 3,149, e o Índice h varia de 2 a 155, respectivamente, neste conjunto de periódicos. Destacaram-se altos valores de FI ou de Índice h, nos seguintes periódicos: *Applied Energy*, do Q1, com FI=3,149 e Índice h=82; *Ecological (Applications)*, do Q1, com FI=2,249 e Índice h=155; *Biotechnology for Biofuels*, do Q1, com FI=2,146 e Índice h=37; *Energy Policy*, do Q1, com FI=2,077 e Índice h=108.

3.3 Saída - relatório da Revisão Bibliográfica Sistemática

No contexto final de 32 artigos selecionados, as análises foram compartimentadas em temáticas recorrentes. O Quadro 5 traz as informações sobre as principais abordagens tratadas nos 32 artigos selecionados. Cabe ressaltar que alguns autores transitaram por mais de uma das abordagens selecionadas. Também houve referência a alguns métodos aplicados em outros capítulos.

Um dos assuntos mais discutidos nos artigos selecionados refere-se à **mecanização do plantio e da colheita**. Foram localizados nove artigos que abordaram essa temática. Dentre estes, dois foram localizados por meio do Portal de Periódicos Capes; um no Scielo; dois no Scopus e os outros quatro na *Web of Science*.

O trabalho de Silva et al. (2015) analisa as perdas visíveis durante a colheita mecanizada, correlacionando-as com as velocidades das colhedoras. Os autores abordam a importância da mecanização da colheita para o setor sucroalcooleiro, uma vez que é menos impactante e tem menor custo de operação quando comparada à colheita manual, mas discutem que ainda precisa ser melhorada. Complementam essa discussão Silva et al. (2008) no artigo que objetivou avaliar as perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, utilizando para a análise indicadores de qualidade do processo de colheita. Discutem também essa questão, Santos; Fernandes e Gadanha Júnior (2015).

Já Carvalho et al. (2011), tendo como abordagem principal, o crescimento do setor sucroalcooleiro em Mato Grosso do Sul, analisando a produtividade e a viabilidade econômica da cana-de-açúcar, também tratam da compactação do solo, ocasionada pela

movimentação em sua linha de plantio, principalmente pela colheita mecanizada, resultando assim, em decréscimo na produtividade.

Lemos et al. (2014) falam das mudanças trazidas pela passagem do sistema semi-mecanizado para o sistema mecanizado para a cultura canavieira.

Abreu et al. (2009) identificam o impacto social da mecanização da colheita da cana-de-açúcar e apontam para os fatores que foram responsáveis pelo crescimento da mecanização, dentre eles a legislação, pressão social e política e questões ambientais, sobretudo decorrentes dos problemas ocasionados pelas queimadas. Os autores apontam ainda para as repercussões mais imediatas trazidas pela mecanização da colheita, são elas: redução de tempo da colheita; redução de mão-de-obra na colheita e residente na propriedade e, por fim, a qualificação dos trabalhadores, uma vez que a mecanização passa a exigir profissionais mais especializados.

Voltarelli et al. (2014) analisam o monitoramento do plantio e corte mecanizados, por meio da ferramenta de controle estatístico de processo. Afirmam também que a agroindústria sucroalcooleira brasileira é reconhecida nacional e internacionalmente por seus investimentos em novas tecnologias, com destaque para a mecanização. Rípoli e Rípoli (2010) trazem para o debate a questão de que a alta variação da produtividade agrícola da cana-de-açúcar não se deve apenas a fatores genéticos, mas indicam que as variações de produtividade, podem ser corrigidas, com a melhor preparação do solo e de adequação ao plantio mecanizado.

Cassia et al. (2014) apontam para a ampliação da colheita mecanizada, sobretudo, em áreas de expansão agrícola da cana-de-açúcar como Mato Grosso do Sul e Goiás. De acordo com a Unica (2013), citada pelos autores, aproxima-se dos 100% o uso da colheita mecanizada na região de análise. Abordam ainda a questão dos danos na cana colhida, assim como na soqueira, atribuindo à responsabilidade ao corte basal e à acentuada deflexão dos colmos da cana.

Capaz, Carvalho e Nogueira (2013) destacam que a produção mundial de etanol concentra-se em dois países, Brasil e Estados Unidos da América, que somados representam aproximadamente 80%; dizem ainda que a expansão do mercado mundial de biocombustíveis é acentuada; refletem preocupações relativas à sustentabilidade, com destaque para questões de segurança alimentar, de *commodities* agrícolas, desmatamento, monocultura e condições de trabalho. Nesse contexto, descrevem a colheita mecanizada como um processo que busca mitigar efeitos nocivos, tanto ambiental quanto social.

Na temática sobre **melhoramento genético da cana-de-açúcar** foram localizados quatro artigos, sendo um no Portal Capes, um na SciELO e dois na Scopus. Carvalho e Furtado (2013) discutem os desafios lançados pelas condições climáticas e as mudanças na regulamentação do setor. Tais desafios incluem a superação de tempo para lançamento de novas variedades no mercado; infraestrutura interna; transferência de tecnologia para o campo; falta de apoio governamental e complexidade genética da cana-de-açúcar. Barbosa et al. (2012) traçam uma reconstrução histórica sobre os órgãos de fomento destinados ao apoio às pesquisas de melhoramento genético. Os autores contextualizam a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa); o Programa Nacional de Etanol (Proálcool); a Cooperativa Central para a Produção de Açúcar e Álcool do estado de São Paulo (Copersucar) e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), assim como destacam a importância da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e do Instituto Econômico Agrícola (IEA) para o desenvolvimento das pesquisas na área.

Campos et al. (2014) discorrem sobre a baixa produtividade do Cerrado Goiano em virtude da ausência de variedades desenvolvidas para a região, que apresenta um grande déficit hídrico. A cana-de-açúcar precisa de mais de 1000 milímetros por ano de precipitação acumulada. Diante de tal fato, para os autores, a ausência de variedade adaptada à realidade da região pode ser considerada como principal fator de variação da produtividade.

Arruda (2011) aborda as perspectivas da agroindústria sucroalcooleira brasileira a partir do melhoramento genético e da criação de novas variedades, produzidos, principalmente, pelo CTC e pelo Instituto de Açúcar e Alcool (IAA), e aponta como principal desafio a criação de variedades de alto rendimento para áreas de nova fronteira agrícola.

Para a **trajetória da cultura canavieira no Brasil** foram localizadas três artigos, sendo que todos estão na base Scopus. Rezende e Richardson (2015) trazem uma análise sobre a viabilidade econômica da produção do açúcar e do etanol no Brasil diante da perspectiva de preços futuros. Para tal análise, fazem um apontamento a respeito das principais dificuldades que o Brasil tem enfrentado num contexto histórico recente. Atribuem aos baixos preços do açúcar e do etanol os resultados negativos obtidos nas Safras de 2007/08 e 2008/09. Finalizam afirmando que o ano de 2008, afetado pela crise financeira global, reduziu a disponibilidade de crédito, influenciando os investimentos em novas variedades.

Tal conjuntura ocasionou também, forte redução na taxa de renovação dos canaviais, gerando queda na produtividade ao longo dos anos. Os autores atribuem ainda parte da queda da produtividade às políticas de controle de preços da gasolina, estabelecida pelo

governo, que não estimularam o consumo do etanol. Nessa mesma direção vão as discussões de Strachman e Pupin (2011).

Meurer, Shikida e Vian (2015) abordam as questões históricas sobre a nova expansão agrícola da cana-de-açúcar, focando a região Centro-Oeste. Os autores traçam uma caracterização da agroindústria canavieira do Centro-Oeste brasileiro e a contextualizam dentro da história de desenvolvimento nacional do setor sucroalcooleiro. Campos et al. (2014) têm como abordagem principal a baixa produtividade do Cerrado Goiano em virtude da ausência de variedades desenvolvidas para a região. Também colocam em debate a contextualização histórica da cana-de-açúcar no Brasil, incluindo ao debate a caracterização mundial do mercado.

A **expansão da fronteira agrícola** da cana-de-açúcar foi outro tema muito discutido nos artigos selecionados, sendo encontrada em 11 artigos, distribuídos nas quatro bases de análise. Quatro no Portal Capes, três na SciELO, três na Scopus e um na *Web of Science*.

Silva e Miziara (2011) traçam o avanço do setor sucroalcooleiro em Goiás, como nova fronteira agrícola. Os autores usaram o estado de Goiás como base para delimitação do modelo de expansão da cana-de-açúcar. Tal expansão está limitada, pelos autores, no período entre 2005 e 2010. O modelo também verificou a localização das sucroalcooleiras. Discutiram ainda o uso do solo entre 2002 e 2009, com destaque para as áreas onde houve a inserção da produção da cana-de-açúcar. Os autores Picanço Filho et al. (2012) tratam da rede política canavieira e seus recursos de poder ocorrido no estado de Goiás.

Guimarães; Turetta e Coutinho (2010) debateram a expansão da fronteira agrícola da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul. Os autores atribuem a expansão no estado ao preço das terras, mais baixo que em outras regiões, assim como pela sua proximidade com países que integram o Mercosul e com o estado de São Paulo, o colocando em posição geográfica estratégica. Já Martinelli e Filoso (2008) indicam as condições climáticas e topográficas do Centro-Oeste como sucesso para a expansão da fronteira agrícola. Petrini e Rocha (2014) relatam que a grande expansão da cana-de-açúcar deu-se em virtude da incorporação de novas áreas de plantio em detrimento da conversão de terras agrícolas e pastagens e não em função da melhoria da produtividade.

A partir do estabelecimento do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar, realizado em 2009, Marin e Nassif (2013) afirmam que havia no Brasil a disponibilidade de mais de 66 mil hectares de áreas apropriadas para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar,

sendo o Centro-Oeste a região que apresentava o maior percentual de terras aptas para a realização da expansão canavieira, com 45% do total estimado.

Meurer; Shikida e Vian (2015) têm como abordagem principal as questões históricas sobre a nova expansão agrícola da cana-de-açúcar. Afirmam que o mapeamento via satélite realizado na região Centro-Sul, indica que a expansão da área de colheita deve ocorrer, principalmente, nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. Rachid et al. (2013) falam da expansão da produção da cana-de-açúcar no Cerrado em virtude da produção do bioetanol. Os autores destacam que nos últimos cinco anos as áreas cultivadas nos estados de Mato Grosso do Sul e de Goiás cresceram mais de 300%. Petrini e Rocha (2014) também atribuem a expansão canavieira no Centro-Oeste à crescente demanda por biocombustível.

Aguiar e Souza (2014) utilizam o modelo *shift-share* para analisar os impactos da expansão nos oito maiores estados produtores, dentre eles Mato Grosso do Sul e Goiás, recorte espacial desta pesquisa, e constata a substituição de áreas agrícolas, anteriormente destinadas à produção da soja, do milho, do feijão, do arroz e de pastagens, por cana-de-açúcar.

Os autores Lourenzani e Caldas (2014) discutiram as mudanças no uso da terra provocadas pela expansão da cultura canavieira, no período entre 2003 e 2012, no Centro-Oeste Paulista. Também tratam das implicações da expansão do etanol sobre seu efeito nas mudanças do uso da terra, Ferreira Filho e Horridge (2014).

O artigo Carvalho et al. (2011) aborda o crescimento do setor sucroalcooleiro em Mato Grosso do Sul, analisando a produtividade e a viabilidade econômica da cana-de-açúcar em função do preparo do solo.

Sobre o **impacto da tecnologia *flex fuel* e o incentivo ao etanol**, foram localizados cinco artigos. Sendo três na *Web of Science* e dois no Portal Capes. Santos; Favaro e Parente (2010) fazem um histórico da cronologia do etanol, resumindo-o em quatro períodos, sendo o primeiro, denominado de expansão moderada que vai de 1975 a 1979; o segundo de expansão acelerada, que ocupa o período de 1980 a 1985; no terceiro, de 1986 a 1995, quando ocorre o período de desaceleração e crise e o “pós 2003”, quando o etanol volta a ser incentivado, em decorrência da tecnologia dos motores *flex fuel*. Os autores relatam ainda que, na época do lançamento dessa tecnologia, a produção nacional desses veículos era de apenas 2,6% da produção total para veículos de passeio. Esse percentual salta para 71,9% em 2007 e, em 2008, a frota brasileira chega a 5,5 milhões de carros com motores *flex fuel*.

Os autores Dalchiavon et al. (2014) discutem a importância socioeconômica da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil, sendo ela a principal matéria-prima para a produção do

etanol utilizado pelos veículos automotores. Dizem ainda, que o conhecimento da produtividade da cana-de-açúcar pode ser alcançado pelos seus componentes tecnológicos e de produção, utilizando técnicas estatísticas que permitam estimá-la; destacam os métodos de correlação linear e regressão múltipla.

Goldemberg (2008) faz uma avaliação das características tecnológicas do etanol como combustível. Aborda as perspectivas futuras para o etanol no Brasil e discute as possibilidades de expansão da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Apresenta questões sobre a relação entre o etanol e os motores, avaliando-o como superior à gasolina, por apresentar pressão inferior e, conseqüentemente, menores emissões poluentes, além de apresentar menor risco de inflamabilidade.

Lourenzani e Caldas (2014) abordam a questão do uso da terra em decorrência da expansão canavieira como tema principal. Porém, como parte dessa análise, contextualizam a tecnologia *flex fuel* como responsável pela retomada ao incentivo ao etanol e que, como consequência, abriu uma nova fase de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil.

Chen; Nunes e Xu (2015) discutem que a produção de biocombustíveis tem recebido apoio de governos em todo o mundo por diversos motivos, dentre os quais se destacam: a busca pelo aumento na segurança energética; a preocupação com a acelerada mudança climática e o fomento ao desenvolvimento rural. No Brasil, os mesmos autores descrevem ainda o Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool), lançado em 1975, como o principal apoio governamental. No entanto, em 1990 o governo reduziu os subsídios ao etanol e iniciou um processo de desregulamentação da indústria, apesar de ter mantido a mistura do etanol na gasolina. Tais políticas, em conjunto com o sucesso comercial dos veículos *flex-fuel*, sobretudo, na última década, contribuíram para o desenvolvimento da indústria do etanol no país.

O etanol produzido a partir de biomassa tem atraído recentemente a atenção em todo o mundo, segundo Furtado; Scandiffio e Cortez (2011) por duas razões principais. Em primeiro lugar, é uma alternativa viável aos combustíveis fósseis para veículos leves, como os de motores *flex fuel*. Segundo, o etanol é uma fonte de energia renovável e como tal, atenua o efeito das emissões de gases de efeito estufa. Os autores dizem ainda que o sucesso do Brasil com a cana de açúcar não pode ser entendido apenas como decorrente de uma vantagem proveniente dos recursos naturais. Sobretudo, é o resultado de uma trajetória virtuosa de aprendizagem tecnológica fortemente baseada em inovações. E, atribuem ao Programa

Nacional do Álcool (Proálcool), lançado em 1975, após o primeiro choque do petróleo ocorrido em 1973, o grande ponto de virada desse processo.

Após essa análise é possível constatar que todos os artigos relativos ao tema em questão não enfocam o que se propôs nesta pesquisa ou o fazem de forma isolada e não com as variáveis propostas e para a região delimitada, configurando assim, uma lacuna evidente que justifica as discussões aqui apresentadas.

Quadro 5 – Principais abordagens dos 32 artigos selecionados.

Abordagem	Autores	Base de dados	Qde.
Mecanização – plantio e colheita	Silva et al. (2015); Silva et al. (2008); Santos; Fernandes e Gadanha Junior (2015); Capaz; Carvalho e Nogueira (2013); Voltarelli et al. (2014); Ripoli e Ripoli (2010); Cassia et al. (2014); Lemos et al. (2014); Abreu et al. (2009).	Portal Capes; SciELO <i>Web of Science</i> ; <i>Web of Science</i> ; Scopus; Scopus; <i>Web of Science</i> ; <i>Web of Science</i> ; Scopus.	9
Melhoramento genético de cana-de-açúcar	Carvalho e Furtado (2013); Barbosa et al. (2012); Campos et al. (2014); Arruda (2011).	Portal Capes; SciELO; Scopus; Scopus.	4
Trajetoória da cultura canavieira no Brasil	Rezende e Richardson (2015); Strachman e Pupin (2011); Meurer; Shikida e Vian (2015).	Scopus; Scopus; Scopus.	3
Expansão da Fronteira Agrícola da cana-de-açúcar	Silva e Miziara (2011); Martinelli e Filoso (2008); Guimarães; Tureta e Coutinho (2010); Petrini e Rocha (2014); Marin e Nassif (2013); Rachid et al. (2013); Aguiar e Souza (2014); Picanço Filho et al. (2012); Ferreira Filho e Horridge (2014). Lourenzani e Caldas (2014); Carvalho et al. (2011).	Portal Capes; Portal Capes; Portal Capes; SciELO; SciELO; Scopus; <i>Web of Science</i> ; SciELO; Scopus; Scopus; Portal Capes.	11
Impacto da tecnologia flex fuel e incentivo ao etanol	Santos; Favaro e Parente (2010); Goldemberg (2008); Dalchiavon et al. (2014); Chen; Nunes e Xu (2015); Furtado; Scandiffio e Cortez (2011).	Portal Capes; Portal Capes; <i>Web of Science</i> ; <i>Web of Science</i> ; <i>Web of Science</i> .	5

Fonte: elaborado pelo autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A RBS permitiu que houvesse uma melhor organização na seleção do material que constitui o estado do conhecimento na área. Tal metodologia, com o rigor científico que apresenta, proporcionou uma maior cobertura dos documentos acerca da temática em análise e trouxe contribuições importantes, ao propiciar, após a realização de todas as etapas e dos filtros aplicados, a seleção de artigos que deram base para as discussões apresentadas nesta pesquisa.

Dentre as muitas considerações que podem ser apontadas são destacadas cinco abordagens localizadas com maior frequência e que integram esse relatório, são elas: a mecanização da colheita e do plantio; a expansão da fronteira agrícola da cana-de-açúcar; o melhoramento genético da cana, e a necessidade de criação de novas variedades adequadas às diversas condições edafoclimáticas presentes no país; a trajetória da cultura canavieira no Brasil e, por fim, a implantação da tecnologia *flex fuel* e o incentivo à produção do etanol.

Ressalta-se que todos os 32 artigos selecionados, apesar das suas abordagens específicas, fazem correlação com a questão da produtividade, temática de interesse central desta pesquisa e que norteou todo o processo de seleção.

Outro indicador proporcionado pela RBS foi a identificação da maior parte da produção científica selecionada ser recente, estando localizada entre os anos de 2008 e 2015, o que ressalta a importância das discussões sobre o assunto nos últimos anos, tornando essa análise atual.

Foi possível verificar o grau de visibilidade da produção científica selecionada neste trabalho. Dos 32 artigos lidos na íntegra, e incorporados como fonte de dados secundários neste relatório de pesquisa, houve uma pequena concentração em três periódicos, apresentando mais de um artigo publicado. A relevância da produção selecionada também fica evidente ao diagnosticar-se que dos trabalhos selecionados, 77,3% deles apresentam Quartis Q1 e Q2, que são os melhores classificados e também possuem boas pontuações em relação ao Fator de Impacto e Índice h.

Considera-se, nesse contexto, a relevância da bibliografia nacional e internacional localizada, que oferecem base consistente para subsidiar as análises que são realizadas tanto no Capítulo II quanto no Capítulo III, constituindo um estado da arte substancial.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D.; MORAES, L.A.D.; NATALI, A.C.C.; CONTE, T.U.; TRAVASSOS, G.H. Impacto social da mecanização da colheita de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, São Paulo, SP, v. 4, p. 5, 2009.
- AGUIAR, C. J.; SOUZA, P. M. Impactos do crescimento da produção de cana-de-açúcar na agricultura dos oito maiores estados produtores. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 482, 2014.
- ARRUDA, P. Perspective of the sugarcane industry in Brazil. **Tropical plant biology**, v. 4, n. 1, p. 3-8, 2011.
- BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. D. S.; BARBOSA, G. V. D. S.; OLIVEIRA, R. A. D.; PETERNELLI, L. A.; DAROS, E. Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the Brazilian experience in network research with RIDESA. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. SPE, p. 87-98, 2012.
- BIOLCHINI, J.C.A.; MIAN, P. G.; NATALI, A.C.C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v.21, n.2, p.133-151, 2007.
- CAMPOS, P. F.; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROLI, D.; FONTOURA, P; EVANGELISTA, A.W.P. Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado. **Eng. Agrícola Jaboticabal**, v.34, n.6, p. 1139-1149, nov./dez, 2014.
- CAPAZ, R. S.; CARVALHO, V. S. B.; NOGUEIRA, L. A. H. Impact of mechanization and previous burning reduction on GHG emissions of sugarcane harvesting operations in Brazil. **Applied Energy**, v. 102, p. 220-228, 2013
- CAPES - COMISSÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DO NÍVEL SUPERIOR. Disponível em: < <http://www.capes.gov.br/>> acessado em 20 maio 2015
- CARVALHO, L. A. de; SILVA JUNIOR, C.A.D.; NUNES, W.A.G.D.A.; MEURER, I.; SOUZA JÚNIOR, W.S.D. Produtividade e viabilidade econômica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 199-211, 2011.
- CARVALHO, S. A. D.; FURTADO, A. T. O melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil e o desafio das mudanças climáticas globais. **Revista Gestão & Conexões**, v. 2, n. 1, p. 22-46, 2013.
- CASSIA, M. T.; PAIXÃO, C. S. S.; BERTONHAI, R. S.; CAVICHIOLO, F. A. Desgaste das facas do corte basal na qualidade da colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 987-993, 2014.
- CHEN, X.; NUÑEZ, H. M.; XU, B. Explaining the reductions in: Brazilian sugarcane ethanol production costs: importance of technological change. **GCB Bioenergy**, v. 7, n. 3, p. 468-478, 2015.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO–CBGDP, 8., 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS, 2011. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9149.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

DALCHIAVON, F. C.; DE PASSOS, M.; MONTANARI, R.; ANDREOTTI, M.; PANOSSO, A. R. Productivity of cane sugar: linear and spatial variability between components and technological production. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, 2014.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. **Land Use Policy**, v. 36, p. 595–604, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.015>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

FURTADO, A. T.; SCANDIFFIO, M. I. G.; CORTEZ, L. A. B. The Brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**, v. 39, n. 1, p. 156-166, 2011.

GOLDEMBERG, J. The Brazilian biofuels industry. **Biotechnology for biofuels**, v. 1, n. 6, p. 1-7, 2008.

GUIMARÃES, L. T.; TURETTA, A. P. D.; DA COSTA COUTINHO, H. L. Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 2, p. 313-327, 2010.

LEMO, S. V.; DENADAI, M. S.; GUERRA, S. P. S.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. D. C.; TAKITANE, I. C. Economic efficiency of two baling systems for sugarcane straw. **Industrial Crops and Products**, v. 55, p. 97-101, 2014.

LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v.9, p.181-212, 2006.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1980-1987, 2014.

MARIN, F.; NASSIF, D. S.P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 232-239, 2013.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: environmental and social challenges. **Ecological Applications**, v. 18, n. 4, p. 885-898, 2008.

MEURER, A. P. S.; SHIKIDA, P. F. A.; VIAN, C. E. de F. Análise da Agroindústria Canavieira nos Estados do Centro-Oeste do Brasil a partir da Matriz de Capacidades Tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 159-178, 2015.

PETRINI, M. A.; ROCHA, J. V. Identification of grain areas replaced by sugarcane and analysis of the relationship with family farming production in the state of Goiás. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 6, p. 1296-1306, 2014.

PICANÇO FILHO, A. F.; MARIN, J. O. B. A rede política canavieira e seus recursos de poder em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (Agricultural Research in the Tropics), v. 42, n. 2, p., 2012.

RACHID, C.T.C.C.; SANTOS A.L.; PICCOLO, M.C.; BALIEIRO F.C.; COUTINHO, H.L.C.; PEIXOTO, R.S. Effect of sugarcane burning or green harvest methods on the Brazilian Cerrado soil bacterial community structure. **Plos One**, v. 8, n. 3, mar. 2013.

REZENDE, M. L.; RICHARDSON, J. W. Economic feasibility of sugar and ethanol production in Brazil under alternative future prices outlook. **Agricultural Systems**, v.138, p. 77-87, 2015.

RÍPOLI, M.L.C.; RÍPOLI, T.C.C. Evaluation of five sugar cane planters. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1110-1122, 2010.

RODRIGUES, R. S.; QUARTIERO, E.; NEUBERT, P. Periódicos científicos brasileiros indexados na Web of Science e Scopus: estrutura editorial e elementos básicos. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 25, n. 2, p. 138, 2015.

SANTOS, C. T.; FAVARO, F.; PARENTE, V. Previsão de fabricação de carros bicomustíveis e de demanda de etanol no Brasil em 2014. **Future Studies and Research Journal: Trends and Strategies**. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 85-98, 2010.

SANTOS, N. B.; FERNANDES, H. C.; GADANHA JÚNIOR, C. D. Economic impact of sugarcane (*Saccharum spp.*) loss in mechanical harvesting. **Científica**, v. 43, n. 1, p. 16-21, 2015.

SCIELO. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_alphabetic&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 nov. 2015.

SCIMAGO. Disponível em <<http://www.scimagojr.com/aboutus.php>>. Acesso em: 10 maio 2015.

SCOPUS. **View the Scopus title list, 2014**. Disponível em <<http://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/scopus.php>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

SCOPUS. Disponível em: https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0007/69451/sc_content-coverage-guide_july-2014.pdf. Acesso em: nov. 2015.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical** (Agricultural Research in the Tropics), v. 41, n. 3, p. 2011.

SILVA, R. C.; CORRÊA, C.F.; CORTEZ, J.W; FURLANI, C. E. A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Eng. Agrícola Jaboticabal**, v.28, n.2, p.292-304, abr./jun. 2008.

SILVA, R. C.; DE OLIVEIRA, T.C.; FIGUEIREDO, Z.N.; CALDEIRA, D.S.A. Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar/Visible losses in the mechanical harvest of sugarcane. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 1, p. 71, 2015.

SOUZA, R. R. Sistemas de recuperação de informações e mecanismos de busca na web: panorama atual e tendências. **Perspectivas em Ciência da Informação (Impresso)**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 161-173, 2006.

STRACHMAN, E.; PUPIN, G. M. The Brazilian sugar and alcohol sector: evolution, productive chain and innovations. **CEPAL Review**, n. 103, p. 167-185, abr. 2011.

UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Indústria Brasileira de Cana-de-açúcar: uma trajetória de evolução. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/linha-do-tempo>> Acesso em: 15 ago. 2013.

VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P., ZERBATO, C.; ALVES, V. F.; SILVA, F. A. C. Agronomic capability of mechanized sugarcane planting. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 10, p. 1448, 2014.

WEB OF SCIENCE, 2015. Disponível em <http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&SID=3CbZjEZfPGLgSOwtegT&search_mode=GeneralSearch>. Acesso em 23 nov. 2015.

WEBSTER, J.; WATSON, J.T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. **MIS Quarterly & The Society for Information Management**, v.26, n.2, p.13-23, 2002.

CAPÍTULO II - FATORES ESTRUTURAIS VERSUS PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA ANÁLISE NOS ESTADOS DE MATO GROSSO DO SUL E GOIÁS

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, entre os anos de 1960 e 1970, por razões geográficas, políticas e boas condições geoambientais, o Cerrado foi alvo de expansão da fronteira agrícola. Esta expansão teve como base fundamental a modernização da agricultura que, na época, era voltada, principalmente, para a produção de grãos (BARBOSA; GOMES; TEIXEIRA, 1993).

De acordo com Kageyama (1990), a região Centro-Oeste do Brasil foi utilizada como conversão agropecuária de áreas desmatadas, atendendo às políticas federais e estaduais com objetivo de integrá-las ao sistema produtivo nacional voltado para a produção de *commodities* agrícolas. São modelos que integram atividades nas quais a agricultura e a indústria estão estreitamente ligadas, criando sistemas produtivos que têm por base a agroindústria, gerando modelos cada vez mais complexos, que consolidam e impulsionam o agronegócio.

Segundo Strachman e Pupin (2011); Castro; Abdala e Bôrges (2010) e Granco et al. (2015), houve uma relevante expansão da cultura canavieira, nos últimos anos, em direção ao Centro-Oeste brasileiro. Tal expansão foi resultante da evolução do cultivo de cana-de-açúcar no país, voltada para atender à demanda de produção de açúcar e, especialmente, pela vigorosa demanda pelo etanol, tanto no mercado nacional, quanto internacional.

Para Granco et al. (2015), a forte expansão do setor da cana-de-açúcar para a nova fronteira agrícola, sobretudo para os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, pode ser atribuída, entre outros fatores, às ações políticas governamentais de incentivos aos investimentos privados; à consolidação do setor canavieiro paulista, com consequente aumento da competição por terras agricultáveis; por problemas ambientais resultantes de maiores controles e novas regulamentações; além do crescente aumento do custo de produção. Outros fatores ainda devem ser destacados, como as boas condições agrícolas e preços de terras.

Os estados do Cerrado têm condições favoráveis para a produção da cana de açúcar, e possuem áreas que podem ser facilmente mecanizáveis, além de ter preços de terras mais baixos em relação a São Paulo. Soma-se a isso o fato das regiões de Cerrado estarem localizadas próximas aos principais mercados consumidores, como o Estado de São Paulo.

De acordo com Lourenzani e Caldas (2014) e Shikida (2013), o interesse dos países desenvolvidos em soluções mais limpas para o setor de transporte e o lançamento dos veículos bicompostíveis (*flex fuel*), no ano de 2003, propiciaram a retomada da importância da produção de etanol e, conseqüentemente, uma nova fase de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil.

Ainda segundo Lourenzani e Caldas (2014), a ampliação da área destinada aos canaviais, das plantas industriais e a construção de novas usinas, resultantes de decisões da iniciativa privada, foram fortemente estimuladas por políticas públicas.

Nesse cenário, a representatividade das regiões brasileiras que cultivam a cana-de-açúcar, alterou-se recentemente e, segundo Meurer, Shikida e Vian (2015) e Demattê (2014), o Centro-Oeste assumiu o papel de segunda maior região produtora do país, e a região que mais expande em termos de área destinada a esse cultivo. Destacam-se nessa dinâmica os Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás. Os referidos estados obtiveram, no período entre 2003 e 2014, crescimento da produção de cana-de-açúcar, na ordem, respectivamente, de 388% e 438% (IBGE, 2015).

Nassar et al. (2008) e Ferreira Filho e Horridge (2014) ao tratarem da expansão da cultura da cana em direção ao Centro-Oeste do Brasil, abordam a questão relativa à conversão de áreas destinadas anteriormente à pecuária e à produção agrícola em área para o cultivo da cana, e evidenciam que no cerrado há competição, sobretudo entre a soja e milho, com a cana.

As afirmações de Nassar et al. (2008) basearam-se em imagens de satélites para mostrar que, em estados como Goiás e Mato Grosso do Sul, a expansão da cana-de-açúcar ocorreu majoritariamente pela substituição de áreas agrícolas. Não deixando de lado, a importância da expansão da cana-de-açúcar sobre terras anteriormente destinadas à pastagem.

De acordo com Castro; Abdala e Bôrges (2010), o significativo crescimento da produção de cana-de-açúcar, principalmente a partir de 2007, deveu-se, em grande parte, à incorporação de novas áreas de plantio e também às custas da conversão de áreas agrícolas e de pastagens, e não em função do aumento da produtividade.

Nas últimas quatro décadas, a cultura da cana-de-açúcar teve grandes avanços no Brasil e, atualmente é referência mundial em tecnologias da produção e processamento dessa matéria-prima. Buscando aumentar a competitividade do sistema, as tecnologias nacionais desenvolvidas permitiram prolongar a vida dos canaviais, bem como utilizar insumos e mão de obra de forma mais eficientes (OLIVEIRA, 2012).

Entretanto, essa perspectiva promissora de amplo crescimento da cultura da cana-de-açúcar no país, e na região Centro-Oeste, encontra alguns gargalos que precisam ser explorados e analisados para que possam ser superados. Embora o aumento da área de produção e da quantidade produzida de cana-de-açúcar mereça enaltecimento no agronegócio brasileiro, o mesmo não se pode considerar no que se refere a sua produtividade agrícola recente.

Apesar de todo o avanço mencionado anteriormente, a produtividade da cana-de-açúcar passou, nos últimos anos, a apresentar trajetória distinta, com anos seguidos de redução de seus indicadores, ainda que a análise, no longo prazo, revele que o percurso continue crescente (NYKO et al., 2013).

Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo geral analisar a evolução da expansão da produção de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul e Goiás. Especificamente pretende-se:

- a) Caracterizar a expansão da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste do Brasil, especificamente nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás;
- b) Analisar a produtividade do cultivo da cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás;
- c) Analisar os fatores estruturais que afetam a produtividade da cana-de-açúcar nos estados pesquisados.

2 EXPANSÃO, PRODUTIVIDADE E TECNOLOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

2.1 Frentes e fronteiras agrícolas no Centro-Oeste brasileiro

O território brasileiro, historicamente, teve sua ocupação do litoral para o interior. Esse processo de ocupação de sertão adentro recebeu o nome de “expansão de fronteira”, que se caracteriza por distintas frentes (VELHO 1972; MARTINS 1996).

Segundo Franco (1992), esse processo de ocupação caracterizou-se por meio do pragmatismo e do imediatismo, trazendo como consequência a não preservação da vegetação original, que foi relegada a um segundo plano.

No início da década de 1970, inicia-se o processo chamado de “Expansão da Fronteira Agrícola”, com destaque para a ação estatal, que prioriza a expansão da moderna tecnologia agrícola no Cerrado. Essas ações, contempladas nos Planos Nacionais de

Desenvolvimento (PNDs), tinham como meta reestruturar o território, com incremento de nova infraestrutura econômica e com incentivo ao aumento da produção das empresas agropecuárias (OLIVEIRA 1997).

Segundo Miziara (2005) e World Wildlife Fund (2000), foi a partir de 1975 que a expansão horizontal, responsável por impulsionar a ocupação das terras, foi substituída por maior e significativa exploração dos solos já ocupados, caracterizando um novo momento da expansão de fronteira agrícola, sobretudo, nos estados do Centro-Oeste, sendo a “soja” a principal *commodity* propulsora deste novo processo de expansão.

Para Martins (1997), o termo “expansão de fronteira” é compreendido como sendo a definição da modalidade de desenvolvimento capitalista, que é o processo que representa o momento histórico de alteração das realidades de uso espacial da terra. Este modelo de expansão de fronteira se efetiva, de fato, com a implantação dos Programas de Desenvolvimento Agrícola, voltados para a área dos Cerrados. E, esta ocupação, ocorre em áreas com melhor infraestrutura, em condições topográficas que favorecem a implantação de processos de mecanização e também, próximas às jazidas de calcário (WWF 2000).

Diante do que já foi exposto, para Silva e Miziara (2011), no histórico de ocupação da região do Cerrado brasileiro, fica evidente uma sobreposição de diversos processos de expansão, sendo que, primeiramente, o enfoque foi dado à pecuária, seguido, posteriormente, pela agricultura. Resalta-se também que a agricultura não eliminou a pecuária, mas, ao contrário, modernizou-a, tendo como início a ocupação das terras, obedecendo à sequência de inserção das terras na estrutura de mercado capitalista, seguida pelos processos de reestruturação, na forma de seu uso e ocupação.

Historicamente, foi a forma de estrutura de mercado que exigiu uma transformação constante ou readequação das fronteiras agrícolas no Centro-Oeste, além de sua expansão em áreas de Cerrado e Pantanal.

A ideia de expansão de fronteira agrícola, atualizada ao momento histórico contemporâneo da região Centro-Oeste, orientada pela expansão da cultura da cana-de-açúcar, de acordo com Miziara (2009), não deveria ser utilizada para o momento atual, quando se trata de ocupação de novas áreas, visto que, atualmente, não existem terras devolutas, na região, responsáveis pelo processo de ocupação.

O conceito atual de expansão de fronteira agrícola enquadra-se melhor no sentido de expansão da tecnologia moderna e utilização mais intensiva do solo, e que nem sempre deve vir acompanhado de desmatamento (MIZIARA, 2009).

2.2 Breve Histórico sobre a cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro

Fortes incentivos do governo federal, realizados nas décadas de 1960 e 1970, foram responsáveis pela ocupação da região Centro-Oeste do Brasil, com fluxos migratórios relevantes, com significativas alterações na forma de ocupação de suas terras e com implementação de técnicas modernas agrícolas (COSTA; CHRYSOSTHEMOS; ALVES, 2010).

A expansão da cana-de-açúcar, de forma efetiva, ocorreu a partir da década de 1970, com a crise do petróleo de 1973 e com o processo de internacionalização de capitais, que favoreceu a cultura canavieira para a produção de etanol como combustível (NORONHA; ORTIZ, 2006).

Em 1975, o governo brasileiro criou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), com o objetivo de intensificar a produção do etanol da cana-de-açúcar, como forma de reduzir a dependência da gasolina e minimizar os impactos decorrentes da crise mundial do petróleo. Este período se notabilizou como uma época de grandes incentivos governamentais ao setor canavieiro, que favoreceu as linhas de créditos para compra de terras, montagens de destilarias e modernização da produção (VIAN, 2003).

Na década de 1980, por meio de incentivos das políticas de expansão das agroindústrias para as fronteiras agrícolas, o Centro-Oeste foi integrado às demais áreas de produção agrícola. Muitas empresas instalaram-se na região, principalmente as agroindústrias canavieiras advindas, principalmente do estado de São Paulo e algumas do Nordeste (ANDRADE, 1994).

Os anos entre 1986 a 1990 destacaram-se como o período da desaceleração do Proálcool e, por consequência, de crise do próprio Programa. O governo brasileiro reviu as políticas de fomento ao setor canavieiro, e o resultado foi a forte redução dos incentivos governamentais. O setor canavieiro, com a falta de verba e apoio do governo, deparou-se com sua rentabilidade fortemente abalada (RAMOS, 2002).

A década de 1990 marca uma nova etapa para o setor canavieiro, com a desregulamentação do setor e com transformações de ordem institucional, organizacional e tecnológica. O Estado passa, a partir de então, a ser marcado por seu caráter apenas regulador e pela intensificação dos processos competitivos, com alteração em sua estrutura de produção (TERCI et al., 2005).

Para Meurer, Shikida e Vian (2015), com o fim do apoio e regulamentação do governo federal, teve início o regime de livre mercado, sem subsídios, sendo a partir de então os preços da cana-de-açúcar definidos dependendo de sua qualidade e da sua participação nos produtos finais. A quantidade da cana-de-açúcar produzida na região Centro-Oeste, passou de 11,5 milhões de toneladas na safra de 1990/1991, para 106,4 milhões de toneladas na safra 2012/2013, um crescimento de 820,13% em duas décadas.

Goiás é atualmente o maior produtor de cana-de-açúcar da região Centro-Oeste e o terceiro maior produtor brasileiro, atrás apenas de São Paulo e Minas Gerais. Na última década, houve forte elevação da produção canavieira no estado, seguindo o cenário nacional (MEURER, SHIKIDA E VIAN, 2015).

Um dos principais motivos do crescimento da produção canavieira é atribuído ao incremento de tecnologia, apesar de em alguns momentos a mecanização também ser apontada como fator de queda de produtividade. Para tanto, torna-se importante reconstituir o contexto em que se deu a modernização da agricultura, sobretudo, no que se refere à produção da cana-de-açúcar.

2.3 Modernização da Agricultura e Tecnologia de cultivo da cana-de-açúcar

Para Mazoyer e Roudart (2010), a principal fase da modernização mundial ocorreu no século XX, momento em que se localiza a segunda revolução agrícola e primeira fase da modernização, como concebida atualmente. O desenvolvimento de tal modernização traz entre seus principais feitos a motorização e a quimificação.

A motorização dos transportes tira do isolamento as regiões agrícolas, fator que ajuda não apenas no escoamento da produção, como também permite que as produções sejam abastecidas com adubos oriundos de regiões mais distantes.

Mazoyer e Roudart (2010); Wallerstein (2011); Federico (2005); Ponting (1993) e Bruinsma (2003) concordam que o desenvolvimento da moto-mecanização agrícola ocorreu, principalmente, entre as duas grandes guerras mundiais.

Trazendo a discussão para o território brasileiro, na tentativa de compreender as especificidades e a trajetória que a modernização agrícola desenvolveu no país, Martine (1991) diz que o processo de modernização, no país, deu-se somente a partir da década de 1960. Este início decorre da implantação de um setor industrial voltado para a produção de equipamentos

e insumos para a agricultura, passando de uma agricultura tradicional, dependente da natureza, praticada por meio de técnicas rudimentares, para uma agricultura mecanizada.

Balsan (2006) corrobora com essa afirmação ao dizer que a agricultura brasileira inicia seu processo de modernização com a chamada Revolução Verde, na década de 1960. Como consequências desse processo, são apontados os efeitos sociais e econômicos sofridos pela população envolvida diretamente com as atividades rurais.

Gonçalves Neto (1997) faz uma leitura da perspectiva econômica afirmando que, com a modernização, houve modificações na economia brasileira, mas o seu crescimento não se deu de forma uniforme e com a rapidez esperada.

Teixeira (2005) e Graziano Neto (1985) dizem que a modernização agrícola pode ser entendida como sinônimo de mecanização e tecnificação da lavoura, ou sob outro aspecto, leva em conta todo o processo de modificações ocorrido nas relações sociais de produção.

A questão da utilização dos insumos é abordada por vários autores e, em aspectos diversos, todos associam a temática à questão da modernização agrícola. Teixeira (2005) usa a evolução do uso de tratores na agricultura para analisar alguns indicadores de modernização. Já Graziano Neto (1985) traça essa relação analisando o crescimento do consumo de fertilizantes e agrotóxicos.

Teixeira (2005) afirma que não se pode ter como base apenas o crescimento de uso de insumos e equipamentos para se considerar o processo de modernização. Para ele, o que realmente impulsionou a transformação da base técnica da produção agrícola foi o incentivo governamental, pelas vias do chamado ‘Crédito Rural’, disponível de forma consistente na década de 1960.

Todavia, com a “crise do petróleo” (1973), seria necessário, além de alimentos e exportações, produzir alternativas energéticas ao petróleo. Nasce assim, em 1975, a proposta do PROÁLCOOL, e a cana-de-açúcar passa a requerer maior espaço para a sua produção. Para Teixeira (2005), nas décadas de 1980 e 1990, o setor agrário apresentou uma forte redução dos incentivos agrícolas via crédito rural e a modernização foi caracterizada por uma forma mais excludente.

Janini (2007) aborda os três principais sistemas de plantio implantados no Brasil: o manual, o semimecanizado e o mecanizado, que variam, principalmente, de acordo com a declividade dos terrenos. Pinto e Moraes (1997) apontam que o sistema de plantio mecanizado é ideal para redução do custo, assim como para uma melhor gestão da cultura.

A EMBRAPA (2013) desenvolveu instruções sobre o plantio, com transferência de tecnologia para o produtor, indicando as melhores opções para cada relevo e pesquisas atreladas ao manejo; também tratam deste assunto Souza et al. (2007); Gava et al. (2007); Galvani et al. (1997); Braunbeck e Oliveira (2006) e Veiga Filho (1999).

2.4 Tecnologia de cultivo da cana-de-açúcar

Veiga Filho (1999) afirma que avanços significativos foram feitos na adaptabilidade das máquinas e equipamentos disponíveis às condições da lavoura de cana, assim como as colheitadeiras que apresentam maior eficiência.

No entanto, é importante salientar que, apesar das vantagens econômicas, a tecnologia ainda produz perdas significativas. Mello e Harris (2003), ao analisarem as colhedoras, dizem que no processo de colheita ocorrem perdas que variam entre 10% a 15%, por danos na cana colhida e na soqueira. Apesar das perdas serem altas, ainda assim, os autores apresentam como vantajoso o processo mecanizado.

Segundo o Agrianual (2015), os estados do Centro-Sul, apresentam índice de mecanização considerado alto, sobretudo para os estados de GO e MS, onde prevalecem as grandes propriedades. A colheita da cana, de forma mecanizada, alterou o sistema produtivo e, apesar de ainda exigir muitos cuidados, tem apresentado resultados positivos em termos de redução de custos.

Dois motivos especificamente auxiliaram a introdução da mecanização, principalmente da colheita da cana-de-açúcar. Tratam-se das questões de ordem ambiental e os menores custos de produção obtidos na colheita, com máquinas. Com as preocupações prementes com as queimadas, que são utilizadas como técnica na fase que antecede a colheita manual, a mecanização foi a alternativa mais viável, principalmente em função do custo que se apresenta mais baixo que o utilizado na colheita manual.

Para Rodrigues e Saab (2007); Kronka e Monteiro (1999) e Ripoli et al. (1999) os custos obtidos pela colheita mecanizada são de 6,58 reais por tonelada de cana, enquanto que com a colheita manual, precedida de queimada, o custo é de 8,90 reais por tonelada. Diferença de 33% no custo da operação de colheita, o que representa um incentivo bastante atraente para os produtores.

Além do estímulo do custo mais baixo e das problemáticas de ordem social e jurídica, com relação às condições do trabalhador que atua no corte da cana, a legislação

ambiental também foi fundamental para a substituição do corte manual pela colheita mecanizada.

Apesar de em alguns estados, a legislação ser mais antiga que em outros, como é o caso de São Paulo que possui um protocolo ambiental, tanto Mato Grosso do Sul quanto Goiás já dispõem de leis específicas que regulamentam as queimadas nos canaviais. Pode-se dizer com isto que estas leis, somadas ao menor custo de produção, são grandes responsáveis pelo aumento da mecanização na região.

Em Mato Grosso do Sul, o regulamento advém da Lei Estadual nº 3357, de janeiro de 2007 e prevê a extinção da prática da queima até o ano de 2016, sendo que em 2012 a colheita mecanizada já era utilizada em aproximadamente 95% da área.

A Lei 15.834, de 2006, regulamenta a prática da queima da palha da cana-de-açúcar no estado de Goiás. Apesar da Lei apresentar um plano menos ousado que o do estado vizinho, uma vez que só prevê o fim da prática em 2028, já em 2012 a mecanização da colheita era utilizada em 90% da área total de plantio (CTC, 2012).

A mecanização acelerada dos últimos cinco anos na cultura canavieira deixou evidente a necessidade de resolver alguns problemas, como: os altos preços das máquinas, o que leva os produtores a adiarem ao máximo a sua substituição, aumentando o custo de manutenção, o rendimento operacional e elevação das perdas na colheita.

O plantio mecanizado é uma conveniente alternativa à operação manual que é intensiva no uso de mão de obra, mais escassa e cara. A utilização da mecanização permite um aumento no rendimento operacional, em atendimento à demanda de crescimento de escala de plantio numa janela estreita viável.

Um inconveniente derivado da mecanização do plantio é a exigência da quantidade de mudas, pois requer o dobro da quantidade do plantio manual. As máquinas utilizadas no plantio e na colheita, também danificam as mudas, e, para tanto, exigem um aumento na quantidade das mesmas. O sucesso da operação mecanizada exige mais do que máquinas mais eficientes; requer a melhoria da sistematização dos plantios, com preparo mais adequado do solo, e mudas com maior controle de qualidade (AGRIANUAL, 2015).

A abordagem econômica do setor já é também um campo bastante explorado e que incide na análise que se pretende efetuar, principalmente, por meio da Teoria do Desenvolvimento proposta por Schumpeter (1982) e pelos fatores estruturais já citados e que serão discutidos mais à frente.

Macedo (2007), Carvalho (2006) e Goldemberg (2007) dizem que, apesar de considerarem os avanços tecnológicos para o setor de cana bastante maduros, ainda há possibilidades de incremento na produtividade e na redução de custos.

É certo que a cana-de-açúcar, enquanto objeto de estudo, é passível de abordagens disciplinares e, tais abordagens, em alguns momentos, pedem, imprescindivelmente, uma interação, buscando na interdisciplinaridade respostas para problemas contemporâneos que não são solucionados disciplinarmente.

Aqui se situa a presente discussão, tomando o amplo campo de conhecimento já construído, para, a partir dele, embasar seus referenciais, encontrar as possibilidades de discussões, tais como perspectivas futuras que se levantam a partir do conhecimento já construído.

2.5 Fatores Estruturais e Conjunturais ligados ao setor canavieiro

Houve nos últimos cinquenta anos uma significativa evolução em termos de produtividade agrícola da lavoura brasileira da cana-de-açúcar. Essa evolução foi resultado, em boa medida, do desenvolvimento das tecnologias agrícolas de produção, mas principalmente, pela introdução de novas variedades de cana.

Como consequência dessa evolução, até o final da última década, a produção canavieira brasileira era reconhecida como modelo de eficiência agrícola mundial. Entretanto, o desempenho nos últimos anos, passou a apresentar anos seguidos de reduções de produtividade, ainda que no longo prazo, a trajetória continue crescente.

Vários fatores conjunturais ajudam a explicar tal tendência, contudo, quando se analisa a curva de produtividade ao longo do tempo, verifica-se uma clara redução dos incrementos, sugerindo a influência de fatores de caráter estrutural (NYKO et al., 2013).

Para conceituar mais amplamente os fatores conjuntural e estrutural, recorre-se a teoria econômica. De acordo com Sandroni (2005), o termo conjuntural, na perspectiva econômica, foi originado em meados do século XIX, quando se observaram as crises de maneira periódica. O autor descreve que a instabilidade frequente, ocasiona períodos de queda da produção e do nível de emprego, com redução de lucros e de preços, convencionalmente denominado pela economia de período de contração ou conjuntura descendente. No entanto, ocorre também o inverso e tais fases são conhecidas como período de expansão ou conjuntura ascendente.

Ainda do ponto de vista da teoria econômica, Sandroni (2005) traz a definição de estrutura como sendo um conjunto de elementos de “estabilidade relativa” e que se relacionam espacial e temporalmente.

Na economia descritiva, a estrutura faz relação entre três setores de atividades, são eles: atividade agrícola e extrativa (setor primário); transformação fabril (setor secundário) e serviços, incluindo comércio e transportes (setor terciário). “O crescimento desses setores não ocorre de forma harmônica, mas desigual, e essa defasagem setorial é um elemento básico para avaliar a estrutura que corresponde ao grau de desenvolvimento de uma economia” (SANDRONI, 2005, p.318).

Da Fonseca (2002, p. 4) descreve que, “fatores conjunturais podem ser considerados efêmeros e temporários pela própria essência do que seja conjuntural, já os fatores estruturais (...), são duradouros, se não permanentes”.

Partindo desses conceitos e da sua aplicação à temática de abordagem desta pesquisa, apresentam-se nos próximos tópicos alguns dos fatores conjunturais e logo após os estruturais que estão relacionados à produtividade da cana-de-açúcar. Destaca-se novamente que esta pesquisa tem como foco os fatores estruturais, sendo que os conjunturais são apenas descritos para maior entendimento do contexto em que se desenvolve a discussão.

Anhesini et al. (2013) afirmam que os principais ganhos que vêm sendo obtidos na produtividade para a cana-de-açúcar devem-se a fatores como inovações biológicas, desenvolvidas por vários institutos de pesquisa que resultam em novas variedades de cana; inovações físico-químicas, como, por exemplo, a fertirrigação, utilizando tanto o vinhoto como outras técnicas de fermentação alcoólica; as inovações mecânicas, que inseriram o plantio e a colheita mecanizada e implementos agrícolas mais eficientes, além das mudanças na organização do trabalho e novas formas de gestão da produção agrícola. Também integram os ganhos o reaproveitamento do bagaço e da palha para a cogeração de energia.

Ressalta-se que, apesar de buscar-se apresentar um panorama mais amplo de ambos os fatores, esta pesquisa atem-se a análise de dois fatores estruturais específicos – mecanização agrícola e variedades de cana, que serão abordados em subtítulos específicos mais a frente.

2.5.1 Fatores conjunturais

Segundo Nyko et al. (2013), fatores de natureza conjuntural, como a crise financeira mundial de 2008-2009, que fragilizou grande parte dos grupos econômicos do setor sucroenergético, trouxe, como consequência, acentuada retração do crédito concedido pelas instituições financeiras às empresas do setor canavieiro, ocasionando um endividamento crescente.

Como resultado do endividamento, houve redução nos investimentos agrícolas, incluindo os direcionados à renovação dos canaviais e, por consequência, maior longevidade destes, resultando em menor taxa de difusão das novas variedades. Ainda, nos últimos anos, o setor canavieiro enfrentou adversidades climáticas, também acusadas de serem reponsáveis pela acentuada redução da produtividade (NYKO et al., 2013).

Para Tanaca; Pereira e Pigatto (2008), outros fatores conjunturais alteraram o cenário da nova etapa do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, como o dinheiro de investidores estrangeiros e o crescimento da demanda mundial por combustíveis alternativos. Ainda segundo os autores, as alterações nas variáveis microeconômicas, como por exemplo, o aumento da demanda por etanol no mercado interno, ocasionada pela inserção dos motores *flex fuel* e o crescente interesse pelo combustível no mercado externo, associado às constantes alterações nos preços do petróleo, contribuíram para atrair o interesse de novos investidores para o setor sucroenergético, e provocar a expansão das áreas plantadas com cana-de-açúcar pelo país.

No entanto, também é um fator conjuntural a pressão socioambiental para que o cultivo da cana seja realizado em áreas agricultáveis e não em ocupações de áreas consideradas de reserva ambiental ou de proteção. Tal pressão também se traduz em leis ambientais e contra a queima da palha da cana, que serão abordadas mais a frente.

Tais fatores conjunturais necessitam de apoio que acabam por demandar novos fatores estruturais que deem conta das novas necessidades apresentadas pelo cenário atual do setor sucroalcooleiro.

2.5.2 Fatores estruturais

Para Nyko et al. (2013), fatores estruturais podem ser considerados como responsáveis pela tendência de queda dos ganhos de produtividade no longo prazo. Para o caso da cultura canavieira, alguns dos principais fatores estão apresentados nos itens a seguir.

- *Variedades de cana-de-açúcar*

Para Demattê (2012), a tendência de estagnação da produtividade agrícola, está mais relacionada ao desempenho das novas variedades de cana, que ainda são bastante influenciadas pelas condições climáticas e pelo fato dessas variedades não estarem suficientemente adequadas à mecanização. Outros fatores vêm contribuindo para esse cenário, como a proliferação de doenças nas novas variedades, aumentando, desse modo, a resistência das usinas na adoção das plantas novas.

Argumenta-se ainda que a recente expansão da cultura, ocorreu em regiões de fronteira, como os estados do Centro-Oeste, onde o solo tem fertilidade inferior e o clima possui características mais adversas, quando comparado ao das regiões tradicionais de cultivo. Para essas condições de clima e solo, o número de variedades novas ainda está bastante restrito (DEMATTÊ, 2012).

Nyko et al. (2013) afirmam que o desenvolvimento completo de uma nova variedade de cana-de-açúcar, para que esta esteja entre as mais utilizadas pelas usinas, leva pelo menos quinze anos. Considerando que a nova expansão da cana-de-açúcar é relativamente recente, e que os programas de melhoramento genético da cana priorizam as regiões tradicionais de cultivo, como o estado de São Paulo, é razoável dizer que as variedades desenvolvidas para as regiões de fronteiras ainda não estão disponíveis em grande quantidade.

Outro fator importante de discussão decorre de que o último ciclo de investimentos foi pouco planejado. A rápida expansão dos canaviais não contou com viveiros de mudas que pudessem atender à demanda exigida, diante disso as empresas do setor optaram por reproduzir as variedades mais conhecidas e já disponíveis (NYKO et al., 2013).

Para Hotta et al. (2010) há restrições para o desenvolvimento do melhoramento genético da cana-de-açúcar, dentre as quais são citadas como principais: a elevada complexidade do genoma da cana; o tempo necessário para comercialização de uma nova variedade e a estreita base genética utilizada nos cruzamentos entre variáveis.

Ainda segundo Hotta et al. (2010), a elevada complexidade genética da cana dificulta o desenvolvimento de novas técnicas de melhoramento, como a transgenia, que necessita de grandes investimentos. A lavoura de cana não dispõe de escala suficiente para atrair grandes empresas de melhoramento genético para investir em transgenia da cana-de-açúcar. Isso decorre por ser a área de cana relativamente pequena quando comparada às culturas como a do milho e a da soja.

- Mecanização do plantio e da colheita da cana-de-açúcar

Segundo Alves (1991), o transporte, o plantio (parcial) e o preparo do solo, foram as primeiras atividades mecanizadas na lavoura da cana-de-açúcar no Brasil. O preparo do solo mecanizado, por meio de tratores, permitiu reduzir o número de trabalhadores empregados e o tempo gasto nas atividades relacionadas, aumentando a área trabalhada e, consequentemente resultando na concentração das propriedades agrícolas.

Apesar de proporcionar aumento da *performance* operacional das máquinas, com aumento de velocidade de operação, e por consequência aumento de rendimento no processo de plantio e colheita, e também redução dos custos de produção; a mecanização ainda ocasiona perdas nos canaviais (SANTOS; FERNANDES; GADANHA JÚNIOR, 2015).

Para Nyko et al. (2013), a intensificação de novas práticas de plantio e colheitas mecanizados, foi outro fator estrutural importante para o entendimento da produtividade da cana-de-açúcar nos anos recentes. Se por um lado a mecanização proporciona muitos aspectos positivos, no que se refere à redução do trabalho manual e para o caso da colheita, a extinção das queimadas, por outro lado, a mecanização, também precisa ser aprimorada, de modo a ajudar a compensar eventuais reduções de produtividade em função de sua implantação.

O recente avanço da mecanização da cultura canavieira, tanto no plantio, quanto na colheita, vem revelando certas deficiências no desempenho, apresentando-se até menos eficiente do que no sistema manual, em alguns casos, no que se refere à produtividade.

- Mecanização do plantio da cana-de-açúcar

A partir de 2006 houve significativa mudança em relação ao plantio da cana-de-açúcar, passando do plantio manual para o mecanizado. O principal problema encontrado pelas usinas foi a necessidade de aumento dos toletes necessários para o plantio. Passou de dez a doze toneladas de cana por hectare, para dezesseis a vinte toneladas por hectare, aumentando significativamente os custos de produção (NYKO et al., 2013).

Uma das razões para ter que aumentar o número de toletes no plantio é que as gemas neles presentes são muito sensíveis e fáceis de serem danificadas, o que ocorre, frequentemente, durante o processo de plantio mecanizado.

Em todo o processo de plantio, as gemas podem ser danificadas, a começar pela colheita de mudas, realizada em colhedoras de cana adaptadas, depois, após passarem para os veículos de transbordo e por último, ao serem despejados nas plantadoras. Além disso, para a

tecnologia atual de plantadoras, não existe uma que consiga dosar adequadamente a quantidade de toletes a serem lançados no sulco, por unidade de tempo e área (NYKO et al., 2013).

Outro assunto importante é a busca das empresas para ampliar a eficiência da operação de plantio. Atualmente as plantadoras estão aptas a plantar, no máximo, duas linhas de cada vez. A consequência disso é o aumento do tráfego para a conclusão do plantio em determinada área, aumentando assim, o pisoteamento do solo ou sua compactação, que é um dos principais fatores de queda da produtividade a médio e longo prazo, nas lavouras canavieiras brasileiras (NYKO et al., 2013).

- Mecanização da colheita da cana-de-açúcar

Grandes colhedoras são utilizadas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, e estas evoluíram significativamente nos últimos cinquenta anos, em relação à capacidade efetiva de colheita. Passaram de quinze para setenta toneladas de cana crua por hora.

O processo de colheita que prevaleceu no Brasil foi o de cana picada, semelhante ao processo Australiano, que foi bem-sucedido na eliminação da operação de carregamento de colmos inteiros e na viabilização do manuseio a granel da cana, semelhante ao que ocorre com os cereais. Na operação com cana picada, é possível o despalhamento e a obtenção de uma melhor *performance* para a colheita de canaviais tombados, que o fizeram prevalecer sobre outras formas de colheitas (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2010).

Para Nyko et al. (2013), um dos principais problemas relacionados ao sistema de colheita mecanizado, deve-se ao incremento do tráfego necessário nas lavouras canavieiras, o que acarreta compactação do solo pelo processo de pisoteamento dos veículos envolvidos. Com o tempo, o solo vai se tornando mais degradado, afetando diretamente sua produtividade.

Relacionado ao processo de colheita da cana, outro fator relevante é o desgaste de materiais envolvidos, uma vez que em função da resistência e abrasividade da cana, as facas ficam cegas rapidamente (em média cerca de oito horas), necessitando a troca das facas, ocasionando várias interrupções da colheita e prejudicando a produtividade. Isso decorre do fato da faca cortar não somente a planta, mas também a terra e outros materiais que possam estar presentes, como, por exemplo, pedras (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2010).

A utilização das colhedoras em terrenos com declividade acima de 12% é outra limitação das máquinas. Por terem bitola estreita, apresentam falta de estabilidade ao tombamento e também direcional. A inaptidão dessas colhedoras para operar em canaviais que

tenham cana tombada, é outra limitação importante, uma vez que em canaviais cuja produtividade seja superior a 120 toneladas por hectare, o tombamento do canavial é problema comum. Esses são exemplos de como a máquina utilizada pode impor limites a melhores práticas, processos e tecnologias empregados na produção da cana-de-açúcar (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2010).

- Irrigação na lavoura de cana-de-açúcar

A irrigação da cana-de-açúcar tem como principal objetivo suprir a necessidade hídrica da planta e não pode ser realizada isoladamente, mas sim associada a outras técnicas de manejo (DALRI; CRUZ, 2008).

Para Nyko et al. (2013), por seus custos serem considerados altos, a irrigação nas plantações canavieiras brasileiras, ainda não é uma realidade. O incentivo à irrigação é um fator importante, porém desenvolver variedades de cana mais resistente ao déficit hídrico, talvez seja mais indicado para receber incentivo, tanto para o plantio nas áreas de expansão, quanto em áreas com problemas climáticos. A irrigação na cultura da cana é uma tecnologia ainda pouco disseminada e que está em fase inicial de aprendizagem.

Para os autores, o que se ganha em aumento de produtividade, é compensado com aumento dos custos. Desse modo, para as usinas, é preferível escolher áreas de plantio mais seguras, que dispensem o investimento em irrigação (NYKO et al., 2013; BRAUNBECK e MAGALHÃES, 2010).

Apesar disso, alguns autores defendem a irrigação por gotejamento para a cana-de-açúcar, pois afirmam que além da água propiciar uma maior produtividade ainda pode ampliar o tempo de renovação do canavial. E, indiretamente, pode também beneficiar a usina com a redução no custo de transporte da cana, ao possibilitar o cultivo em área mais próxima às suas instalações, além de permitir que durante a irrigação se faça também a adubação. No entanto, a irrigação ainda não apresenta viabilidade econômica em áreas muito amplas (DALRI e CRUZ, 2008; MATIOLI; PERES; FRIZZONE, 1996; AGUIAR, 2002).

- Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento do setor sucroenergético

Para Nyko et al. (2013), o apoio federal à atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) agrícola canavieira, são incompatíveis com as necessidades do setor.

Além disso, esse apoio deveria ser redirecionado para o foco em tecnologias de maior potencial, como o caso da transgenia e sistemas mais eficientes de plantio e colheita.

Neves; Trombin e Consoli (2009) afirmam que em 2008 foram destinados 79,15 milhões de dólares em pesquisas para o setor sucroenergético. Tais recursos vieram de agências de fomento e institutos de pesquisa, com destaque para a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) vinculada ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); a Fundação de Apoio da Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); a Canavialis e a Allelyx; o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e o Instituto Agrícola de Campinas (IAC).

Tal fomento foi dividido entre instituições públicas e privadas, dentre as quais se ressaltam a Universidade de São Paulo (USP); a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP); a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa).

Essas pesquisas abordam as mais variadas áreas, no entanto, como refletem Nyko et al. (2013) ainda não atendem às necessidades do setor. Destaca-se ainda que as pesquisas tiveram abordagens distintas ao longo das décadas.

Oliveira (2011) e Veiga Filho (1998) descrevem que o setor sucroalcooleiro passou por três fases essenciais, entre as décadas de 1930 e 1990, para que as técnicas fossem absorvidas. Primeiro foi decorrente da importação de tecnologia e de pesquisas voltadas para a nutrição, adubação e manejo; em seguida esteve voltada para o melhoramento genético da cana-de-açúcar e por último agregou o tripé fundamental para a produtividade – melhoramento genético, insumos industriais e máquinas e implementos.

As décadas de 1980 e 1990 apresentaram pesquisas mais focadas na busca pela inovação para a produção canavieira, principalmente, destinadas a solucionar problemas de pragas e doenças, responsável por 40% dos investimentos; 15% dos investimentos foram destinados às pesquisas de melhoramento genético e pesquisa biológica; 17% foram destinados à mecanização agrícola e os outros 28% se dividiram em várias outras áreas (OLIVEIRA, 2011; VEIGA FILHO, 1998).

Ressalta-se ainda que as inovações tecnológicas não foram introduzidas de modo homogêneo entre os setores produtivos. Como destaca Oliveira (2011, p.6), este é o exemplo da colheita de cana, retardatária quanto à adoção do corte mecanizado. “Até finais dos anos de

1970, a colheita era efetuada quase que exclusivamente manual, ao passo que o carregamento e o transporte sofreram suas primeiras transformações já no final dos anos 1960”.

- Infraestrutura e logística para a expansão do setor sucroenergético

Um dos maiores entraves para a expansão do setor sucroalcooleiro no Brasil deve-se à dificuldade para o escoamento da sua produção. Apesar do grande potencial produtivo do local, a distância dos portos e armazenagem, pode levar, em alguns casos, a total inviabilização da implantação de novos projetos.

Especialistas estimam que para viabilizar um projeto, a distância limite do local de instalação até o destino do consumo, porto ou refinaria, seria de 100 km. Características técnicas, ligadas à localização das usinas e a plantação do canavial, permitem, desse modo, colaborar no entendimento da expansão geográfica da cana-de-açúcar (FERRAZ et al., 2007).

No caso específico dos estados em análise, Mato Grosso do Sul e Goiás, as usinas estão localizadas próximas às principais rodovias, de modo a tornar mais viável o escoamento da produção.

3 METODOLOGIA

A base metodológica utilizada para este capítulo, de acordo com a conceituação de Silva (2003), é de natureza aplicada na tentativa de responder ao problema da pesquisa proposto. A pesquisa, quanto ao seu objetivo, tem caráter exploratório, pois ocorre em um estágio inicial de uma pesquisa sobre o dado fenômeno.

Nesse aspecto, tem como foco adquirir uma visão sobre o tema, fornecendo subsídios para pesquisas detalhadas, permitindo-se a familiarização com o problema e, assim, torná-lo mais explícito. Ressalta-se que se aborda o caráter exploratório da pesquisa não somente pela temática, mas sim pela conjunção existente entre objeto de análise e *locus* espacial.

Para tanto, foram utilizadas a pesquisa bibliográfica e a documental. A pesquisa bibliográfica, caracterizada pelo estudo e análise de documentos de domínio científico, tais como livros, periódicos, artigos científicos, contribuiu para a identificação, caracterização e análise da expansão agrícola da cultura da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

A pesquisa documental caracteriza-se pela busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento científico, como relatórios, reportagens de jornais, revistas, cartas, filmes, gravações, fotografias, entre outras matérias de divulgação (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009).

No caso específico desta pesquisa, utilizou-se como fonte para a pesquisa documental, essencialmente, dados de relatórios de centros especializados de pesquisa e dados estatísticos também disponibilizados por estes organismos.

Para a condução da pesquisa documental, foram seguidas as três etapas propostas por Silva et al. (2005): (i) a pré-análise que realiza a organização dos materiais que podem ajudar a entender melhor o fenômeno e fixar o que o autor define como corpus da investigação, ou seja, no que o pesquisador deve centrar a atenção; (ii) a descrição analítica, na qual o material reunido é melhor aprofundado, sendo orientado em princípio pelas hipóteses e pelo referencial teórico, surgindo, desta análise, quadros de referências, buscando sínteses coincidentes e divergentes de ideias; e por fim (iii) a interpretação referencial que é a fase de análise propriamente dita, na qual a reflexão e a intuição, com embasamento em materiais empíricos, estabelecem relações com a realidade aprofundando as conexões das ideias, chegando, se possível, à proposta básica de transformações nos limites das estruturas específicas e gerais.

Pela característica da própria pesquisa documental, ao tratar da interpretação referencial, foi utilizada a abordagem qualitativa para análise das informações, pois trata de assuntos complexos do agronegócio, sendo necessário compreender, interpretar e classificar os processos de mudanças relacionados à expansão da cana-de-açúcar nos estados de GO e MS.

Desta forma, seguindo a estrutura de Silva et al. (2005), a primeira fase da pesquisa documental, denominada de pré-análise, foi realizada a partir do levantamento de dados disponibilizados pelas principais fontes de dados agrícolas e, especificamente, da cana-de-açúcar, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL) e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC).

Na segunda fase, de descrição analítica, realizou-se a leitura dos documentos e a sistematização de dados, permitindo gerar o aprofundamento e a descrição do desempenho da expansão da cana-de-açúcar em GO e MS. Por fim, na terceira fase, de interpretação referencial, foram estabelecidas as relações entre o desempenho agrícola em GO e MS e os estudos

discutidos na literatura, permitindo analisar e fazer inferências sobre os fatores que influenciam o desempenho agrícola da cana-de-açúcar na região examinada.

As análises dos dados secundários, utilizados neste trabalho foram obtidas no Portal do IBGE, por meio do Sistema SIDRA, para os estados de Goiás e de Mato Grosso do Sul.

Para Martins e Laugen (2010, p.13), a Comunidade Econômica Europeia, já nos anos de 1950, trouxe a definição de produtividade como: “o quociente obtido pela divisão do produzido por um dos fatores de produção”. Considerando assim a produtividade do capital, das matérias-primas, da mão de obra, entre outros.

Neste trabalho a produtividade utilizada foi a parcial, que é a mais utilizada na agricultura, para a qual se calcula a produção por unidade de área ou produtividade da terra (GASQUES et al., 2004). Também se utilizou a produtividade agrícola, não sendo tratado de produtividade industrial da cana-de-açúcar.

De forma a tornar possível o cálculo da variável de “produtividade agrícola média”, foram coletados dados referentes à quantidade produzida (em toneladas) de cana-de-açúcar em uma determinada área colhida (em hectares) e também a produtividade medida em quilograma de ATR por toneladas de cana-de-açúcar dos municípios dos estados de GO e MS, que foram objeto de análise.

A produtividade média representa uma variável de intensidade, ou seja, estabelece uma relação entre outras variáveis, sendo assim obtida pela divisão da quantidade produzida de cana-de-açúcar pela área colhida (CORRÊA; CORRÊA, 2011).

Para analisar a evolução e a variação da produção da cana-de-açúcar, foi utilizado o modelo “*Shift-Share*”, também conhecido como “Diferencial-Estrutural”. Este método foi utilizado, entre outros, por Araújo e Campos (1998); Carvalho; Silva e Soares (2012) e Magrini e Canever (2012).

Tal instrumento metodológico busca auxiliar o entendimento sobre o comportamento da produção da cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, por meio da decomposição da produção da cana-de-açúcar em dois fatores - efeito área e efeito produtividade.

O modelo *Shift-Share*, empregado neste trabalho, foi adaptado para decompor a taxa de variação da produção da cana-de-açúcar, nos componentes: área colhida e produtividade. Os dados utilizados para essa análise pertencem ao período de 1990 a 2013 e foram obtidos pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

A expressão (1) apresenta a produção da cana-de-açúcar como resultado do produto entre a área colhida e sua respectiva produtividade:

$$P_c = A \times p \quad (1)$$

Sendo que:

P_c = produção da cana-de-açúcar em toneladas (ton);

A = área colhida em hectares (ha);

p = produtividade em toneladas por hectares (ton/ha).

A expressão (2) apresenta a produção da cana em toneladas, em um dado período “ i ” (Inicial).

$$P_{ci} = A_i \times p_i \quad (2)$$

A expressão (3) apresenta a produção da cana em toneladas, em um dado período “ f ” (Final).

$$P_{cf} = A_f \times p_f \quad (3)$$

A expressão (4) apresenta a “variação da produção” em toneladas, quando varia somente a área colhida.

$$P_{cf}^A = A_f \times p_i \quad (4)$$

A expressão (5) apresenta a “variação da produção” em toneladas, quando varia somente a produtividade.

$$P_{cf}^P = A_i \times p_f \quad (5)$$

A mudança na produção em toneladas (6), entre o período “ i ” e o período “ f ” é expressa por:

$$P_{cf} - P_{ci} = (P_{cf}^A - P_{ci}) \times (P_{cf} - P_{cf}^A) \quad (6)$$

Em que:

$P_{cf} - P_{ci}$ = variação total da produção em toneladas;

$P_{cf}^A - P_{ci}$ = efeito área colhida em hectares;

$P_{cf} - P_{cf}^A$ = efeito produtividade em toneladas por hectares.

A expressão (7) é a taxa média anual de variação da produção em toneladas (efeito total).

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_{cf}}{P_{ci}}} - 1 \quad (7)$$

A expressão (8), para o “Efeito Área”, tem-se:

$$\frac{(P_{cf}^A - P_{ci})}{(P_{cf} - P_{ci})} \times r \quad (8)$$

A expressão (9), para o “Efeito Produtividade”, tem-se:

$$\frac{(P_{cf} - P_{cf}^A)}{(P_{cf} - P_{ci})} \times r \quad (9)$$

O efeito área, neste caso, área colhida, indica as variações da expansão de área, quebra de barreiras agrícolas, substituição de culturas, entre outras.

O efeito produtividade representa a intensificação dos meios de produção, engloba a melhoria de tecnologia, melhores variedades de cana, maior mecanização de plantio e colheita, e também o incremento da produção por unidade de área.

Realizou-se ainda uma análise, por meio de dados obtidos por meio do CTC, tanto em material disponibilizado publicamente pelo Centro, quanto em material obtido diretamente com pesquisador do CTC.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

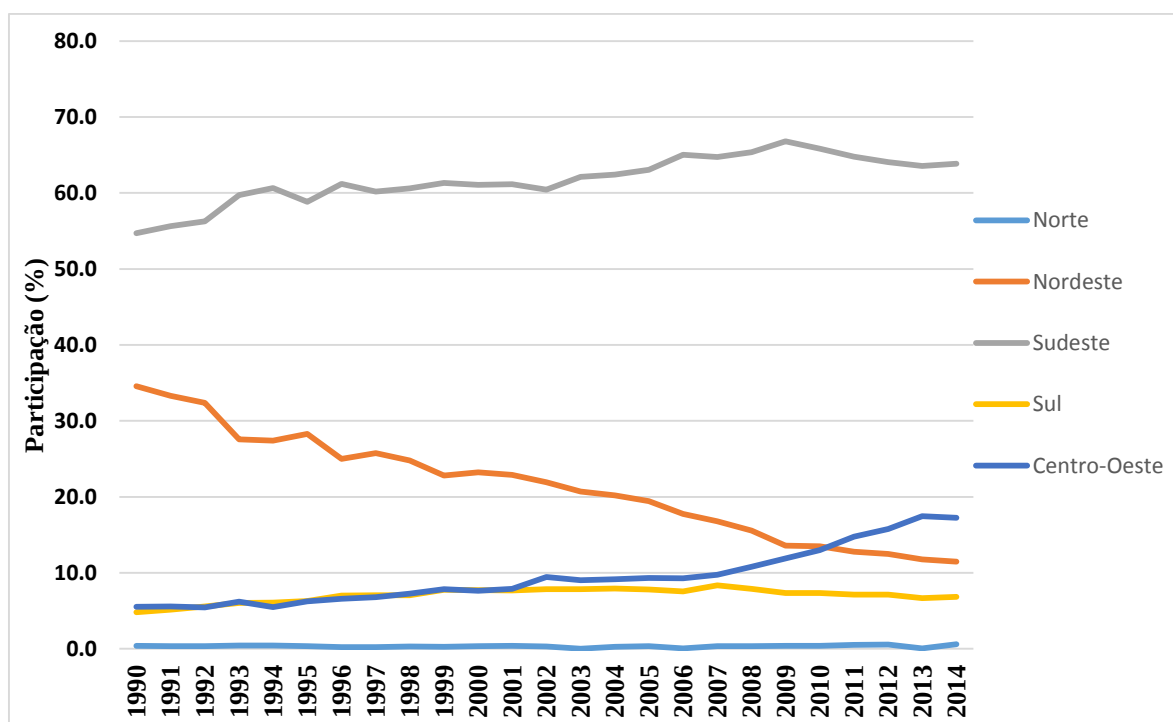
4.1 A expansão da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste

Inicia-se a presente discussão a partir da comparação da expansão da cultura da cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro com as demais regiões do país.

Verifica-se, por meio dos dados disponíveis no Gráfico 2 a evolução da participação das diferentes regiões brasileiras no cultivo da cana-de-açúcar, no período entre 1990 e 2014.

Os dados revelam ainda a hegemonia da região sudeste em relação à área plantada de cana-de-açúcar no país, durante todo o período de análise. Pode-se verificar também as alterações ocorridas em termos de participação entre as demais regiões, com destaque para a região Centro-Oeste que passa ocupar lugar de destaque.

Gráfico 2 - Evolução da participação (%) do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil (área plantada), por regiões, entre 1990 e 2014.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

A partir do ano de 2010, é possível verificar que a região Centro-Oeste assume a segunda posição, ultrapassando a região Nordeste, que, historicamente, foi importante região

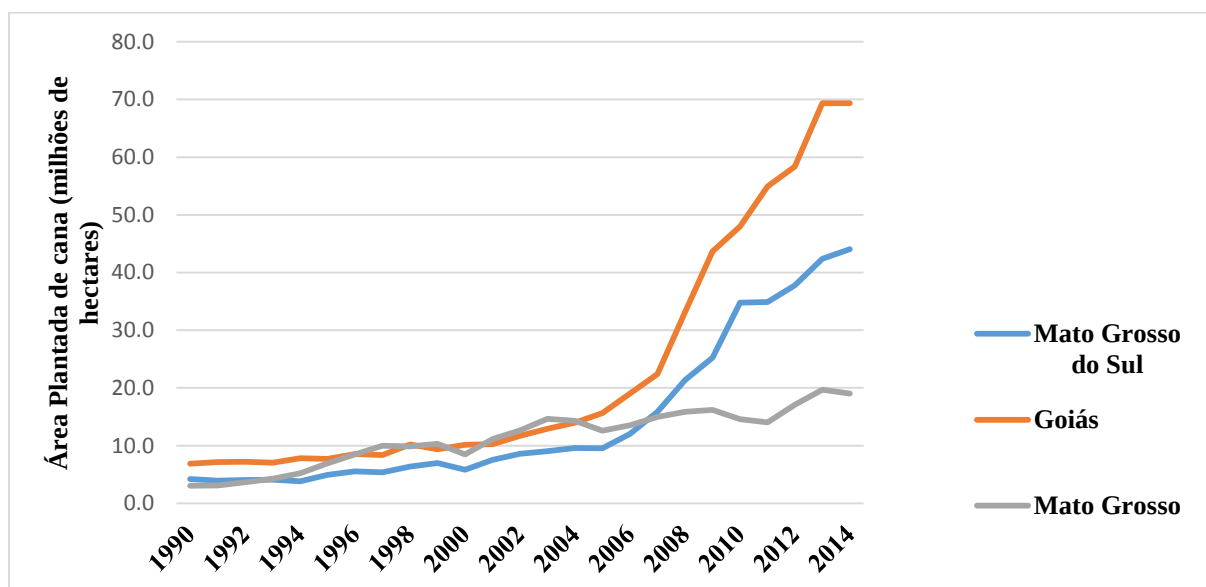
produtora. Essa dinâmica atesta a afirmação de que a região Centro-Oeste é uma nova fronteira agrícola da cultura da cana-de-açúcar, conforme já mencionado anteriormente.

Em 2014, a referida região apresentava uma participação de 17,3% da produção nacional, com clara tendência de crescimento.

Ao analisar especificamente a região Centro-Oeste, verifica-se que os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul destacam-se, atualmente, como os mais representativos na produção da cana-de-açúcar.

O Gráfico 3, apresentado a seguir, mostra a evolução do cultivo da cana-de-açúcar, em hectares, nos três estados da região Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul; Goiás e Mato Grosso), no período entre 1990 e 2014.

Gráfico 3 - Evolução do cultivo de cana-de-açúcar (ha) em MS, MT e GO, entre 1990 e 2014.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de IBGE (2015)

As inflexões das linhas em Goiás (2004/2005) e Mato Grosso do Sul (2005/2006), que podem ser consideradas como o momento do novo processo de expansão da cana-de-açúcar na região, coincidem com a retomada do interesse pelo etanol, a partir do desenvolvimento dos carros bicombustíveis, no país, a partir de 2003.

Percebe-se ainda Goiás foi superior ao estado de Mato Grosso do Sul em termos de área plantada ao longo de todo o período analisado. O Mato Grosso em alguns pequenos períodos se sobrepôs a Goiás. Em períodos um pouco mais longos a Mato Grosso do Sul, mantendo-se superior a este estado entre os anos de 1993 a 2006, no entanto, após este período manteve-se abaixo de ambos os estados em relação à área plantada.

O expressivo crescimento do cultivo da cana-de-açúcar em MS e GO, nos últimos anos, é destaque frente a todos os outros estados brasileiros produtores. Tal afirmação pode ser constante nos dados apresentados na Tabela 3, que revela as taxas de crescimento da quantidade produzida de cana-de-açúcar (em toneladas) no Brasil e nos principais estados produtores, em três períodos de análise: de 1990 a 2003, de 2003 a 2014, e, por fim, de 1990 a 2014.

Tabela 3 - Taxas de crescimento (%) da produção (toneladas) da cana-de-açúcar, por regiões, por período.

	Sigla	1990/2003	2003/2014	1990/2014
Brasil	BR	51%	86%	181%
Goiás	GO	87%	437%	906%
Mato Grosso do Sul	MS	115%	388%	950%
Mato Grosso	MT	383%	30%	527%
Minas Gerais	MG	19%	242%	305%
Paraná	PR	172%	50%	309%
São Paulo	SP	65%	76%	191%
Alagoas	AL	4%	5%	10%
Pernambuco	PE	-19%	-17%	-32%

Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

É possível perceber que, no primeiro período de análise (13 anos), a expansão nacional foi de 51%, tendo Mato Grosso e Paraná, como os estados mais representativos em taxas de crescimento, respectivamente 383% e 172%. Ao considerar a nova fase de expansão, de 2003 a 2014 (11 anos), que ocorre após o advento do carro bicomcombustível, a expansão nacional alcança 86%, sendo GO e MS os estados que mais cresceram em produção, respectivamente, 437% e 388%.

Considerando o período maior de 1990 a 2014, verifica-se que as expansões mais expressivas também ocorreram no Centro-Oeste (principal fronteira agrícola da cana), com destaque para os estados de GO e MS, 906% e 950%, respectivamente. Os estados da região sudeste (PR, MG e SP) apresentaram uma média um pouco superior a nacional, e os estados produtores do Nordeste, Alagoas e Pernambuco, apresentaram crescimento ínfimo e decréscimo, respectivamente.

4.2 Caracterização do cultivo da cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul e em Goiás

A expansão canavieira no estado de Mato Grosso do Sul é recente. Alguns fatores atraíram elevado capital das agroindústrias do setor sucroalcooleiro para esse estado, promovendo um novo movimento de expansão. Um dos principais fatores foi o preço da terra, com valores de compra e arrendamento bem menores quando comparados aos preços praticados no estado de São Paulo.

Outros importantes fatores que também contribuíram para a expansão foram os incentivos fiscais; a proximidade com importantes centros consumidores; a topografia plana; o clima favorável ao cultivo; créditos rurais facilitados; apoio dos institutos de pesquisa tecnológicos agropecuários e poucos embates por parte dos principais movimentos sociais (DOMINGUES; THOMAZ JÚNIOR, 2012).

O estado de Mato Grosso do Sul está dividido em quatro Mesorregiões Geográficas, conforme se pode visualizar no Mapa 1, participou com 5,9% do total de área plantada de cana-de-açúcar brasileira em 2014. Destaque deve ser dada para a Mesorregião Sudoeste, que concentrou 73% de toda produção de cana-de-açúcar do estado, no ano de 2014 (IBGE 2015).

Mapa 1 - Mesorregiões do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil



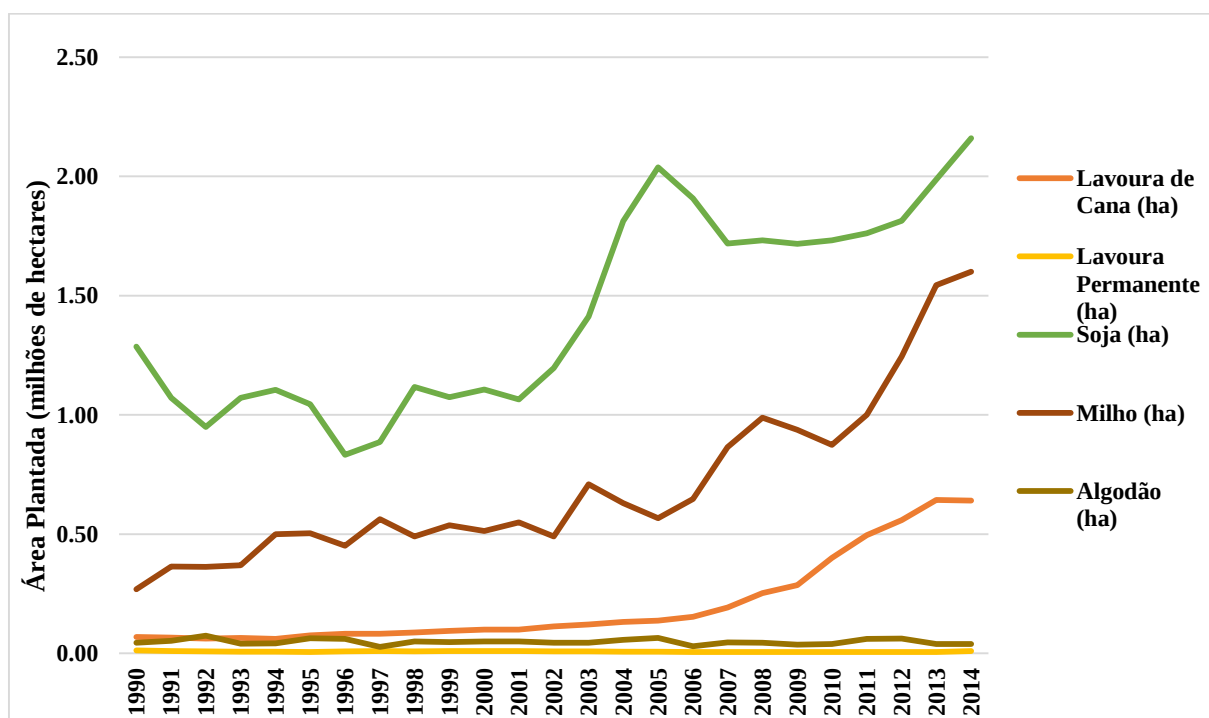
Fonte: elaborado pelo autor

A expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar no estado de Mato Grosso do Sul sofreu grande expansão a partir de 2005. Em 2014, essa atividade já representava aproximadamente 15% da área agrícola do estado, atrás apenas das culturas da soja (46%) e do milho (36%).

De forma a analisar a dinâmica agrícola no estado de Mato Grosso do Sul, foram sistematizados os dados referentes à evolução das áreas para lavouras permanentes, além da cana-de-açúcar, de soja, milho e algodão, conforme se pode verificar no Gráfico 4.

Ressalta-se que o crescimento da área de milho, a partir de 2010, é resultado do aumento do cultivo do milho safrinha que utiliza, de forma intercalada, a mesma área de produção de soja.

Gráfico 4 - Evolução da área plantada no Mato Grosso do Sul com lavouras permanentes, cana-de-açúcar, soja, milho e algodão (em hectares), entre 1990 e 2014.



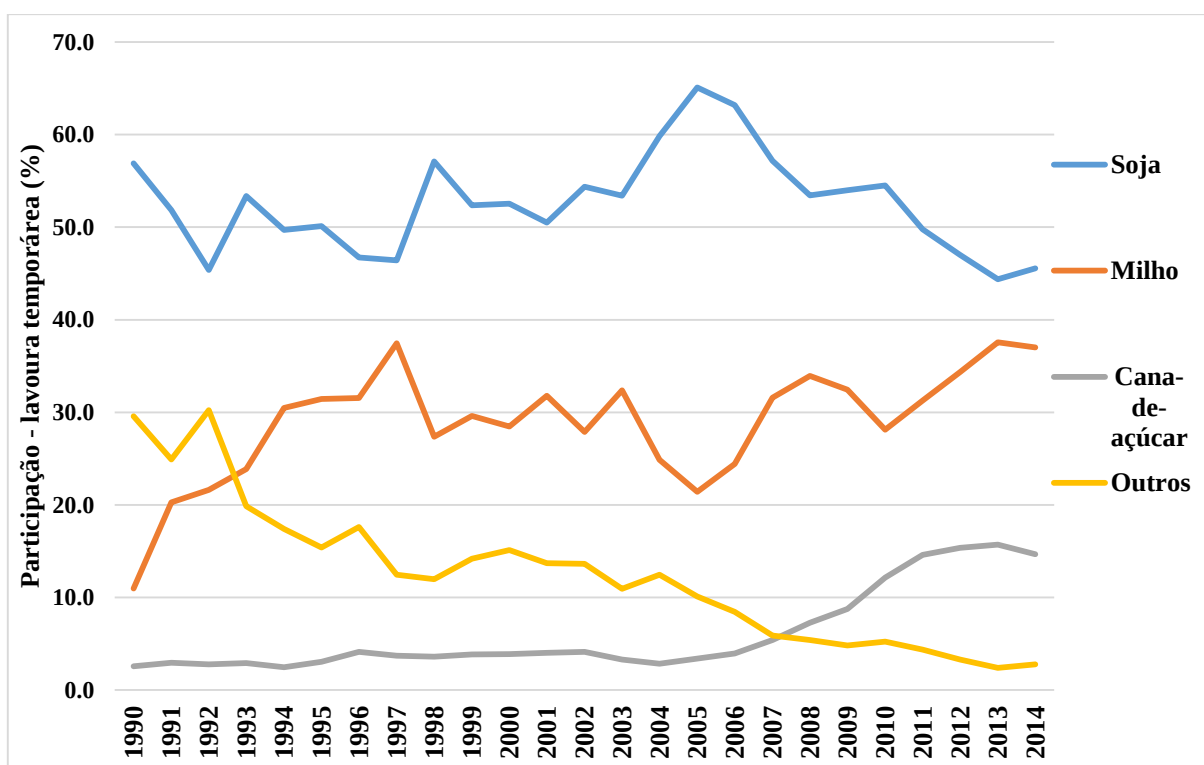
Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

Buscando compreender de forma mais aprofundada essa dinâmica, definiu-se como espaço de análise a Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, por ser essa a região produtora canavieira mais representativa do estado.

Nesta Mesorregião estão englobados 38 municípios que abragem uma área 82.428 km² e que estão distribuídos em quatro Microrregiões: Alto Araguaia; Primavera do Leste; Rondonópolis e Tesouro.

O Gráfico 5, revela a dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação da área (%), no período entre 1990 e 2014. Conforme se pode observar o forte crescimento da participação em área da cana-de-açúcar na Mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul ocorre em detrimento da participação da área de soja.

Gráfico 5 - Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, entre 1990 e 2014.

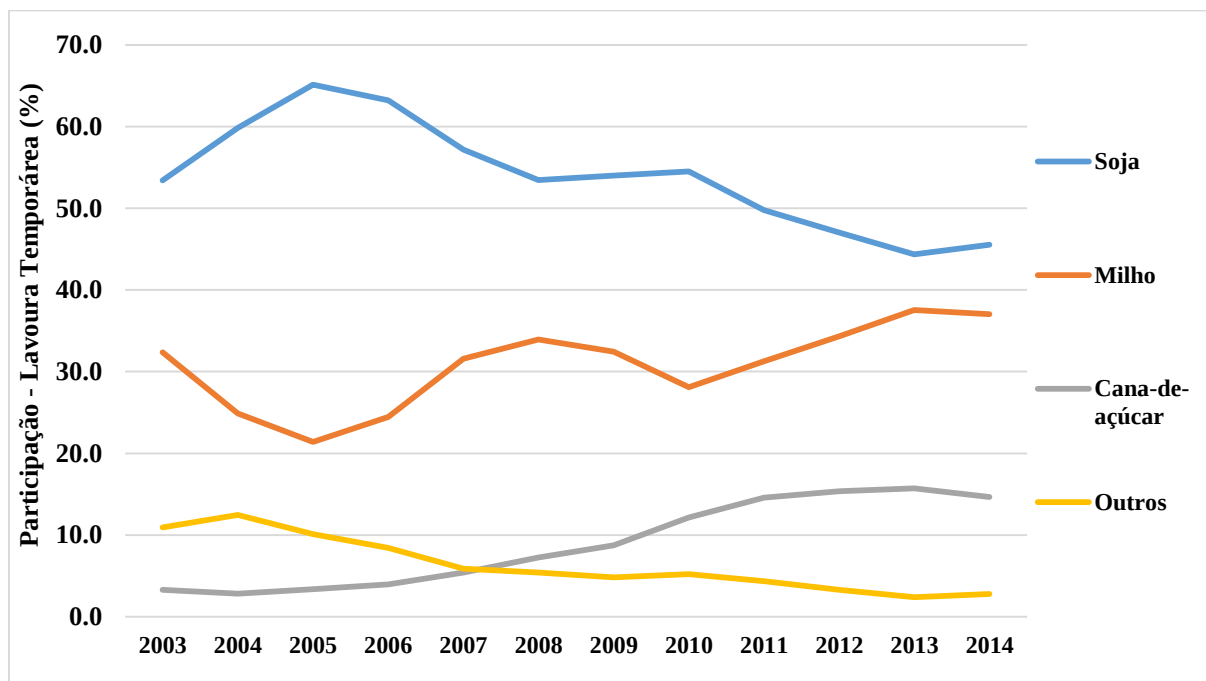


Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

Como se discutiu, o período de maior relevância da expansão da cana-de-açúcar deu-se após 2003, em decorrência dos carros *flex fuel*. Para destacar a dinâmica das culturas temporárias, foi feito um recorte no período entre 2003 e 2014, conforme apresentado no Gráfico 6.

Dentre as culturas escolhidas para a comparação estão a soja e o milho por estas serem produções representativas para a região de análise.

Gráfico 6 - Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sudoeste de Mato Grosso do Sul, entre 2003 e 2014



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

No que se refere a “outros” estão incluídas as culturas de algodão, mandioca e feijão (mais representativas para o estado de Mato Grosso do Sul, no entanto, pode-se observar que apresentam participação muito pequena na produção).

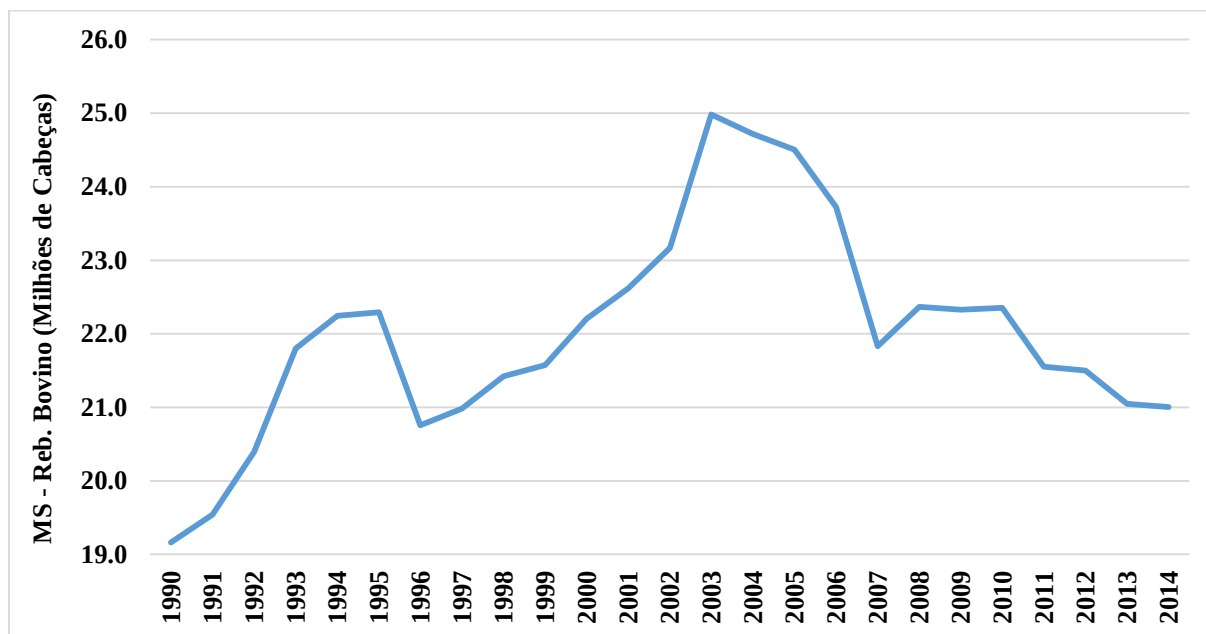
No período de análise, afere-se que a participação da cultura canavieira passa de 3,3%, em 2003, para 14,7%, em 2014. Já a cultura da soja que chegou a representar 65,1% da área, decresceu para 45,5%, em 2014.

Buscando analisar um possível impacto da expansão da cana-de-açúcar sobre as áreas de pastagens, foram analisados os dados referentes à evolução do rebanho bovino do estado de Mato Grosso do Sul, no período de 1990 a 2014 (Gráfico 7).

Percebe-se que, a partir de 2003, houve uma redução do rebanho bovino no estado, também coincidindo com o avanço do cultivo da cana-de-açúcar. Entre 2008 e 2010, o rebanho se estabiliza, em um patamar 10% menor que o do plantel anterior e a partir de 2011 inicia redução do rebanho.

Evidencia-se que a evolução do rebanho bovino para o estado do Mato Grosso do Sul, conforme se pode verificar no Gráfico 7, sofreu períodos de crescimento e outros de decréscimo bastante acentuados, sendo que o maior período de queda se dá, justamente após 2003, quando há o advento do motor *flex fuel*.

Gráfico 7: Evolução do rebanho bovino para o estado de Mato Grosso do Sul, em milhões de cabeças, entre 1990 e 2014.



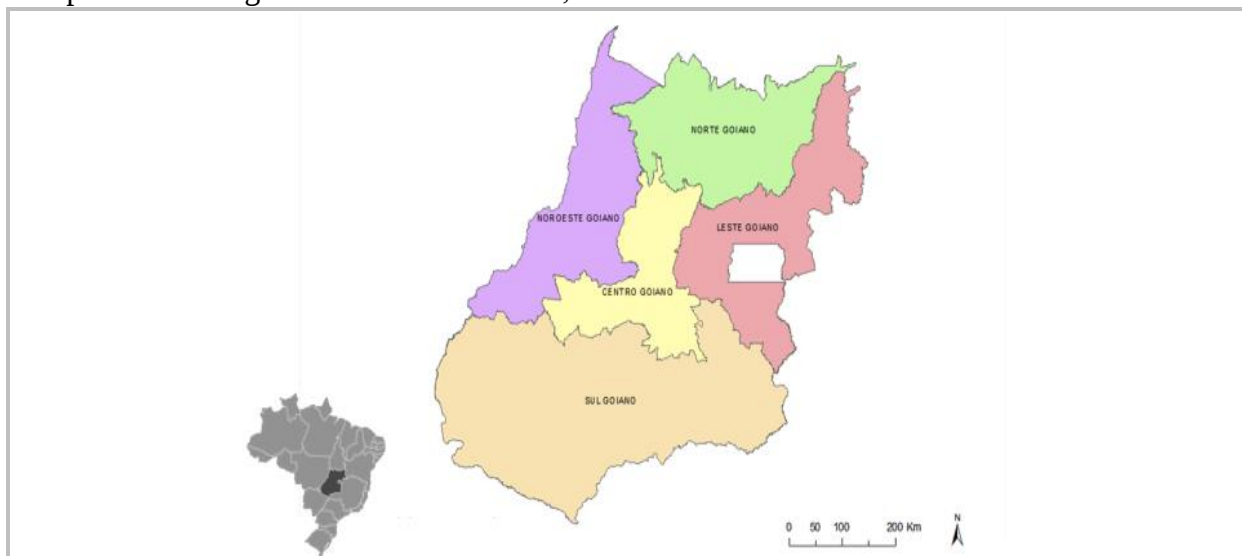
Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

Nesse contexto, pode-se supor que a expansão da cultura da cana em Mato Grosso do Sul deu-se por meio da substituição de áreas de importantes atividades agropecuárias do estado, como a soja, o milho e a pastagem, essa última utilizada para a criação extensiva de bovinos.

O estado de Goiás participou, em 2014, com 9,4% de toda área plantada com cana-de-açúcar brasileira. O estado é dividido em cinco Mesorregiões Geográficas: Norte Goiano; Nordeste Goiano; Centro oeste Goiano; Leste Goiano e Sul Goiano (Mapa 2). O destaque do estado de Goiás fica com a Mesorregião do Sul Goiano, que abrange 82 municípios em uma área de 131.640 km².

A Microrregião do Sul Goiano é composta de seis Microrregiões, quais sejam: Catalão; Meia Ponte; Pires do Rio; Quirinópolis; Sudoeste de Goiás e Vale do Rio dos Bois. No entanto, a Microrregião de Quirinópolis, integrante do Sul Goiano, tem relevância dentre da Macrorregião citada, uma vez que abriga um total de sete usinas e, portanto, grande parte da produção do estado. Tal Microrregião integra o chamado polígono da cana, juntamente com o leste do Mato Grosso do Sul e o Sudeste do Matogrosso (CASTRO; ABDALA; BÔRGES, 2010).

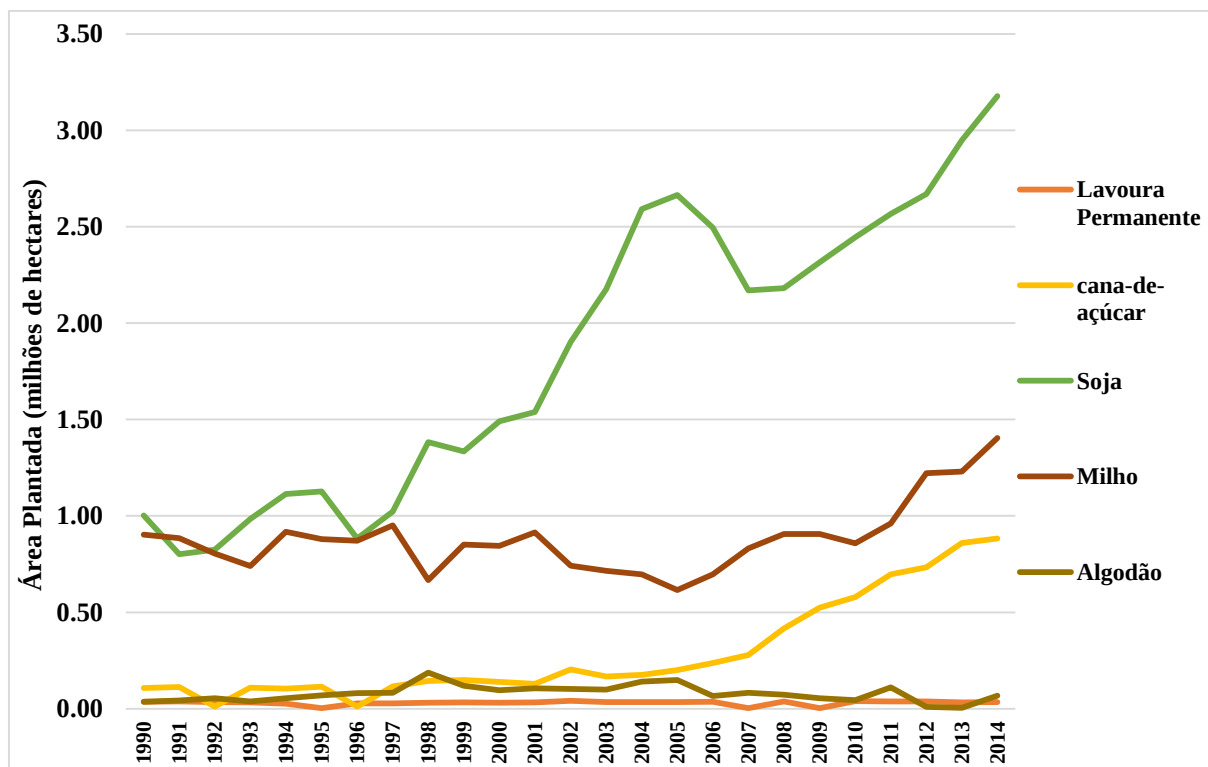
Mapa 2: Mesorregiões do estado de Goiás, Brasil.



Fonte: elaborado pelo autor

Assim como se apresentou para MS, se faz a comparação da evolução entre as lavouras permanentes para GO (Gráfico 8).

Gráfico 8: Evolução da área plantada de lavouras permanentes, da cana-de-açúcar, da soja, do milho e do algodão (milhões de hectares) em Goiás, entre 1990 e 2014.



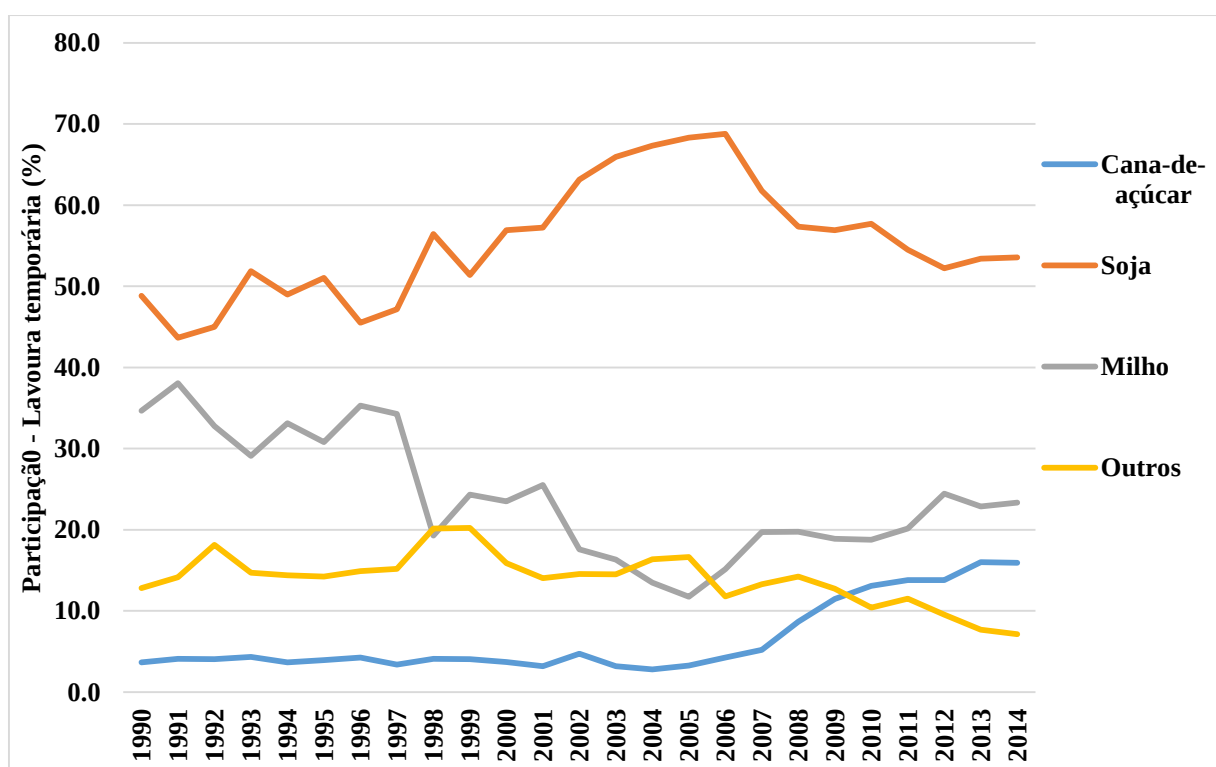
Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

Verifica-se que as culturas temporárias, como soja, milho e cana-de-açúcar preponderam no território do estado de Goiás. As lavouras permanentes representam menos de um por cento atividades agrícolas.

Da mesma forma que no estado de Mato Grosso do Sul, a área da cultura da soja é a mais representativa do estado Goiano, seguido pelo cultivo do milho. O cultivo da cana-de-açúcar apresentou, a partir de 2005, um forte e rápido processo de expansão no estado. Em 2014, essa atividade já representava 15,9% da lavoura temporária do estado, atrás apenas das culturas da soja (53,6%) e do milho (23,3%).

Ao analisar a Mesorregião do Sul Goiano, a mais representativa produtora de cana-de-açúcar do estado, tem-se uma análise mais direcionada. O Gráfico 9 apresenta a dinâmica das atividades agrícolas temporárias nessa mesorregião.

Gráfico 9: Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sul Goiano, entre 1990 e 2014.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

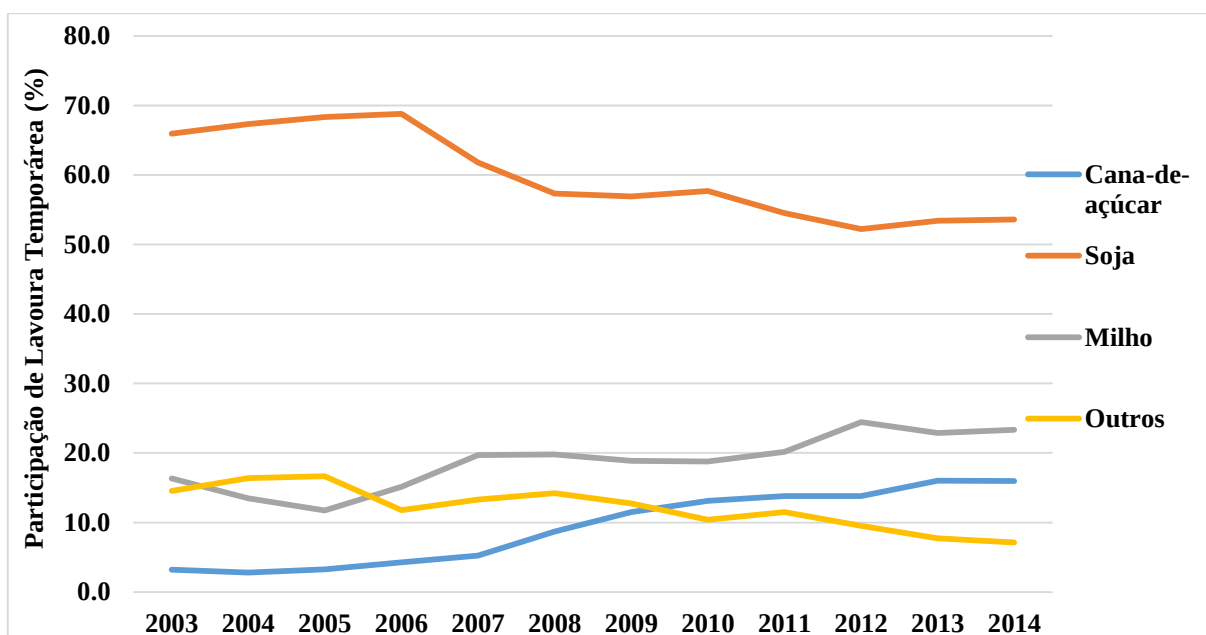
Na análise dessa dinâmica, evidencia-se a relação direta entre a expansão da cultura da cana-de-açúcar e o decréscimo da participação da cultura da soja na região.

Assim como foi feito para Mato Grosso do Sul, o Gráfico 10 refere-se ao período “pós 2003”, ano de forte retomada da cultura canavieira em função do advento dos veículos bicompostíveis.

Enquanto a participação canavieira subiu de 3,2%, em 2003, para 15,9%, em 2014; o cultivo da soja sofreu uma queda, no mesmo período de 66% para 53,6%, conforme pode-se constatar no Gráfico 10. O decréscimo da soja não foi tão grande quanto no Mato Grosso do Sul (Gráfico 9).

No que se refere a outros estão incluídas as culturas de algodão, sorgo e feijão (mais representativas para o estado de Goiás, no entanto, pode-se observar que apresentam participação muito pequena na produção e apresentam tendência de queda com o crescimento da cultura da cana-de-açúcar).

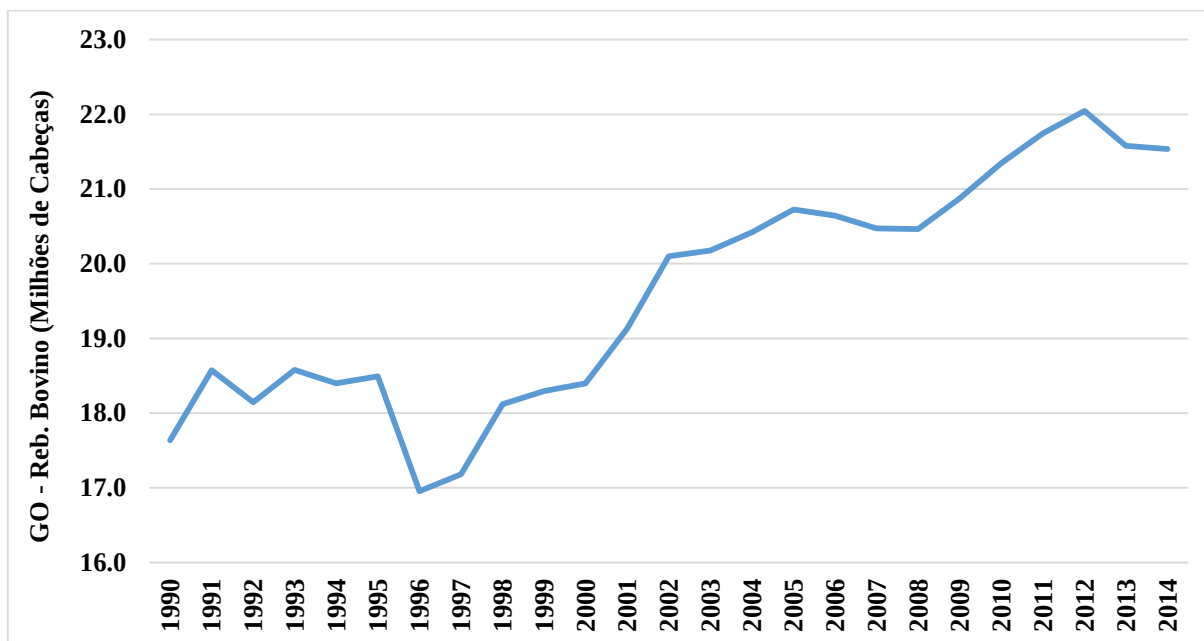
Gráfico 10 - Dinâmica agrícola das culturas temporárias, em participação (%), na Mesorregião do Sul Goiano, entre 2003 e 2014.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

Buscando analisar um possível impacto da expansão da cana-de-açúcar nas áreas de pastagens no estado de Goiás, foram analisados os dados referentes à evolução do rebanho bovino, no período compreendido entre 1990 e 2014 (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Evolução do rebanho bovino do estado de Goiás em milhões de cabeças, entre 1990 e 2014.



Fonte: elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2015)

Verifica-se que o rebanho bovino no estado de Goiás apresenta um comportamento crescente, em praticamente todo o período de análise. Considerando o período pós 2003, utilizado nas análises dessa pesquisa, tem-se um aumento significativo de 10% do plantel Goiano.

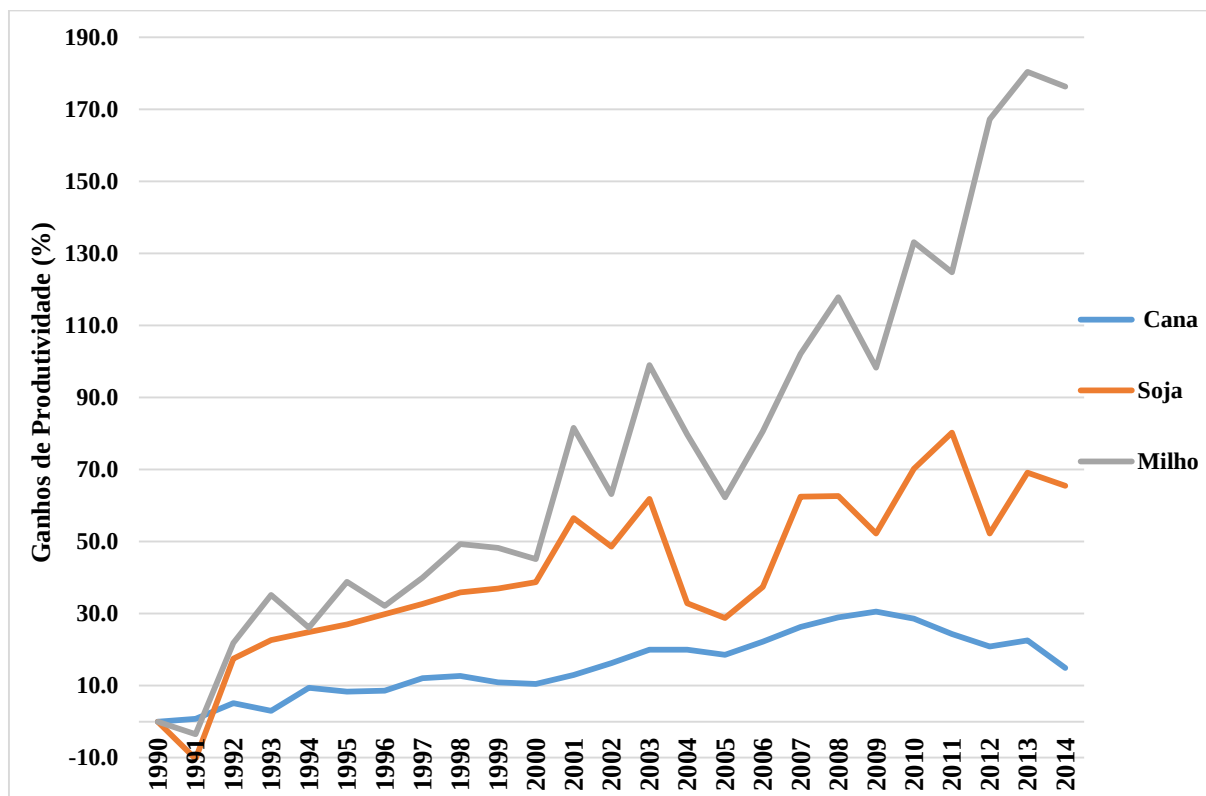
Portanto, entende-se que a expansão da cultura canavieira no estado de Goiás ocorreu, predominantemente, pela substituição de áreas agrícolas, sobretudo das áreas destinadas à soja, principalmente, na Mesorregião do Sul Goiano.

4.3 Análise da produtividade da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

Buscando avaliar a evolução da produtividade da cana-de-açúcar no Brasil, comparou-se o desempenho da mesma com outras importantes culturas agrícolas, para um período entre 1990 e 2014. Os ganhos de produtividade foram calculados, tomando-se 1990 como ano base.

Observa-se que, além de apresentar ganhos de produtividade bem menores do que as outras culturas, o desempenho agrícola da cana apresenta uma tendência de queda nos últimos anos (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Ganhos de produtividade da cana-de-açúcar em percentual, da soja e do milho no Brasil, base 1990.



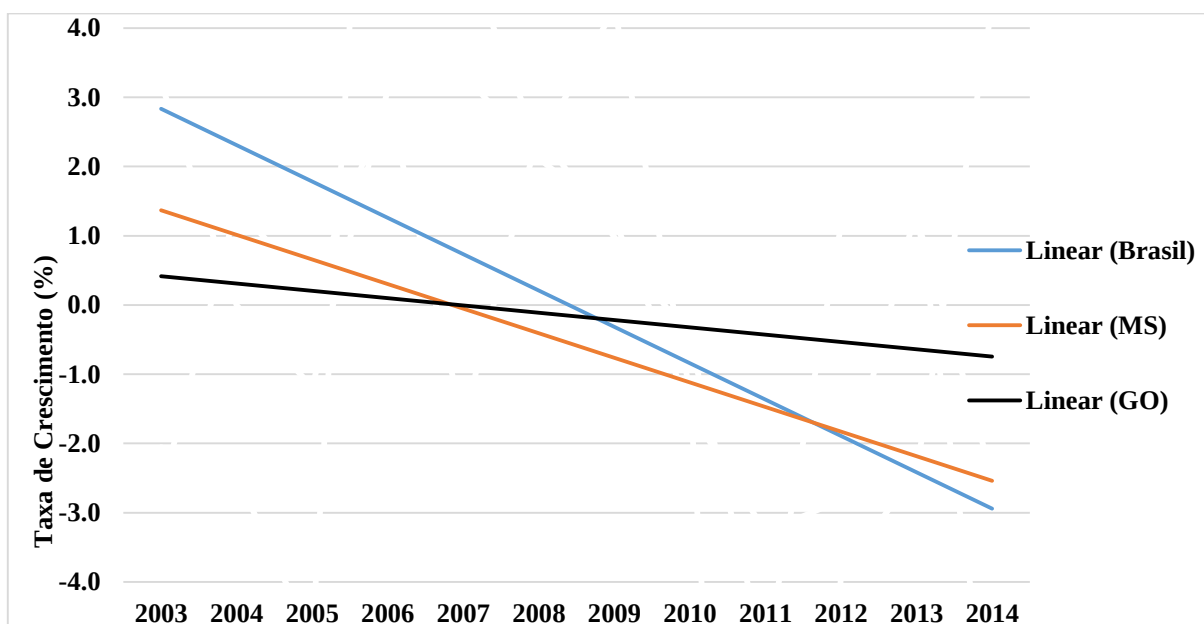
Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2015)

Esse comportamento pode ainda ser discutido, quanto à análise da variação da taxa de crescimento da produtividade da cana-de-açúcar. Por meio do Gráfico 13, que revela as linhas de tendência (regressão linear) das taxas de crescimento anual da produtividade da cana (%) do Brasil, MS e GO, entre 2003 e 2014, pode-se verificar como se apresenta tal tendência comparativamente entre os estados analisados e entre estes e o Brasil.

As linhas de tendência evidenciam, na última década, a ocorrência de taxas decrescentes de produtividade no cultivo da cana-de-açúcar. Embora haja diferenças de magnitude, as regiões de GO e MS apresentam um comportamento de queda.

Considerando que o recente processo de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Centro-Oeste ocorreu por meio de um sistema produtivo mais moderno, em regiões de fronteira agrícola, num contexto de acesso à tecnologia advindo de uma trajetória de pesquisa no país, o desempenho do cultivo da cana-de-açúcar é uma questão importante a ser analisada cientificamente.

Gráfico 13 - Linhas de tendência (regressão linear) das taxas de crescimento anual da produtividade da cana (%) do Brasil, MS e GO, entre 2003 e 2014.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2015)

A linha de tendência da taxa de crescimento brasileira, tem sido mais inclinada negativamente que a do estado de GO e, a partir de 2012, que a apresentada pelo estado de MS também. Sendo GO, com linha de tendência menos acentuada, o que significa que sua taxa de crescimento tem decrescido menos que MS e também que o Brasil.

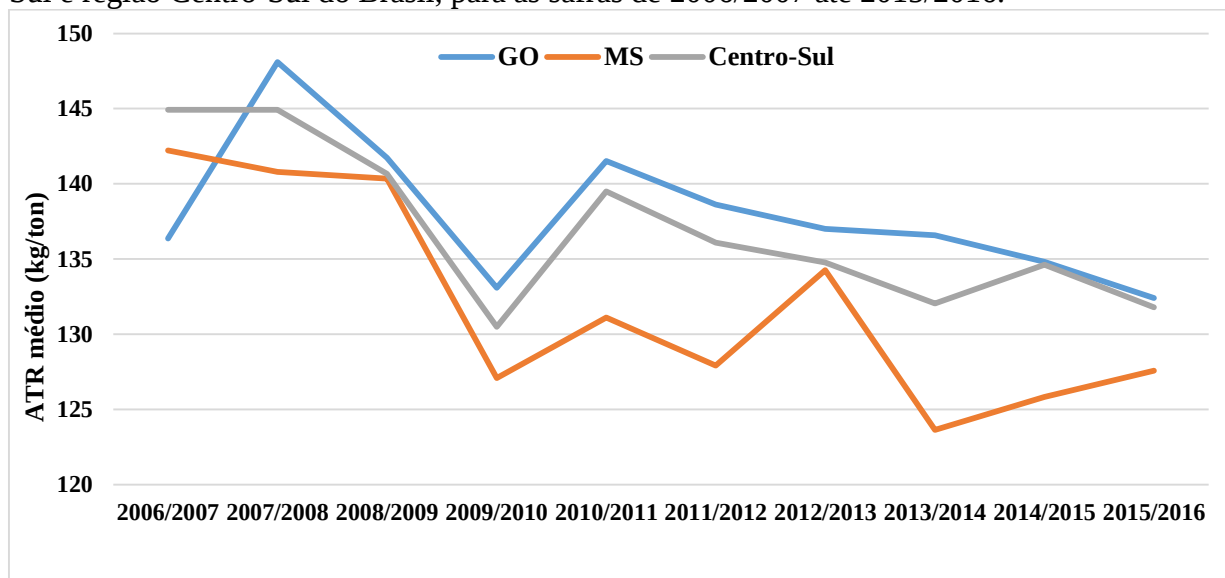
4.4 Evolução de ATR dos estados de GO e MS

Outra forma de se analisar a produtividade da cultura de cana-de-açúcar é por meio da evolução dos valores médios de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR), por toneladas de cana (ATR/ton).

Esta pesquisa analisou a evolução por ATR para os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e da Região Centro-Sul do Brasil, desde a safra de 2006/2007 a 2015/2016, período que os dados estão disponíveis pelo CTC (2015). É importante ressaltar que tais dados não são públicos e estão disponíveis apenas por meio da área restrita do site do CTC, a partir de login e senha.

O Gráfico 14 apresenta a evolução dos valores ATR médio das safras no período delimitado. Apesar do período de análise estar restrito aos dados fornecidos pelo CTC, ele coincide com o período de maior expansão da cultura canavieira nos estados pesquisados.

Gráfico 14 - Evolução do ATR médio (kg/ton), de cana-de-açúcar em Goiás, Mato Grosso do Sul e região Centro-Sul do Brasil, para as safras de 2006/2007 até 2015/2016.



Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do CTC (2015)

Assim como a produtividade medida por toneladas de cana-de-açúcar por hectare, a produtividade medida por quilograma de ATR por tonelada, também apresenta decréscimo após a safra 2007/2008 até a safra 2015/2016. Os resultados mais expressivos de queda da produtividade são do estado de Mato Grosso do Sul, que apresenta valores abaixo de Goiás e do Centro-Sul em todo o período de análise.

A análise de produtividade para valores de ATR/ton de cana-de-açúcar, para as regiões pesquisadas, conforme apresentadas no Gráfico 14, corroboram com outras análises como de as de Nyko et al. (2013), que analisam a produtividade da cana-de-açúcar por meio de quilogramas de ATR por hectare (ATR/ha), e dizem que o desempenho a partir de 2007, passou a apresentar anos seguidos de redução de produtividade.

4.5 Decomposição da produção de cana em efeito área e efeito produtividade, nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

Para analisar a evolução da produção da cana-de-açúcar, foi utilizado o modelo “Shift-Share”, também conhecido como “Diferencial-Estrutural”. Esse modelo auxilia no entendimento do comportamento da evolução da produção da cana-de-açúcar para o Brasil e para os estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, por meio da decomposição da produção da cana-de-açúcar em dois fatores - efeito área e efeito produtividade.

Os dados da Tabela 4 indicam a taxa de variação da produção de cana-de-açúcar, quando se compara o efeito área em relação ao efeito produtividade.

Tabela 4 – Variação da Produção – Brasil, Goiás e Mato Grosso do Sul, pela decomposição do Efeito Área e Efeito Produtividade, período de 2003 a 2014.

Ano	BRASIL			GOIÁS			MATO GROSSO DO SUL		
	Taxa Variação Produção	Efeito Área	Efeito Produtividade	Taxa Variação Produção	Efeito Área	Efeito Produtividade	Taxa Variação Produção	Efeito Área	Efeito Produtividade
2003	8.68%	5.31%	3.37%	10.57%	13.64%	-3.08%	5.31%	7.52%	-2.21%
2004	4.85%	4.85%	-0.01%	8.47%	6.96%	1.52%	6.00%	8.66%	-2.66%
2005	1.87%	3.09%	-1.22%	11.72%	11.49%	0.23%	-0.61%	4.45%	-5.06%
2006	12.87%	9.47%	3.40%	21.78%	18.30%	3.48%	26.25%	11.65%	14.60%
2007	15.14%	11.41%	3.73%	17.52%	19.53%	-2.01%	31.87%	25.42%	6.45%
2008	17.39%	14.96%	2.43%	47.90%	44.28%	3.62%	34.86%	31.82%	3.04%
2009	7.18%	5.87%	1.31%	31.87%	30.59%	1.28%	18.10%	13.24%	4.85%
2010	3.74%	5.33%	-1.59%	9.92%	10.47%	-0.55%	37.92%	39.66%	-1.73%
2011	2.31%	5.78%	-3.47%	14.38%	20.54%	-6.16%	0.23%	24.14%	-23.91%
2012	-1.76%	1.08%	-2.85%	6.28%	5.06%	1.21%	8.27%	12.67%	-4.40%
2013	6.52%	5.05%	1.47%	18.90%	17.41%	1.49%	12.28%	15.04%	-2.76%
2014	-4.03%	2.72%	-6.74%	0.00%	2.53%	-2.52%	3.87%	-0.43%	4.30%

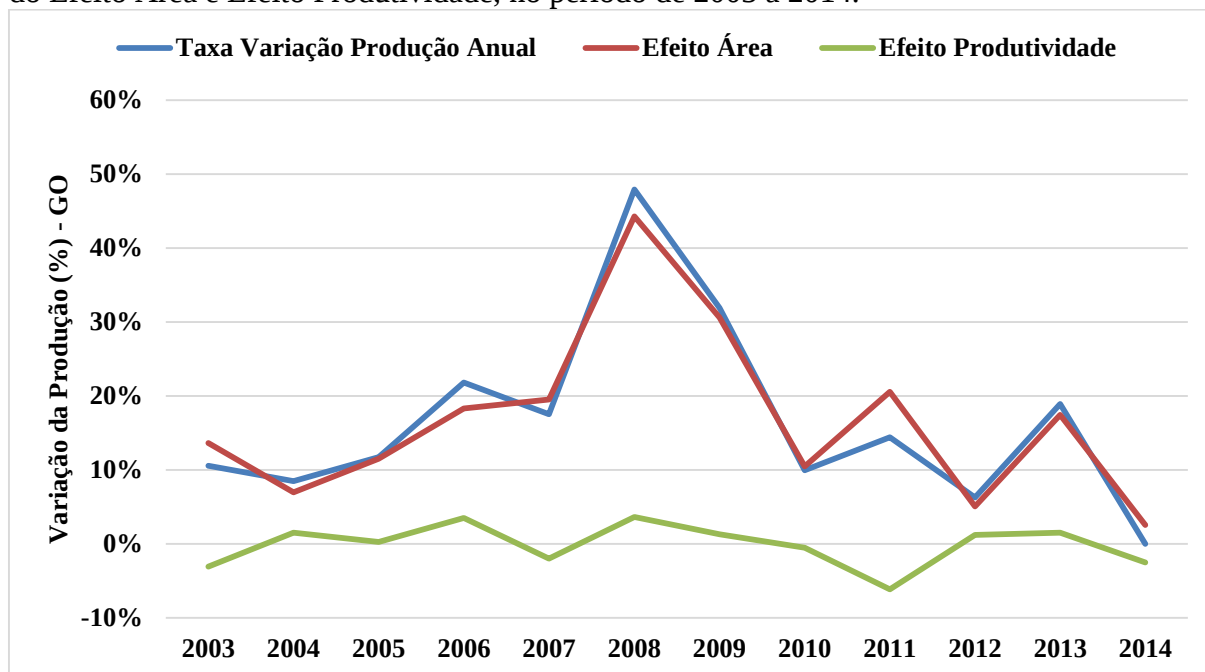
Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2015)

Analisando o comportamento do Brasil para o período de 2003 a 2014, vê-se que grande parte da variação da produção deu-se em função do efeito área, o que significa que a maior parte do aumento da produção foi em função da expansão da cultura (aumento da área plantada).

Para o estado de Goiás, conforme se pode verificar no Gráfico 15, a variação da produção pela decomposição do efeito área e produtividade, também teve como principal influência o efeito área.

O efeito produtividade apresentou pouca influência na variação da produção. Para o período de forte crescimento da produção no estado, no período entre 2007 a 2010, o efeito área apresentou um forte impacto, enquanto a produtividade permaneceu próxima de zero.

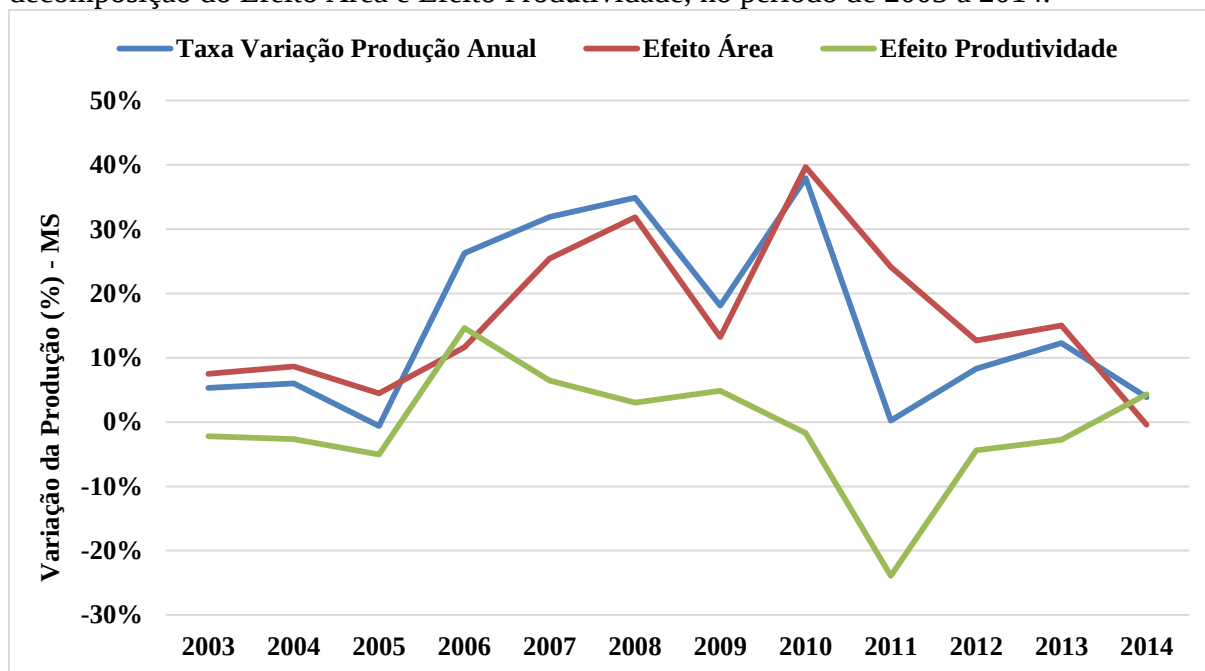
Gráfico 15 – Variação da Produção Anual (%) da cana-de-açúcar em Goiás, pela decomposição do Efeito Área e Efeito Produtividade, no período de 2003 a 2014.



Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2015)

Para o estado de Mato Grosso do Sul (Gráfico 16), observa-se que o efeito área teve grande influência no aumento da produção, já o efeito produtividade, tem pouca influência, e em alguns períodos, teve efeito negativo de -6,16%, puxando a produção para baixo.

Gráfico 16 – Variação da Produção Anual (%) de cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul, pela decomposição do Efeito Área e Efeito Produtividade, no período de 2003 a 2014.



Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2015)

Com esses resultados, pode-se dizer que neste período de análise (2003 a 2014), o crescimento da produção deu-se, em maior parte, pelo efeito do crescimento da área do que da produtividade.

4.6 Análise dos fatores estruturais que afetam a produtividade da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

Como afirmam Nyko et al. (2013), os fatores estruturais relacionados ao desempenho de longo prazo, são os principais condicionantes do baixo desempenho da produtividade agrícola da cana-de-açúcar, tais como a mecanização do plantio e colheita e a adoção de variedades antigas e não adequadas para a região.

No que se refere à adoção da mecanização do processo de plantio e da colheita, o levantamento do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2012) revela grandes avanços na região Centro-Sul do país (Tabela 5).

Tabela 5: Adoção da mecanização (%), na colheita e no plantio, no Centro-Sul, em MS e GO.

	Centro Sul								MS	GO
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012	2012
Colheita mecânica	34,7	36,7	42,8	53,4	60,1	72,8	79,2	85,1	95,0	88,0
Colheita manual	65,3	63,3	57,2	46,6	39,9	27,2	20,8	14,9	5,0	12,0
Plantio mecânico			8,9	24,8	32,6	35,1	47,8	59,6	77,0	90,0

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do CTC (2012)

Entre 2005 e 2012, houve uma total inversão na proporcionalidade do uso de máquinas para o processo de colheita da cana. Esse crescimento demonstra a grande adesão de produtores a essas práticas, visando adequarem-se à legislação ambiental (CTC, 2012).

Confirma-se, pelos dados apresentados na Tabela 5, que os estados de MS e GO tiveram um processo recente de expansão da cana-de-açúcar, apoiado pelo uso imperativo de tecnologia, apresentando uma adesão da mecanização do plantio e da colheita superiores à média nacional e a São Paulo, principal estado produtor.

Se por um lado tal prática evidencia aspectos positivos, como a redução do uso da queima da palha (impactos ambientais e de saúde) e a redução do trabalho manual (impactos econômicos e sociais, principalmente relacionados às condições de trabalho), por outro lado, tem despertado indagações sobre os ganhos produtivos dessa adoção. O uso intensivo da mecanização parece não ter atendido às expectativas de ganho de produtividade da cana-de-

açúcar. Considerada como um dos fatores estruturais que tem impactado negativamente o desempenho agrícola dessa cultura, a mecanização, tanto no plantio, quanto na colheita, tem ocasionado redução do desempenho. Apesar dos custos para a colheita mecanizada serem menores que os apresentados pela colheita manual.

De acordo com Nyko et al. (2013) e Demattê (2012), os sintomas negativos do uso intensivo da mecanização no plantio e na colheita da cana-de-açúcar, são: maior tráfego na lavoura, o que gera maior pisoteamento e, portanto, compactação de solo; corte de base mais alto no colmo da cana-de-açúcar, executado pela colhedora, deixando no solo uma porção nobre da cana, pois na base concentra-se muito açúcar; necessidade da utilização de maior número de mudas, em relação ao plantio manual, entre outras.

Para tratar a influência das variedades da cana-de-açúcar no desempenho da sua produtividade, foram analisados os dados fornecidos pelo relatório do CTC (2012), referentes à adoção de variedades de cana-de-açúcar nas regiões produtoras dos estados de GO e MS, conforme se pode conferir na Tabela 6.

Tabela 6 - Porcentagem (%) da adoção de variedades da cana-de-açúcar em GO e MS, 2012.

Variedade	RB ¹ 86-7515	SP ² 81-3250	RB 83-5486	SP 80-1816	RB 83-5054	RB 85-5453	RB 85-5536	Outras
GO	24%	22%	5%	5%	3%	-	-	41%
MS	24%	16%	-	-	9%	9%	7%	35%

¹ RB – variedade RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro)

² SP – variedade CTC (Centro de Tecnologia Canavieira)

Fonte: elaborado pelo autor, a partir dos dados do CTC (2012)

Apesar dos esforços relacionados à introdução de novas variedades, não têm ocorrido ganhos nos parâmetros de produtividade. Percebe-se, ao observar os dados expostos na Tabela 6, que as intenções de plantio, em ambos os estados, concentram-se nas variedades incrementadas na década de 1980, com destaque para a RB 867515 e SP 81-3250, que foram desenvolvidas para a principal região produtora daquela época, o estado de São Paulo.

De acordo com Demattê (2012), os principais motivos pela insistência em manter as variedades da década de 1980, são: a) o aumento da mecanização da colheita, com todos os benefícios de um lado e injúrias produtivas do outro, que proporciona uma redução na escolha das variedades; b) a proliferação de doenças nas variedades novas que reduz a vida-útil do canavial, assim como a segurança em manter seu plantio.

O Índice de Atualização Varietal (IAV) e o Índice de Concentração Varietal (ICV) para as regiões estudadas corroboram com esse cenário. O IAV é uma medida de difusão

tecnológica, ou seja, avalia o ritmo com que as novas variedades lançadas são absorvidas nos canaviais brasileiros. Esse índice é obtido pela diferença entre o ano atual e o ano de cruzamento da variedade, ponderado pela porcentagem de utilização de cada variedade na região estudada. Do valor obtido são subtraídos 20 anos, que correspondem ao número médio de anos que uma variedade demora para atingir o seu ápice. Para esse índice, são considerados altos e não recomendáveis os valores acima de sete anos, intermediários os valores entre cinco e sete anos e baixos e adequados os valores abaixo de cinco anos.

O ICV busca avaliar o grau de concentração das principais variedades no canavial brasileiro. Esse índice sinaliza o grau de dependência do canavial em relação às principais variedades utilizadas e, consequentemente, os riscos associados a essa dependência, obtido com base na participação percentual das três principais variedades na região estudada (CTC, 2012).

São considerados altos e não recomendados os valores de ICV superiores a 50%, valores entre 40% e 50% são considerados intermediários e valores menores que 40% são considerados baixos e ideais (CTC, 2012). A Tabela 7, apresenta tais indicadores para os estados de GO e MS, bem como para a região Centro-Sul.

Os altos valores de IAV, acima de sete anos, revelam um ritmo mais lento de substituição de canaviais por variedades mais modernas e com maior potencial produtivo; ou seja, os produtores de GO e MS estão utilizando variedades antigas e com menor nível de produtividade.

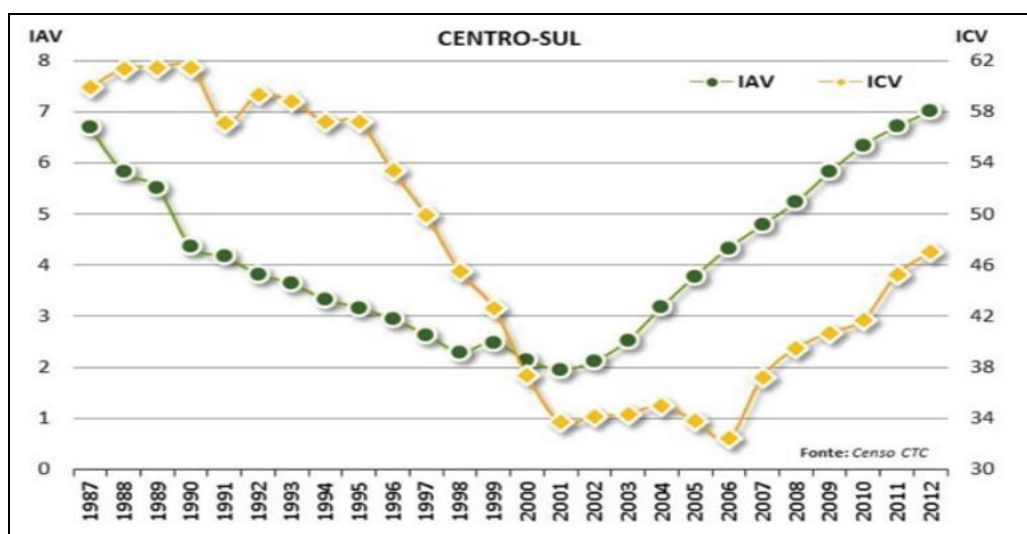
Tabela 7 - Valores de IAV (anos) e ICV (%), em GO, MS e região Centro-Sul, 2012.

Região	IAV (anos)	ICV (%)
Goiás	7,4	51,0%
Mato Grosso do Sul	7,8	49,0%
CENTRO-SUL	7,0	47,0%

Fonte: elaborado pelo autor, a partir dos dados do CTC (2012)

O ICV revela a porcentagem da área cultivada em GO e MS a partir das três principais variedades em 2012. Percebe-se que cerca de 50% da área cultivada estão concentradas em poucas variedades. Esse comportamento não é exclusivo dos estados estudados. De acordo com o Gráfico 17, toda a Região Centro-Sul tem apresentado padrão crescente de concentração e do tempo de atualização varietal dos canaviais

Gráfico 17 - Evolução do IAV e do ICV na média dos estados da região Centro-Sul, 2012.



Pode-se perceber que desde o início da década de 2000, quando o setor sucroenergético acelerou seu ritmo de expansão, a concentração varietal cresceu de forma significativa nos canaviais da região Centro-Sul, passando de baixa concentração e elevada diversificação de variedades, para uma situação bastante deteriorada, mais suscetível à novas doenças e fortes variações climáticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que o processo de expansão da cana-de-açúcar nos estados de MS e GO teve um aumento expressivo de suas produções, muito em função do efeito área e pouco em função do efeito produtividade. Verificou-se que fatores estruturais de base tecnológicas influenciaram essa expansão e que fatores como a mecanização e o uso das variedades da cana-de-açúcar, têm influência direta na produtividade da cultura analisada.

É relevante ressaltar que a análise teve como base dois fatores estruturais, considerados como mais importantes para os objetivos propostos; entretanto, reconhece-se que outros fatores, tanto estruturais quanto conjunturais, também afetam o ritmo de crescimento da produtividade.

Fica evidente a importância do recorte geográfico adotado neste artigo para os estados de MS e de GO que passaram a ter, na última década, relevância para o cenário nacional

da cana-de-açúcar. Tal destaque deve-se ao fato de serem os estados com maiores índices de crescimento, tanto em plantio, quanto em produção, acima dos índices de São Paulo e do Brasil. A região Centro-Oeste, desde 2008, passou a ser a segunda região mais expressiva em volume de produção, e a partir de 2010 em área plantada da cana-de-açúcar do Brasil.

Esse crescimento expressivo do volume de produção é consequência, em grande parte do efeito área, ou seja, pelo aumento da área plantada, do que pelo efeito da produtividade. O que fica claro que há uma margem para o crescimento da produtividade no cultivo da cana-de-açúcar nas regiões pesquisadas. O que corrobora com as análises de baixa produtividade discutidas a seguir.

Ao se comparar o desempenho das taxas de crescimento da cana-de-açúcar com outras *commodities* agrícolas, como a soja e o milho, verifica-se estagnação da cana frente às demais. Também fica evidente a tendência decrescente, nos últimos 11 anos (2003 a 2014), da produtividade dessa cultura em nível nacional, bem como para Goiás e Mato Grosso do Sul.

As análises indicam que há um ritmo muito lento de renovação dos canaviais, quando, teoricamente, deveriam estar usando variedades mais modernas e com maior capacidade produtiva. Revelam ainda, elevadas concentrações em poucas variedades cultivadas. Os resultados confirmam o alto índice de concentração de variedades utilizadas nos dois estados analisados. Essas variedades podem ser consideradas como antigas, pois são resultantes de pesquisas desenvolvidas na década de 1980. Destaca-se ainda que nenhuma das variedades utilizadas nesses dois estados foram desenvolvidas para a região do Cerrado.

Pressupõe-se que investir em pesquisas que possam introduzir variedades adequadas às novas exigências da atividade, bem como adaptadas para as condições edafoclimáticas de MS e GO, fronteira agrícola da cana, seria fundamental para proporcionar índices de produtividade em ritmo crescente para os próximos anos.

O outro fator estrutural analisado foi a mecanização, tanto do plantio, quanto da colheita da cultura da cana-de-açúcar. Em 2012, para o plantio mecanizado, os valores são considerados altos, 77% para MS e 90% para GO. Para a colheita, o destaque fica com MS, com 95% das áreas colhidas por máquinas, e GO com 88% (CTC, 2012).

A alta adoção da mecanização, não se deu somente em atendimento às leis para a eliminação da queimada antes da colheita. A grande adesão dos produtores de MS e GO pela mecanização, pode ser explicada também por outros fatores que vão além da proibição das queimadas e do menor custo com a colheita mecanizada, tais como: a necessidade de assegurar a rápida expansão da cultura da cana-de-açúcar, puxada pelo crescimento da demanda por

etanol após a retomada dos veículos *flex* (bicom bustíveis); a expansão ter ocorrido em terrenos extensos e planos, o que facilita a utilização da mecanização; maior dificuldade de conseguir mão de obra; leis trabalhistas mais exigentes, entre outros.

Outro ponto importante a ser destacado é que a expressiva expansão da cultura da cana-de-açúcar a partir de 2003, nos estados estudados, interferiu significativamente nas mais importantes lavouras de grãos cultivadas na região – a soja e o milho. Tal afirmação é possível ao passo que se observa que o período de maior crescimento da área de lavoura da cana-de-açúcar, coincide com a redução das áreas das lavouras do milho e da soja.

O avanço da área da lavoura da cana, também traz marcante interferência na evolução do rebanho bovino nos estados de GO e MS. Para o estado de Mato Grosso do Sul é ainda mais forte, pois além de não crescer, a pecuária bovina ficou em patamares inferiores aos obtidos no ano de 2003. Portanto, pode-se dizer que, o expressivo avanço da cana-de-açúcar nos estados de Goiás e de Mato Grosso do Sul, ocorreu, em grande parte, em função da substituição de áreas agrícolas, principalmente destinadas aos grãos, assim como em áreas de pastagens.

Todavia, este grande avanço para as regiões pesquisadas não se deu de forma eficiente. Esse cenário aponta para necessidade de investimentos em diversas áreas do conhecimento – tecnologia, transporte, máquinas, biologia, melhoramento genético, climatologia, fisiologia, entre outros. Um indicativo desta pesquisa é que o investimento em variedades que resistam melhor a intensivos sistemas de plantios e colheita mecanizada, deverá ser a tônica das pesquisas e das tecnologias geradas para garantir um ritmo crescente da produtividade da cana-de-açúcar no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2015: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2015.

AGUIAR, F. Gotejamento enterrado é novidade na irrigação da cana. **Agrianual**, São Paulo, p.256-7, 2002.

ALVES, F.J. C. **Modernização da agricultura e sindicalismo**: lutas dos trabalhadores assalariados rurais da região canavieira de Ribeirão Preto. 1991. 347 f. Tese (Doutorado) Instituto de Economia da Unicamp, Campinas, 1991.

ANDRADE, M. C. de. **Modernização e pobreza**: a expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico social. São Paulo: Editora da UNESP, 1994.

ANHESINI, J. CAMARA, M. R. G.; SEREIA, V. J; SHIKIDA, P. F. A. Sistema Agroindustrial Canavieiro no Brasil no período 1990/2010. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, p. 867-878, 2013.

ARAÚJO, A. C.; CAMPOS, R. T. Análise da evolução do valor da produção de cacau no estado da Bahia. SOBER - O Agronegócio Brasileiro: Desafios e Perspectivas. **Publicação da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, SUPREMA, p. 1029-1039, 1998.

BARBOSA, A. S.; GOMES, H.; TEIXEIRA NETO, A. **Geografia Goiás-Tocantins**. Goiânia: Editora UFG, 1993.

BRUINSMA, J. World agriculture: towards 2015/2030. **FAO perspective**. Earthscan Publications Ltd, 2003.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira1/Decurrent impacts of the agriculture modernization in Brazil. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, v. 1, n. 2, 2006.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 300-308, 2006.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar. In: CORTEZ, **LAB Bioetanol de cana-de-açúcar**, v. 1, p. 451-475, 2010.

CARVALHO, E. P. Formulação de uma estratégia para garantir o aumento da produção. In: SEMINÁRIO UMA ESTRATÉGIA PARA O ETANOL BRASILEIRO. Rio de Janeiro: Casa do Brasil, 2006.

CARVALHO, K. H. A.; SILVA, M. L.; SOARES, N. S. Efeito da área e da produtividade na produção de celulose no Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1119-1128, 2012.

CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; BÔRGES, V. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no Estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 1, p. 171-191, 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2014. 2 v. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_18_03_00_perspectivas_2014-15.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2015.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2011.

COSTA, R. M.; CHRYSOSTHEMOS, R. N.; ALVES, F. J. da C. Aspectos históricos e políticos da expansão dos Pólos Agroindustriais da cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande-MS: SOBER, 2010. p. 00.

CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Taxas de ATR**. 2015. Disponível em <<http://www.ctcanavieira.com.br/arearestrita.html>> acessado em 28 nov. 2015.

CTC - CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Censo Varietal e de Produtividade em 2012**. Disponível em <<http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/Censo2012.pdf>> Acessado em 22 fev. 2015.

DA FONSECA, R. G. **O paradoxo cambial e as exportações brasileiras**. Rio de Janeiro: PUCRJ, 2002.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 516-524, 2008.

DEMATTE, J. L. I. Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for Brazilian conditions. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 1, p. 111-117, jan./mar. 2014.

DEMATTE, J. L. I. Variedades de cana estão devendo. **Idea News Cana & Indústria**, ano 11, n. 141, p. 16-24, ago. 2012.

DOMINGUES, A. T.; THOMAZ JÚNIOR, A. A territorialização da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 34, p. 138-160, 2012.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual Técnico. 2013. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/981777/1/INT114.pdf>> Acesso em 20 nov. 2014.

FEDERICO, G. **Feeding the world: an economic history of agriculture, 1800-2000**. Princeton University Press, 2005.

FERRAZ, F. M.; BRUNINI, O.; CARVALHO, J. P. de; BRUNINI, A. P. C. Potencialidade da cana-de-açúcar. **Agrianual 2007**, FNP: São Paulo, p.23-28, 2007.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. **Land Use Policy**, v. 36, p. 595-604, 2014.

FRANCO, J. L. A. Natureza no Brasil: ideias, políticas, fronteiras (1930 a 1992). In: SILVA, L. S. D. da (Org.). **Relações cidade-campo: fronteiras**. Goiânia: Ed. da UFG, p. 129-143, 1992.

GRANCO, G.; CALDAS, M. M.; BERGTOLD, J. S.; SANT'ANNA, A. C. Exploring the policy and social factors fueling the expansion and shift of sugarcane production in the Brazilian Cerrado. **Geo Journal**, p. 1-18, 2015.

GALVANI, E.; BARBIERI, V.; PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N. A. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agricola**, v. 54, n. 1-2, p. 62-68, 1997.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. R.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: IPEA, 2004. (texto para Discussão 1.017).

GAVA, C. J. G.; TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 491-498, 2007.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a Sustainable Energy Future. **Science**, v. 315, p. 808-810, 2007.

GONÇALVES NETO, W. **Estado e Agricultura no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1997.

GRAZIANO NETO, F. **Questão Agrária e Ecologia: Crítica da Agricultura Moderna**, São Paulo: Brasiliense, 1985.

HOTTA, C. T. ; LEMBKE, C.G.; DOMINGUES, D.S.; OCHOA, E.A.; CRUZ, G.M.Q.; MELOTTO-PASSARIN, D.M.; MARCONI, T.G.; SANTOS, M.O.; MOLLINARI, M.; MARGARIDO, G.R.A.; CRIVELLARI, A.C.; DOS SANTOS, W.D.; DE SOUZA, A.P.; HOSHINO, A.A.; CARRER, H.; SOUZA, A.P.; GARCIA, A.A.F.; BUCKERIDGE, M.S.; MENOSSE, M.; VAN SLUYS, M.-A.; SOUZA, G.M. The biotechnology roadmap for sugarcane improvement. **Tropical Plant Biology**, v. 3, p.75-87, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=24>> Acesso em 18 set. 2015.

JANINI, Daniel Alexandre. **Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2007. 148 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2007.

KAGEYAMA, A. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, Guilherme Costa (Org.). **Agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 1990. v. 1, p. 113-223..

KRONKA, P. F. B.; MONTEIRO, J. H. Desempenho operacional de colhedoras na Usina Iturama. In: SEMANA DE CANA DE PIRACICABA, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Saccharum, 1999. p.46-48.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, nov. 2014.

MACEDO, I.C.; Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 157-165, 2007.

MAGRINI, J. L.; CANEVER, M. O valor da produção da orizicultura gaúcha: componentes área, produtividade e preço. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 9, n. 1, 2012.

MARTINE, George. A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia? **Lua Nova**, São Paulo, n. 23, p. 7-37, mar. 1991. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-64451991000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2015.

MARTINS, J. S. O tempo da fronteira: retorno à controvérsia sobre o tempo histórico da frente de expansão e da frente pioneira. **Tempo Social**, São Paulo, n. 8, p. 25- 70, maio 1996.

MARTINS, J. S. A reprodução do capital na frente pioneira e o renascimento da escravidão. In: MARTINS, J. S. **Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, p. 143-203, 1997.

MATIOLI, C.S.; PERES, F.C.; FRIZZONE, J.A. Análise de decisão sobre a viabilidade da irrigação suplementar de cana-de-açúcar colhida no mês de julho na região de Ribeirão Preto - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25., CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2., 1996, Bauru. **Resumos...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. p.386,

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MELLO, R. C., HARRIS, H. Desempenho de cortadores de base para colhedoras de cana-de-açúcar com lâminas serrilhadas e inclinadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p. 355-358, 2003.

MEURER, A. P. S.; SHIKIDA, P. F. A.; VIAN, C. E. de F. Análise da Agroindústria Canavieira nos Estados do Centro-Oeste do Brasil a partir da Matriz de Capacidades Tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 159-178, 2015.

MIZIARA, F. Expansão da lavoura de cana em Goiás e impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, 14, 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. p. 1.

MIZIARA, F. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no Cerrado: o caso de Goiás. In: DANIEL, M. A.; DAL'LARA, L.; ANACLETO, T. C. S. (Orgs.). **Natureza viva Cerrado**. Goiânia: Ed. da UCG, 2005. p. 169-196.

NASSAR, A. M.; RUDORFF, B. F.; ANTONIAZZI, L. B.; AGUIAR, D. A. D.; BACCHI, M. R. P.; ADAMI, M. Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes. In: ZUURBIER, P.; VOOREN, J. V. (Org.). **Sugarcane Ethanol: contributions to climate change mitigation and the environment**. Laxenburg: Wageniguen Academic Publishers, 2008. p. 63-94.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; CONSOLI, M. A. **Maapeamento e quantificação do setor sucroenergético**. Ribeirão Preto: MARKESTRAT/FUNDACE/UNICA, 2009.

NORONHA, S.; ORTIZ, L. (Coord.). **Agronegócio e biocombustíveis: uma mistura explosiva – impactos da expansão das monoculturas para a produção de bioenergia**. Rio de Janeiro: Núcleo Amigos da Terra/ Brasil, 2006.

NYKO, D.; VALENTE, M.; MILANEZ, A.; TANAKA, A.; RODRIGUES, A. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **Bionergia**. BNDES Setorial 37, p. 399-442, 2013. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3710.pdf. Acessado em 10 ago. 2014.

OLIVEIRA, T. B. A., SELIG, P. M., BARBOSA, V. M., CAMPOS, L. M. D. S., BORNIA, A. C., OLIVEIRA, M. W. D. Tecnologia e custos de produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso em uma propriedade agrícola. **Latin American Journal of Business Management**, v.3, n. 1, 2012.

OLIVEIRA, A.M. S. de. As inovações tecnológicas e as novas formas de gestão e controle do capital sobre o trabalho. **Revista Pegada**, v. 3, n. 1, 2011.

OLIVEIRA, A. U. **A agricultura camponesa no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 1997.

PINTO, A.C.; MORAES, E.E. Equipamento distribuidor de toletes de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7, 1997, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: Coopersucar, 1997. p. 213-222.

PONTING, C. **A green history of the world**. The environment and the collapse of great civilizations. Londres: Penguin Books, 1993.

RAMOS, P. Heterogeneidade e integração produtiva na evolução recente da agroindústria canavieira do Centro-Sul (1985-2000). In: MORAES, M. A. F. D. de e SHIKIDA, P. F. A. (Orgs.). **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002. p. 241-262,

RIDESA, 2015. Disponível em < <http://www.ridesa.agro.ufg.br/>>. Acesso em: 22 maio 2015

RIPOLI, T. C.; NERY, M. S.; De LEÓN, M. J.; PIEDADE, S. M. S. Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de avanço. **Engenharia Agrícola: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 199–207, 1999.

RODRIGUES, E. B.; SAAB, O. J. G. A. Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes–Pr. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 581-588, 2007.

SANDRONI, P. **Dicionário de economia do século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

SANTOS, N. B.; FERNANDES, H. C.; GADANHA JÚNIOR, C. D. Economic impact of sugarcane (*Saccharum spp.*) loss in mechanical harvesting. **Científica**, v. 43, n. 1, p. 16-21, 2015.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C.D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1982

SHIKIDA, P. F. A. Expansão canavieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, Brasília-DF, v. 22, n. 2, p. 122-137, abr./jun. 2013.

SILVA, A. C. R. **Metodologia da pesquisa aplicada**. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC: Florianópolis, 2005.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. Sucroalcohol sector and agricultural frontier expansion in the Goiás state, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2011.

SOUZA, Z. M.; BARBIERI, D.M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; CAMPOS, M. C. C. Influência da variabilidade espacial de atributos químicos de um latossolo na aplicação de insumos para cultura de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 371-377, 2007.

STRACHMAN, E.; PUPIN, G. M. The Brazilian sugar and alcohol sector: evolution, production chain and innovations. **Cepal Review**, p. 179-198, 2011.

TANACA, E. K. T; PEREIRA, J. A. Z.; PIGATTO, G. Substituição da pecuária de corte e expansão da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: o impacto nas regiões oeste e noroeste do estado. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco- Acre. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 2, n. 2, p. 21-42, 2005.

TERCI, E., PERES, A., PERES, M., GUEDES, S., SHIKIDA, F. Impacto das transformações e do progresso técnico sobre os fornecedores de cana dos estados de São Paulo e Paraná. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA DO AÇÚCAR: HISTÓRIA E CULTURA MATERIAL – CANAVIAIS, ENGENHO E AÇÚCAR, 1. 2005, Itu –SP. **Anais...** São Paulo: USP, 2005.

VEIGA FILHO, A. de A. Estudo do processo de mecanização do corte na cana-de-açúcar: o caso do Estado de São Paulo, Brasil. *Recitec*, Recife, v. 3, n. 1, p. 74-99, 1999.

VEIGA FILHO, A. A. Fatores explicativos da mecanização do corte na lavoura canavieira paulista. **Informações Econômicas, São Paulo**, v. 28, n. 3, p. 7-33, 1998.

VELHO, O. G. **Frentes de expansão e estrutura agrária**: estudos do processo de penetração numa área da Transamazônica. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.

VIAN, C. E. F. **Agroindústria canavieira**: estratégias competitivas e modernização. Campinas: Átomo, 2003.

WALLERSTEIN, I. **The modern world-system I**: capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century, with a new prologue. San Francisco: University of California Press, 2011.

WWF - WORLD WILDLIFE FUND. **Expansão agrícola e perda da biodiversidade no Cerrado**: origens históricas e o papel do comércio internacional. Brasília, DF: WWF Brasil, 2000.

Legislação

GOIÁS. **Lei Estadual n. 15.834, de 23 de novembro de 2006**. Dispõe sobre redução gradativa da queima da palha de cana-de-açúcar em áreas mecanizáveis e dá outras providências Disponível em: http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/2006/lei_15834.htm. Acesso em: 16 out. 2014.

MATO GROSSO DO SUL. **Lei Estadual n. 3357, de 9 de janeiro de 2007**. Estabelece normas para a redução gradual da queima da palha da cana-de-açúcar, sem prejuízo da atividade agroindustrial canavieira e dá outras providências. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=138274>. Acesso em: 16 out. 2014.

CAPÍTULO III - EXPANSÃO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR NOS ESTADOS DE GOIÁS E MATO GROSSO DO SUL: RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E TECNOLOGIA

1 INTRODUÇÃO

Diante de um cenário no qual um dos grandes desafios da humanidade é transpor a atual matriz energética, sustentada prioritariamente pelo consumo de fontes fósseis, a energia renovável assume papel relevante como uma das mais eficientes formas para alcançar um novo paradigma baseado na energia sustentável,

Nesse cenário, a cultura da cana-de-açúcar e seus subprodutos não ocupam mais apenas o lugar de um dos mais importantes produtos agroindustriais brasileiros, mas se torna um dos principais protagonistas para o debate sobre energia renovável, não somente pelo etanol, mas também pela geração de bioenergia.

Esse movimento em busca de alternativas energéticas tem alterado a dinâmica agrícola no Brasil. A representatividade das regiões brasileiras que cultivam a cana-de-açúcar, segundo Meurer, Shikida e Vian (2015) e Demattê (2014), modificou-se recentemente e, o Centro-Oeste assumiu o papel de segunda maior região produtora do país, e a região que mais expande em termos de área. Destacam-se nessa dinâmica os estados de Mato Grosso do Sul (MS) e Goiás (GO), que obtiveram, no período entre 2003 e 2014, um crescimento da produção de cana-de-açúcar, na ordem, respectivamente, de 388% e 438% (IBGE, 2015).

De acordo com Strachman e Pupin (2011) e Castro; Abdala e Bôrges (2010), a expressiva expansão da cana-de-açúcar na última década para a região Centro-Oeste brasileira buscou atender uma demanda crescente de bioenergia tanto do mercado nacional, quanto do mercado internacional.

Segundo Granco et al. (2015), a expansão do setor canavieiro nos estados de MS e GO pode ser atribuída, principalmente, às ações políticas governamentais de apoio ao setor, ao aumento dos preços de terras nas regiões produtoras tradicionais e ao endurecimento das leis ambientais aos tradicionais estados produtores. A esse contexto podem ser incluídas as boas condições agrícolas em MS e GO; preços de terras mais baixos do que os praticados no estado de São Paulo; propriedades com áreas mais extensas e planas, facilitando as operações por meio da mecanização, além de serem regiões localizadas próximas aos principais mercados consumidores, como o estado de São Paulo.

Após as preocupações com custos de produção, ambientais e trabalhistas, o debate atual deixa de priorizar apenas novas áreas cultiváveis para se debruçar também sobre questões que envolvem a produtividade agrícola das áreas produtoras.

Considerando que o recente processo de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil deu-se por meio de um sistema produtivo moderno, em regiões de fronteira agrícola, num contexto de acesso à tecnologia advinda de uma trajetória de pesquisa no país, o desempenho do cultivo da cana-de-açúcar é uma questão importante a ser analisada cientificamente.

A perspectiva promissora de amplo crescimento da cultura da cana-de-açúcar no país, e na região Centro-Oeste, tem enfrentado alguns gargalos que precisam ser explorados e analisados para que possam ser superados. Embora o aumento da área de produção e da quantidade produzida de cana-de-açúcar mereça destaque, o mesmo não se pode considerar no que se refere a sua produtividade agrícola recente.

São muitos os fatores que interferem na produção de cana-de-açúcar e têm efeito direto sobre a produtividade, podendo apresentar caráter conjuntural ou estrutural. Da Fonseca (2002, p. 4) descreve que “fatores conjunturais podem ser considerados efêmeros e temporários pela própria essência do que seja conjuntural, já os fatores estruturais (...), são duradouros, se não, permanentes”.

Embora se deva considerar que os fatores conjunturais têm grande importância na produtividade agrícola, sobretudo os fatores climáticos, econômicos e políticos, tanto nacionais quanto internacionais, a delimitação de análise da produtividade realizada neste trabalho deu-se em função dos fatores estruturais que mais afetam a cana-de-açúcar nos estados de GO e MS. Assim, torna-se imprescindível compreender quais são esses fatores e os impactos ocasionados por eles, para então propor alternativas em busca de maiores produtividades.

Nesse contexto, este artigo busca avaliar a existência de relação entre a produtividade do cultivo de cana-de-açúcar e variáveis de características produtivas e tecnológicas, nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás.

2 PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA CANAVIEIRA

O estudo e a avaliação da produtividade sempre receberam atenção e importância por parte dos empresários, pois aí está o caminho para a sobrevivência da empresa a médio e longo prazo. Essa preocupação não é nova. A partir de 1766, o economista francês, François

Quesnay, utilizou a palavra produtividade pela primeira vez. Passado mais de um século, em 1883, outro economista francês, Littré, usou o termo no sentido de “capacidade de produzir”. Todavia, somente em meados do século XX, o termo assumiu significado da “relação entre o que se produz (*output*) e os recursos empregados para sua produção (*input*)” (MARTINS; LAUGENI, 2010, p.13).

Ainda segundo Martins e Laugeni (2010, p.13), foi em 1950 que a Comunidade Econômica Europeia definiu a produtividade como sendo “o quociente obtido pela divisão do produzido por um dos fatores de produção”. Podendo-se, dessa forma, considerar a produtividade do capital, das matérias-primas, da mão de obra, entre outros.

Para Corrêa e Corrêa (2011), tomando-se o conceito de produtividade sob a perspectiva histórica, essa era frequentemente expressa como a fração entre as saídas do sistema considerado e o recurso mais escasso ou mais crítico. A produtividade agrícola é conceituada em muitos casos, como o total da produção, por unidade de área, por exemplo, em toneladas de cana-de-açúcar por hectare.

Nos Estados Unidos, tradicionalmente, a produtividade da mão de obra tem sido vista como o mais relevante dos indicadores. Medidas de produtividade podem ser utilizadas para vários níveis de agregação. O Produto Interno Bruto (PIB) nacional *per capita*, é uma medida de produtividade, uma vez que relaciona o total de riqueza gerada por um país pelo total de indivíduos que o compõe. A produtividade pode ser considerada uma medida de eficiência, com recursos de entrada (insumos) de um sistema de agregação de valor, que são transformados em saídas (produtos) (CORRÊA; CORRÊA, 2011).

No Brasil, tem sido grande o interesse por parte de pesquisadores em trabalhos utilizando abordagem da produtividade parcial ao analisar a agricultura brasileira. Um dos motivos, segundo Gasques et al. (2004), talvez seja a dificuldade em trabalhar com indicadores mais abrangentes, como a Produtividade Total dos Fatores (PTF). Para o uso da PTF, tem-se encontrado grandes barreiras, principalmente, em relação à ausência de informações disponíveis por órgãos governamentais.

Ainda segundo Gasques et al. (2004), a Produtividade Parcial dos Fatores (PPF) é a relação entre o produto e apenas um único fator de produção. A PPF mais utilizada na economia em geral é o índice de produtividade do trabalho, entendida como sendo a produção por trabalhador. O índice de PPF mais utilizado na agricultura é a produção por unidade de área ou produtividade da terra.

O aumento da produtividade pode representar nesse contexto, em que há vários tipos de pressão para o uso da terra, um grande trunfo e, para tanto, precisa identificar quais os fatores que têm interferido nessa produtividade, de modo a oferecer elementos que possam subsidiar ações em busca de alavancá-la.

A produtividade do setor de cana-de-açúcar brasileiro, segundo estudos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em termos de Açúcar Total Recuperável (ATR) por hectare, apresentou trajetória de elevação até 2007; entretanto, esse comportamento se reverteu posteriormente, alcançando resultados decrescentes. A *performance* dos valores de ATR, observada nos últimos sete anos (2007 a 2014) tem variado, com tendência de queda. Observa-se que, além da redução da produtividade, verifica-se redução na área plantada em algumas safras devido a fatores climáticos, aumento do preço da terra, alteração no uso da terra e da demanda de matéria-prima. Destaca-se também a crise enfrentada pelo setor sucroalcooleiro em decorrência da crise financeira mundial pós-2008 (MASSAMBANI; CAMARA; CALDARELLI, 2015).

2.1 ATR e a forma de remuneração dos agricultores

O índice de ATR foi criado, na década de 1990, no estado de São Paulo e difundido pelo restante do país, respeitando as características regionais. Refere-se a uma metodologia utilizada para precificar a cana-de-açúcar, tendo como base o teor de sacarose extraído da planta. Essa ferramenta propiciou a remuneração de toda a cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro. No entanto, esse sistema de remuneração é voluntário, e vale tanto para os produtores de cana, quanto para as usinas (SILVA, 2013; SACHS, 2007).

Para Vian (2002), esse modelo de remuneração da cadeia produtiva do setor canavieiro, tem como base fundamental a divisão de riscos, e vem sendo capitaneada pelo Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (CONSECANA), formado por representantes das indústrias de açúcar e álcool e dos plantadores de cana.

Para este sistema de remuneração, a cana-de-açúcar tem seu valor baseado na quantidade de açúcares disponíveis na cana (sacarose, frutose e glicose), e em seguida, as perdas ocorridas no processamento industrial são subtraídas. Os valores de ATR também têm relação com os preços do etanol e do açúcar que são comercializados, tanto no mercado nacional como internacional, e se expressa em termos de quilograma de açúcares recuperáveis por tonelada de

cana. O valor do ATR é dado a partir dos preços de açúcar, álcoois anidro e hidratado, comercializados no Brasil e no exterior. Também interfere na composição do valor do ATR o *mix* de produção de cada unidade industrial, ou seja, a quantidade de etanol e açúcar produzidos pela planta industrial e o custo de produção (SACHS, 2007).

Para Granco et al. (2015), o valor do ATR refere-se à unidade de medida utilizada nos contratos entre os produtores de cana-de-açúcar e as indústrias sucroalcooleiras, como forma de cálculo dos valores a serem pagos pela cana produzida, traduzindo assim, a quantidade de matéria-prima a ser transformada em açúcar e etanol.

Ainda segundo Sachs (2007), o produtor de cana-de-açúcar entrega sua matéria-prima com uma determinada qualidade, que é aferida pelo índice de açúcares (ATR). Porém, o produtor terá sua remuneração baseada no índice de ATR, que também é dependente dos preços obtidos pelas usinas na comercialização de seus produtos finais (açúcar, etanol hidratado, anidro e outros).

Silva (2013) explica que para o cálculo do ATR, parte-se do princípio de que a maior remuneração é dada para a cana-de-açúcar de maior qualidade e também para a usina que possui maior eficiência na conversão da cana-de-açúcar em etanol e açúcar.

Ferreira (2013) afirma que o ATR é um atributo dos mais importantes, tanto para os produtores de cana-de-açúcar, como para as usinas. É em função do ATR que as unidades industriais elaboram a remuneração dos produtores, utilizando a metodologia descrita pelo Consecana.

Entretanto, segundo Silva (2013), o sistema de cálculo do ATR possui algumas falhas, como, por exemplo, não considerar os subprodutos originados do processamento da cana, no cálculo do preço do ATR. Esse tem sido um dos maiores motivos de reclamação por parte dos produtores de cana, pois, cada vez mais, as usinas têm utilizado os subprodutos, como: o bagaço para cogeração de energia e alimentação animal, a vinhaça para a fertirrigação e adubação da lavoura, a torta de filtro como adubo orgânico, dentre outros.

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte de dados

Os dados utilizados para essa análise estão vinculados a um banco de dados de um projeto maior intitulado “*Land change in Brazil's Cerrado: ethanol and sugarcane*

expansion at the farm and industry scale”, financiado pela *National Science Foundation* (NSF), e coordenado pelo pesquisador Prof. Dr. Marcellus M. Caldas (*Kansas State University*) e co-orientador desta pesquisa.

Os dados utilizados para a problematização dessa pesquisa foram coletados entre 30 de junho e 30 de julho de 2014, por uma equipe de pesquisadores, da qual o autor e o orientador desta pesquisa fizeram parte. Esse dados integram questões de natureza quantitativas, referentes ao processo de produção da cana-de-açúcar, bem como, questões qualitativas, que compreendem o processo de expansão na região estudada.

Para a consecução do trabalho foi realizado um levantamento de campo, contemplando as cidades localizadas nas principais macrorregiões produtoras de cana-de-açúcar de cada estado analisado, sendo consideradas as Macrorregiões do Sul Goiano e do Sudoeste do Mato Grosso do Sul, que foram as que mais se destacaram no recente processo de expansão. A pesquisa teve como instrumento base a aplicação de formulário específico para a coleta de dados, desenvolvido pelos componentes do grupo do projeto maior. O formulário completo possui questões que incluem perguntas fechadas e também perguntas utilizando escala Likert. Porém, as questões selecionadas para esta pesquisa, foram somente as perguntas fechadas.

O acesso aos entrevistados ocorreu por meio de listas de contatos de associações de plantadores de cana, dos Sindicados Rurais, da Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG) e da Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul (FAMASUL), entre outras organizações de classes. Por meio dessas instituições, chegou-se a alguns produtores rurais, que foram consultados sobre o interesse em participar da pesquisa.

Aos agricultores que previamente concordaram em participar da pesquisa, foi aplicado o formulário abordando, entre outras, informações sobre a produtividade média de cana-de-açúcar da propriedade (ton. de cana/hectare e kg de ATR/ton. de cana); informações que possivelmente pudessem afetar a produtividade da cana-de-açúcar, como: dados que ajudam a compor o perfil do produtor rural (escolaridade, renda mensal, participação em organizações de classe); dados da propriedade (tamanho da propriedade, distância da usina); dados de produção (adoção de irrigação, adoção de plantio direto, percentual de colheita mecanizada, adoção de variedade de cana adaptada ao Cerrado, intensidade do uso de assistência técnica); tipo de contrato com a usina (arrendamento, parceria e fornecimento) e uso anterior da terra (substituição de outras culturas ou de pastagem por cana).

A definição dos locais para a coleta de dados teve como base dois critérios: a) por “localização geográfica da produção de cana-de-açúcar em 2012”, de acordo com o Projeto CANASAT, do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE); b) com relação aos “destaques da evolução da produção de cana-de-açúcar”, segundo estimativas da Produção Agrícola Municipal (PAM) de 2013 (IBGE, 2015).

No total, foram realizadas 148 entrevistas, por meio de formulários, sendo que 83 delas aplicadas aos produtores do estado de Goiás, e outras 65 aos produtores do estado do Mato Grosso do Sul.

No estado do Mato Grosso do Sul foram as pesquisas foram realizada em 13 municípios, sendo seus respondentes discriminados por localidade e apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Número de respondentes no estado de Mato Grosso do Sul, por município.

Município	Número de Respondentes
Angélica	13
Brasilândia	2
Caarapó	1
Campo Grande	1
Costa Rica	11
Deodápolis	4
Dourados	1
Ivinhema	6
Juti	1
Maracajú	7
Nova Alvorada do Sul	5
Rio Brilhante	12
São Gabriel D'Oeste	1
Total	65

Fonte: elaborado pelo autor com base na pesquisa de campo (2014).

No estado de Goiás, foram visitados 17 municípios e a distribuição dos respondentes por localidade pode ser verificada na Tabela 9.

Tabela 9. Número de respondentes no estado de Goiás, por município.

Município	Número de Respondentes
Bom Jesus de Goiás	2
Cachoeira Dourada	9
Caçu	1
Edéia	18
Goiatuba	10
Gouvelândia	2
Inaciolândia	6
Indiara	1
Itumbiara	5
Jataí	2
Joviânia	1
Monte Vidiu	2
Morrinhos	3
Paraúna	2
Quirinópolis	14
Rio Verde	3
Vicentinópolis	2
Total	83

Fonte: elaborado pelo autor durante a pesquisa de campo (2014).

Algumas dificuldades foram encontradas durante o período da pesquisa, como o fato de alguns agricultores possuírem terra em um município e residirem em outro, e até mesmo em outro estado. Outra dificuldade na coleta de dados deveu-se ao fato desta ter sido realizada no período coincidente com o da colheita da cana-de-açúcar, limitando a participação de um número maior de agricultores.

A definição das cidades, para a coleta de dados, ocorreu em função de suas produções de cana-de-açúcar e que representassem as macrorregiões de cada estado pesquisado. Para este trabalho as cidades pesquisadas representam um total de aproximadamente 4% e 5% da área total de plantações de cana-de-açúcar em Goiás e Mato Grosso do Sul, respectivamente.

Como parte de uma pesquisa maior, que serviu de base para outros trabalhos, esta pesquisa objetivou tratar apenas os dados relacionados à produtividade agrícola, em especial as medidas em quilograma de ATR por tonelada de cana, e a medida em toneladas de cana por hectare.

Para atender aos objetivos desta dissertação foram escolhidas, dentre as seções que compuseram a *survey* aplicada, as questões que trouxessem dados que permitissem responder ao problema de pesquisa apresentado. As variáveis independentes (ou explicativas) iniciais do estudo que foram selecionadas a partir do banco de dados do projeto maior.

Na Tabela 10 estão apenas as variáveis mais significativas, segundo os testes de seleção de variáveis preditoras e que foram utilizadas no teste de modelo de regressão logística.

Tabela 10. Variáveis independentes (ou explicativas) selecionadas para o teste do modelo de regressão logística.

Variáveis	Natureza de Mensuração	Nome da Variável	Medida
1	Qualitativa	Contrato de Arrendamento	Sim/não
2	Qualitativa	Contrato de Parceria	Sim/não
3	Qualitativa	Contrato de Fornecimento	Sim/não
4	Qualitativa	Escolaridade do Produtor	Faixas de estudo
5	Qualitativa	Renda Mensal Bruta	Faixas de renda
6	Quantitativa	Tamanho da Propriedade	Em hectares
7	Quantitativa	Distância da Propriedade até a Usina	Em quilômetros
8	Qualitativa	Participação em Organização de Classe	Frequência
9	Quantitativa	Número de visitas Técnicas Mensais	Frequência
10	Qualitativa	Substituição de Lavouras por Cana	Sim/não
11	Qualitativa	Substituição de Pastagens por Cana	Sim/não

Fonte: autor com base na *survey* aplicada

Para as análises descritivas dos dados, outras variáveis foram incluídas além das 11 apresentadas na Tabela 10, por representarem importância aos interesses da pesquisa. Foram analisados os dados de produtividade agrícola média das propriedades, adoção de cana-de-açúcar desenvolvida para o Cerrado, nível de mecanização da colheita de cana nas propriedades, adoção de irrigação nas lavouras de cana.

3.2 Modelo de Regressão Logística Múltipla

Para Dalchiavon et al. (2014), a produtividade da cana-de-açúcar pode ser obtida por meio de seus componentes tecnológicos e também da produção, com a utilização de técnicas estatísticas que permitam estimá-la. Dewey e Lu (1959) foram os pioneiros a utilizar a estatística para análise da produção de trigo. Os métodos de correlação linear e regressão múltipla foram os primeiros métodos utilizados em análises dos componentes de produção.

Para consecução do objetivo desse trabalho foi utilizado o método de Regressão Logística Múltipla. Segundo Corrar; Paulo e Dias Filho (2014), essa técnica estatística busca explicar ou prever valores de uma variável dependente categórica, em função de valores conhecidos de outras variáveis independentes, que podem ser categóricas ou métricas.

Dessa forma, o referido método foi utilizado nesta pesquisa para avaliar quais os fatores e em que extensão estes afetam o grau de produtividade de cana-de-açúcar em propriedades dos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás.

Para realizar esta análise, definiu-se a variável dependente e dicotômica “*Produtividade ($P_{0,1}$)*”, categorizada pelo valor 0, como “*Baixa Produtividade*”, e pelo valor 1, como “*Alta Produtividade*”. O parâmetro que limita tais categorias é a produtividade média de cana-de-açúcar de cada um dos estados analisados, calculados a partir de dados secundários divulgados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA/IBGE) e também a partir dos dados fornecidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, 2015).

Supõe-se que um conjunto de variáveis independentes seja capaz de explicar o comportamento da variável dependente, ou variável resposta “*Produtividade*”. A fim de exemplificar as possíveis variáveis independentes, foram selecionadas aquelas relacionadas ao perfil do produtor, à propriedade rural, ao sistema de produção, à variedade de cana, à utilização da mecanização, ao uso de assistência técnica, ao tipo de contrato com a usina e ao uso anterior da terra.

Segundo Corrar; Paulo e Dias Filho (2014, p. 7), “o objetivo da regressão logística é encontrar uma função logística formada por meio de ponderação das variáveis (atributos), cuja resposta permita estabelecer a probabilidade de ocorrência de determinado evento e a importância das variáveis (peso) para esta ocorrência”.

Para a validação do modelo de regressão, o método prevê duas etapas. A primeira consistiu em converter equação (10), a variável dependente numa razão de chance (*odds ratio*), e a segunda, transformá-la equação (11), numa variável de base logarítmica (CORRAR; PAULO; DIAS FILHO, 2014).

$$\text{Razão de chance} = \frac{P(\text{sucesso})}{1-P(\text{sucesso})} \quad (10)$$

$$\ln\left(\frac{P(\text{sucesso})}{1-P(\text{sucesso})}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i \quad (11)$$

onde:

β_i = coeficientes (pesos)

x_i = variáveis independentes

ϵ_i = efeitos aleatórios

Nesta pesquisa foi considerado como sucesso o sistema de produção de cana-de-açúcar com “*Alta Produtividade*” (P_1). Consequentemente, o insucesso será o sistema de produção com “*Baixa Produtividade*” (P_0).

A análise estatística e a sistematização dos dados foram realizadas por meio de planilhas do Microsoft Excel® e do *Minitab Statistical Software®* Versão 17. Este último calcula um modelo ajustado e otimizado para o método de regressão logística múltiplo, utilizando um algoritmo iterativo para obter as estimativas dos parâmetros de interesse.

O processo de seleção das variáveis preditoras foi realizado por meio de testes de hipóteses da existência dos parâmetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. O procedimento utilizado consiste em testar a hipótese nula H_0 de que certo parâmetro é igual a zero. Se esta for rejeitada, para um nível de significância α estabelecido, então, pode-se afirmar que há evidências de que uma determinada variável independente influencia na variável resposta, ou equivalentemente, se $p\text{-valor} \leq \alpha$ rejeita-se a hipótese nula H_0 , de que o parâmetro associado a esta variável é igual a zero.

Uma vez definido o modelo e obtidas as estimativas dos parâmetros deste, é necessário avaliar a qualidade do ajuste do modelo aos dados, com base em medidas que podem ser calculadas mediante as funções de ligação e de máxima verossimilhança.

Os testes de *Goodness-of-fit tests*, ou testes de aderência, permitem avaliar a qualidade dos resultados obtidos, ou seja, a validação do ajustamento do modelo. Neste caso, é testada a hipótese nula de que o ajuste do modelo aos dados é bom versus a hipótese de que o ajuste é ruim.

Para o teste baseado na distribuição qui-quadrado, os mais usuais são: *Pearson* (que verifica o quanto as observações são satisfatoriamente previstas pelo modelo); *Deviance* (compara o logaritmo da verossimilhança do modelo ajustado com o logaritmo da verossimilhança do modelo completo); e *Hosmer-Lemeshow* (avalia o modelo ajustado verificando se as frequências observadas e frequências esperadas da variável resposta estão próximas). Analisando o p-valor para os testes baseados na distribuição qui-quadrado, para valores entre 0,37 e 0,85, indica que não há evidências suficientes de que o modelo não se ajusta

aos dados adequadamente, ou ainda, se $p\text{-valor} \leq \alpha$, rejeita-se a hipótese nula H_0 de que o ajuste do modelo é apropriado (PINO, 2007).

Para o caso em que uma ou mais variáveis explicativas são quantitativas, os dados costumam ser dispersos demais para o uso dos testes de aderência de *Pearson* e de *Deviance*. Nesta situação, o resultado obtido com o teste de *Hosmer-Lemeshow* fornecerá melhores resultados.

A qualidade do ajuste do modelo pode ser verificada ainda por meio de alguns índices de correlação de postos, sendo os mais utilizados: índice D de *Somers*, índice *Gamma de Goodman-Kruskal* e índice *Tau-a de Kendall*. Estes índices variam entre zero e um e, quanto maior forem seus valores, melhor será a capacidade preditiva do modelo estimado (PINO, 2007).

Para diagnóstico de multicolinearidade (correlação cruzada entre variáveis independentes) utilizou-se a estatística *Variance Inflation Factor* (VIF), a qual é calculada estimando-se cada variável independente como se esta fosse dependente, regredindo-a em relação às demais. Se $VIF \leq 1$, não existe multicolinearidade; $1 < VIF \leq 10$, a multicolinearidade é aceitável; $VIF > 10$, a multicolinearidade é problemática.

Uma vez que a variável dependente (ou resposta) é qualitativa binária, para a análise de regressão a ausência de quaisquer anotações restritivas assume valor zero, e a presença de pelo menos uma anotação assume o valor um (1), formando a referida variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Descritiva dos dados coletados

A análise descritiva de dados realizada nessa pesquisa baseou-se em oito parâmetros selecionados a partir do banco de dados do projeto maior, sendo eles: produtividade agrícola; tipos de contratos; variedade de cana desenvolvida para o cerrado; escolaridade dos produtores; tamanho da propriedade; mecanização da colheita de cana; uso anterior das áreas ocupadas com cana; e, uso de irrigação nas lavouras de cana-de-açúcar.

Para a escolha partiu-se da suposição, com base nas discussões teóricas já evidenciadas, que tais parâmetros possam afetar o grau de produtividade de cana-de-açúcar em propriedades dos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás.

4.1.1 Produtividade Agrícola

A análise descritiva dos dados de produtividade agrícola, medida por toneladas de cana-de-açúcar por hectare, nos dois estados pesquisados, mostrou que a média média dos produtores de MS foi de 94,3 (ton./ha) e para GO a média foi de 100,8 (ton./ha).

Ao comparar os dados informados pelos produtores na pesquisa de campo, com os dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2015), os quais apresentam médias de produtividade de 68,8 ton/ha para o estado de MS e de 78,6 ton/ha para GO, para o ano de 2014, nota-se que os valores médios fornecidos na pesquisa de campo são muito superiores aos dados oficiais (Tabela 11). Em ambas as fontes de dados constata-se a superioridade da produtividade no estado de GO em relação ao MS.

Tabela 11. Valores médios de produtividade agrícola (ton/ha) da cana-de-açúcar para os estados pesquisados, a partir da pesquisa de campo e dos dados oficiais.

Produtividade Agrícola Média de Cana-de-açúcar (ton/ha)				
2014	Dados IBGE		Pesquisa de Campo	
	MS	GO	MS	GO
	68,8	78,6	94,3	100,8

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do IBGE (2015) e da pesquisa de campo

De maneira análoga, foi realizada a análise da produtividade por meio da medida de quilograma de ATR por toneladas de cana-de-açúcar (kg ATR/ton). A Tabela 12 compara os dados da pesquisa de campo com os dados fornecidos pelo CTC. É possível verificar uma relação mais próxima entre os resultados analisados, bem como confirmar a superioridade da produtividade agrícola no estado de GO em relação ao MS.

Tabela 12. Valores médios de produtividade agrícola (Kg ATR/ton) da cana-de-açúcar para os estados pesquisados, a partir da pesquisa de campo e dos dados oficiais.

Produtividade Agrícola Média de Cana-de-açúcar (Kg ATR/ton)				
Safra 2014/2015	Dados IBGE		Pesquisa de Campo	
	MS	GO	MS	GO
	125,8	134,8	124,4	139,0

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados do CTC (2015) e da pesquisa de campo

4.1.2 Tipos de Contratos

Os tipos de contratos entre os produtores rurais e as usinas que foram verificados durante a pesquisa de campo tiveram as seguintes definições: i) Arrendamento de terra: contrato por meio do qual o proprietário concede à usina local o uso de sua propriedade rural para o cultivo da cana por um valor fixo pago periodicamente; ii) Parceria agrícola: contrato no qual o proprietário concede o uso de sua propriedade para o cultivo da cana e em troca recebe uma percentagem da produção produzida naquela terra e iii) Contrato de fornecimento: contrato no qual o fazendeiro concorda em fornecer cana de açúcar à usina.

Analisando os tipos de contratos entre os produtores rurais e as usinas, identificados nas entrevistas realizadas pela pesquisa de campo, tem-se a situação exposta na Tabela 13.

Tabela 13. Proporção (%) de contratos entre os produtores e as usinas de cana-de-açúcar, nos estados de MS e GO.

Tipos de Contrato	MS	GO
Arrendamento	11%	23%
Parceria	58%	4%
Fornecimento	31%	73%

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa de campo (2014)

A partir das entrevistas realizadas percebe-se a predominância (73%) de contratos de fornecimento no estado de GO, enquanto que em MS a maior concentração está nos contratos de parceria. Ressalta-se que evidências empíricas revelaram que grande parte dos produtores que declararam ter um contrato de parceria na verdade adotavam um mecanismo de arrendamento. Tal fato decorre das estratégias adotadas pelas usinas que formalmente aplicam o mecanismo de parceria, mas que na prática a relação se caracteriza como arrendamento, em função principalmente de ganhos tributários do mecanismo formal.

4.1.3 Adoção de variedade de cana desenvolvida para o Cerrado

Ao analisar a possível adoção, por parte dos produtores entrevistados, de variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas especificamente para a região do Cerrado, percebeu-se uma baixa adesão desse componente tecnológico de produção.

Das 148 entrevistas realizadas, 64 produtores responderam essa questão; desses últimos, apenas 20 afirmaram adotar variedades específicas para sua região. Isto representa que 13,5% dos produtores entrevistados adotam uma variedade desenvolvida para as condições edafoclimáticas específicas. As anotações de campo revelam que as variedades mais citadas pelos produtores entrevistados são as variedades desenvolvidas para a região de São Paulo, tradicional produtora de cana-de-açúcar.

Importante ressaltar que os produtores entrevistados, inseridos no mecanismo de arrendamento, não souberam responder essa questão, pois o distanciamento em relação ao processo produtivo impossibilita-os de ter esse grau de conhecimento.

4.1.4 Escolaridade dos produtores entrevistados

Foi possível avaliar, a partir da pesquisa de campo realizada, o nível de escolaridade dos entrevistados. A Tabela 14 categoriza a escolaridade dos produtores, por nível, por estado.

Tabela 14. Escolaridade dos produtores rurais entrevistados na pesquisa de campo.

Nível de Escolaridade	MS	GO
Até a quarta série	14%	19%
Até a oitava série	5%	9%
Ensino Médio completo	43%	34%
Ensino Superior	27%	29%
Pós-graduação	11%	9%

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa de campo (2014)

Considera-se que não há evidências que diferencie o grau de escolaridade entre os produtores entrevistados nos dois estados pesquisados. Entretanto, é possível notar a predominância do nível de escolaridade dos entrevistados com, no mínimo, o ensino médio completo.

Tal situação se destaca diante da média do país. De acordo com o IBGE (2006), a escolaridade do produtor rural brasileiro apresenta a seguinte configuração: 39,1% dos produtores rurais são analfabetos ou sabem ler e escrever, mas não têm nenhum grau de escolaridade; 42,4% têm fundamental incompleto, 7,3% têm ensino técnico profissionalizante ou ensino médio e apenas 2,8 % têm nível superior completo.

É importante destacar que os dados oficiais englobam produtores rurais de modo geral, e que os dados da pesquisa de campo abordam especificamente os produtores de cana-de-açúcar, o que sem dúvida pode segmentar um perfil diferente.

4.1.5 *Tamanho da propriedade*

O tamanho médio das propriedades pesquisadas é de 883 hectares, sendo que as propriedades de MS apresentaram, em média, o dobro do tamanho das propriedades de GO. A Tabela 15 apresenta as características de cada um dos estados pesquisados.

Tabela 15. Tamanho médio das propriedades rurais identificadas na pesquisa de campo.

Tamanho Médio das Propriedades	MS	GO	Média
Hectares	1.219	568	883

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa de campo (2014)

4.1.6 *Nível de mecanização da colheita de cana na propriedade*

Ao considerar o nível de mecanização da colheita de cana-de-açúcar nas propriedades rurais pesquisadas, verifica-se uma alta adoção tecnológica nesse sentido. A Tabela 16 sistematiza os dados obtidos a partir das entrevistas realizadas

Tabela 16. Mecanização da colheita de cana-de-açúcar das propriedades rurais pesquisadas

Mecanização da colheita	MS	GO	Média
Nível de adoção	94,3%	82,7%	87,4%

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa de campo (2014)

Embora significativo em ambos os estados, a adoção da mecanização da colheita de cana-de-açúcar é mais significativa no estado de MS. Essa evidência corrobora com os dados apresentados pelo CTC (2012).

Embora possa parecer contra intuitivo, o aumento da mecanização nas áreas pesquisadas, de acordo com Nyko et al. (2013) e Demattê (2012), podem trazer efeitos

negativos à produtividade agrícola da cana-de-açúcar, por meio do aumento de tráfego na lavoura que acarreta, entre outros danos, o pisoteamento e a compactação do solo.

4.1.7 Uso anterior das áreas ocupadas pela cana-de-açúcar.

Considerou-se importante identificar para cada um dos estados analisados qual era a atividade agropecuária, predominante utilizada, anteriormente à implantação da cultura da cana-de-açúcar. Assim, a partir das entrevistas realizadas, foi possível verificar um padrão diferente entre os estados de MS e GO.

No estado do MS percebeu-se que a maioria das propriedades com cana-de-açúcar tinha como atividade anterior a pecuária. Assim, pode-se dizer que a cultura da cana substitui áreas anteriormente cobertas por pastagens, degradadas ou não.

Um padrão diferente apresentou-se para o estado de GO, onde se verificou que a maioria das propriedades que hoje estão cultivando cana-de-açúcar ocupam áreas anteriormente destinadas às lavouras agrícolas, como soja, milho e algodão.

4.1.8 Uso de irrigação nas lavouras de cana-de-açúcar

Os dados obtidos na pesquisa revelam que é pequena a adoção do uso de sistema de irrigação na atividade de produção agrícola da cana-de-açúcar. Dos 64 respondentes das questões sobre produtividade, apenas treze responderam utilizar algum sistema irrigação (20,3%).

Evidências empíricas mostraram que as propriedades que adotam algum sistema de irrigação (fertirrigação) são aquelas localizadas muito próximas às usinas. Nesses casos, geralmente, a vinhaça (subproduto das usinas) é encaminhada por tubulações (pela gravidade) até as áreas de produção de cana, contribuindo como adubo do solo.

4.1.9 Quadro comparativo da produção de cana-de-açúcar no MS e GO

A partir da análise descritiva dos dados obtidos na pesquisa de campo, foi possível sistematizar um quadro comparativo (Quadro 6) dos parâmetros produtivos de cana-de-açúcar nos estados de MS e de GO.

Quadro 6. Parâmetros produtivos de cana-de-açúcar entre os estados de MS e de GO.

Parâmetros	MS	GO
Nível de Produtividade	<i>Produtividades menores</i>	<i>Produtividades maiores</i>
Tipo de contrato predominante	<i>Arrendamento</i>	<i>Fornecimento</i>
Tamanho das propriedades (ha)	<i>Propriedades maiores</i>	<i>Propriedades menores</i>
Adoção de Mecanização	<i>Maior adoção</i>	<i>Menor Adoção</i>
Uso anterior predominante da terra	<i>Pastagens</i>	<i>Lavoura</i>

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa de campo (2014)

Se por um lado, os parâmetros “Escolaridade”, “Adoção de variedade de cana desenvolvida para o Cerrado” e “Uso de irrigação” não demonstrem diferenças entre os estados analisados; por outro, os parâmetros “Nível de produtividade”, “Tipo de contrato”, “Tamanho das propriedades”, “Nível de mecanização” e “Uso anterior da terra”, apresentaram características distintas.

Por meio de evidências empíricas e, pela sistematização supracitada verificam-se padrões distintos de produção de cana-de-açúcar nos estados de MS e GO. O estado de MS apresenta níveis de produtividade de produção de cana-de-açúcar inferiores aos índices apresentados em GO. Nesse contexto, pode-se supor que as diferenças entre os parâmetros produtivos tenham relação com o nível de produtividade encontrado.

Em linhas gerais, sugere-se que em MS a expansão da atividade agrícola canavieira ocorreu, predominantemente, em áreas que anteriormente eram destinadas à atividade pecuária. Considerando que muitas das áreas de pastagens substituídas estavam degradadas, ou com reduzido padrão de manejo, mesmo com as correções efetuadas, o solo não estava em condições para a implantação da cultura da cana com alto desempenho.

Os proprietários e tomadores de decisão eram pecuaristas; portanto, com perfil investidor e de pouca atuação no dia a dia da atividade do campo. Muitos deles não residem na propriedade, no município e/ou no estado. Com a oportunidade de mudança para a atividade canavieira, opta-se, preferencialmente, pelo contrato de arrendamento, que não requer envolvimento na atividade e possibilita retornos certos e pré-definidos.

Em MS, o tamanho médio das propriedades é maior do que no estado vizinho, que, aliado às condições ideais de declividade, possibilitam um alto nível de mecanização. Além dessa mecanização ser realizada por terceiros (arrendamento), sem o monitoramento direto do proprietário, tem-se os efeitos negativos dessa tecnologia para com a produtividade dessa cultura.

Quando se analisa o padrão de produção de cana-de-açúcar no estado de GO, verifica-se um nível de produtividade maior do que encontrado no estado de MS. Em geral, sugere-se que a implantação da cultura da cana deu-se, predominantemente, em áreas anteriormente destinadas à produção de lavouras temporárias, como soja, milho e algodão. No que se refere às condições do solo, supõe-se que tais áreas já apresentavam condições adequadas para o uso intensivo e de alto desempenho da atividade agrícola.

Os proprietários e tomadores de decisão dessas terras eram produtores de *commodities*, com maior envolvimento na atividade agrícola, com conhecimentos técnicos mais apurados e com dedicação no dia a dia do campo. Com esse perfil, opta-se pelo contrato de fornecimento, que oferece maiores oportunidades de ganhos advindos da conquista de melhores níveis de produtividade.

Embora as propriedades apresentem um tamanho médio menor do que em MS, as condições de declividade também permitem um alto nível de mecanização. Entretanto, nesse caso, o maior engajamento com a atividade agrícola, a busca pelo maior desempenho em função do tipo de contrato (fornecimento), o monitoramento do uso da tecnologia é mais rígido, reduzindo de certa forma os efeitos negativos do seu uso.

4.2 Análise de Regressão Logística dos dados

Para a análise de regressão logística dos dados da pesquisa de campo, optou-se por utilizar o indicador de produtividade a partir da medida em quilograma de ATR por tonelada de cana-de-açúcar (Kg ATR/ton). Considerou-se que as respostas apresentadas durante as entrevistas para esse índice foram mais fidedignas, por constar nos contratos com a Usina, do que aquelas relacionadas ao índice toneladas de cana-de-açúcar por hectare (ton/ha), muitas respostas os produtores tiveram dificuldade em se lembrar dos valores de cada corte.

Dos 148 produtores rurais que foram entrevistados na pesquisa, apenas 64 responderam sobre as produtividades medidas em quilograma de ATR por tonelada de cana. Portanto, são os dados desses 64 respondentes que servirão de base para a análise estatística adotada nessa pesquisa. A planilha que sistematiza os dados selecionados está disponível no Apêndice (3).

Assim, ficou estabelecido que os produtores que apresentaram médias de produtividade superiores à média geral, seriam considerados como sendo de *Alta Produtividade*

(sendo atribuído o valor 1) e aqueles que obtiveram valores inferiores à média geral, foram considerados como sendo de *Baixa Produtividade* (sendo atribuído o valor 0).

O resultado foi que 36 respondentes (56,2%) foram classificados como *Alta Produtividade* (valor 1), e 28 produtores (43,7%) como *Baixa Produtividade*, conforme resultado do *Minitab Statistical Software* da Tabela 17.

Tabela 17. Distribuição da classificação de produtividade

<i>Response Information</i>		
<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Count</i>
<i>Produtividade_ATR</i>	<i>Alta Produtividade</i>	36
	<i>Baixa Produtividade</i>	28

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Para a obtenção do modelo de regressão logística múltipla, de forma a estimar valores de razão de chances (*odds ratio*) e descrever as principais variáveis que levariam o produtor rural a ser classificado como de *Alta* ou de *Baixa Produtividade*, foram desconsideradas algumas variáveis daquelas analisadas na parte descritiva da seção 4.1, pois possuíam diversos valores faltantes, inviabilizando e distorcendo os resultados da análise de regressão.

A primeira parte da análise foi realizada com todas as variáveis preditoras incluídas na Tabela 10, mas de acordo com os testes de seleção de variáveis preditoras, muitas delas não se mostraram significativas para o modelo, pois seus respectivos p-valores se encontravam muito superiores ao valor de significância estabelecido, que foi de 5%. Desta forma, as variáveis não significativas foram sendo eliminadas aos poucos até a obtenção de um modelo final com as variáveis mais significativas.

Assim, as variáveis mais significativas, segundo os testes de seleção de variáveis preditoras, foram: “Contrato de fornecimento” e “Tamanho da propriedade” com p-valores abaixo de 5% (vide tabela 18). Também a variáveis “Total de Participação em Organizações de Classe”, mesmo com p-valor um pouco superior ao nível de significância estabelecido, foi inserida ao modelo, pois não interferiu na qualidade do ajuste deste e complementou as análises e interpretações sobre o modelo ajustado. Os resultados da análise que levaram ao modelo de regressão final encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18. Análise de variância (ANOVA)

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Adj Dev</i>	<i>Adj Mean</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>P-Value</i>
<i>Regression</i>	4	18.786	4.696	18.79	0.001
<i>Contrato de Fornecimento</i>	1	8.299	8.299	8.30	0.004
<i>Tamanho da Propriedade</i>	1	4.617	4.617	4.62	0.032
<i>Total de participação Organizações</i>	1	3.803	3.803	3.80	0.051
<i>Error</i>	59	68.935	1.168		
<i>Total</i>	63	87.72			

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Na Tabela 19, encontram-se os valores estimados (coeficientes) para os parâmetros associados às variáveis preditoras significativas, bem como os valores do diagnóstico de multicolinearidade, e mostram a existência de multicolinearidade aceitável (VIF) entre as referidas variáveis (valores entre 1,08 e 1,76), e a Tabela 20 apresenta razão de chance (odds ratio) para cada uma das variáveis significativas.

Tabela 19. Estimativas dos parâmetros (coeficientes)

<i>Coefficients</i>			
<i>Term</i>	<i>Coef</i>	<i>SE Coef</i>	<i>VIF</i>
<i>Constant</i>	0.10	1.33	
<i>Contrato de Fornecimento</i>	2.349	0.930	1.08
<i>Tamanho da Prop. (ha)</i>	-0.000826	0.000545	1.41
<i>Total de Particip. Organiz.</i>	0.677	0.367	1.76

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Tabela 20. Valores de razão de chance (*Odds Ratio*) para cada variável significativa

<i>Odds Ratios for Continuous Predictors</i>		
	<i>Odds Ratio</i>	<i>95% CI</i>
<i>Contrato de Fornecimento</i>	10.4802	(1.6933; 64.8656)
<i>Tamanho da Prop. (ha)</i>	0.9992	(0.9981; 1.0002)
<i>Total de Particip. Organiz.</i>	1.9685	(0.9589; 4.0409)

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

O coeficiente positivo da variável “Contrato de Fornecimento” (2,349), juntamente com a sua razão de chances (*Odds Ratio* = 10,4802), sugere que se o produtor rural possui um “Contrato de Fornecimento”, ele terá maior probabilidade de ser classificado como

Produtor de *Alta Produtividade*. Essa probabilidade aumenta mais que dez vezes em relação aos produtores que adotaram outros tipos de contrato.

Para a variável “Tamanho da Propriedade Rural”, o coeficiente é negativo (-0,00826), indicando um comportamento inversamente proporcional ao da variável resposta, ou seja, quanto maior o tamanho da propriedade rural, menor a probabilidade de ele se tornar Altamente Produtivo. A sua razão de chance (*Odds Ratio* = 0,9992), indica que o aumento (em unidade percentual), do tamanho de propriedade, diminui em 99% a probabilidade de se tornar um produtor com *Alta Produtividade*.

A variável “Total de participação em Organizações de Classe” pelos produtores, possui coeficiente positivo (0,677), o que indica que quanto mais o produtor rural participa de organizações de classe como associações, cooperativas, mais chance ele tem de se tornar produtor de *Alta Produtividade*. A sua razão de chances (*Odds Ratio* = 1,9685), indica que o produtor rural que possui maior participação em organizações de classe, tem quase duas vezes mais chance de se tornar um produtor de *Alta Produtividade*.

Quanto ao teste de aderência da Tabela 18, os p-valores variam entre 0,177 e 0,561, e mostram que a hipótese nula de um ajuste adequado aos dados não pode ser rejeitada, uma vez que os resultados são maiores que o nível de significância estabelecido para o teste (5%). Ressalta-se ainda, ao analisar na tabela 21, somente o resultado do teste de Hosmer-Lemeshow (0,561), as frequências esperadas e as observadas estão bastante próximas.

Tabela 21. Testes de aderência

<i>Goodness-of-Fit Tests</i>			
<i>Test</i>	<i>DF</i>	<i>Chi-Square</i>	<i>P-Value</i>
<i>Deviance</i>	59	68.93	0.177
<i>Pearson</i>	59	61.21	0.397
<i>Hosmer-Lemeshow</i>	8	6.78	0.561

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Na Tabela 22 encontram-se os índices D de Somers, Gamma de Goodman-Kruskal e Tau-a de Kendall, os quais mostram que a capacidade preditiva do modelo estimado está por volta de 56%, apresentando uma habilidade moderada para prever a chance do produtor ser considerado de Alta Produtividade, por meio das variáveis independentes significativas ao modelo.

Tabela 22. Índices de correlação de postos

<i>Measures of Association</i>				
<i>Pairs</i>	<i>Number</i>	<i>Percent</i>	<i>Summary Measures</i>	<i>Value</i>
<i>Concordant</i>	784	77.8	<i>Somers'D</i>	0.56
<i>Discordant</i>	221	21.9	<i>Goodman-Kruskal Gamma</i>	0.56
<i>Ties</i>	3	0.3	<i>Kendall'sTau-a</i>	0.28
<i>Total</i>	1008	100		

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa

Após todas as etapas de análise, encontra-se a equação final (12), resultante da Regressão Logística Múltipla desenvolvida nessa pesquisa, a qual buscou avaliar quais os fatores, e em que magnitude, afetam o grau de produtividade de cana-de-açúcar em propriedades dos estados do MS e GO.

$$Y = 0,10 + 2,349 \text{ Contrato de Fornecimento} - 0,000826 \text{ Tamanho da Propriedade} + 0,677 \text{ Total de Participação dos Produtores em Organizações de Classe} \quad (12)$$

Para um nível de significância de 5%, a função logística Y é formada pela ponderação das variáveis “Contrato de Fornecimento”, “Tamanho da Propriedade” e “Total de Participação dos Produtores em Organizações de Classe”. Esse modelo de regressão indica a probabilidade de se atingir *Alta Produtividade*, a partir dos dados coletados nas entrevistas realizadas na pesquisa de campo.

O modelo sugere que se o produtor rural possuir “Contrato de Fornecimento”, por sua razão de chance ser a mais alta (mais de dez vezes), ele terá maior probabilidade de atingir *Alta Produtividade*.

Esse atributo pode ser explicado em função de que os produtores que aderem a esse tipo de contrato estão em busca de maiores ganhos econômicos, por meio do alcance da eficiência produtiva.

A segunda variável com a razão de chance mais alta e também positiva indica que o produtor com maior “Participação em Organização de Classe” possui aproximadamente duas vezes mais chance de alcançar a *Alta Produtividade*.

Supõe-se que os produtores que participam de organizações de classe possam ter maiores ganhos sociais, econômicos e tecnológicos, por meio da obtenção e compartilhamento de experiências e conhecimentos.

O modelo ainda sugere que para o produtor rural que tiver um aumento do “Tamanho da Propriedade”, indica que terá menor chance que atingir Alta Produtividade.

No que se refere ao atributo “Tamanho da Propriedade”, o modelo captou a diferença comparativa entre o padrão de MS, que apresenta maiores áreas e menores níveis de produtividade, e o padrão de GO, que apresenta menores áreas e maiores níveis de produtividade. Assim, considerando um tamanho médio das propriedades pesquisadas de 883 ha, sugere-se que áreas maiores do que esse parâmetro terão maior probabilidade de apresentar menores níveis de produtividade, e vice-versa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou avaliar existência de relação entre a produtividade do cultivo de cana-de-açúcar e variáveis de características produtivas e tecnológicas, nos estados do Mato Grosso do Sul e Goiás. A escolha do recorte geográfico ocorreu em função dos estados pesquisados terem se destacado no período entre 2003 e 2014, apresentando as maiores taxas de crescimento da produção de cana-de-açúcar no Brasil.

Uma das contribuições desse trabalho está na possibilidade de realizar a análise pretendida por meio de dados primários, proporcionado pelo projeto de pesquisa maior intitulado: “*Land change in Brazil's Cerrado: ethanol and sugarcane expansion at the farm and industry scale*”.

Os resultados desse trabalho revelaram, por meio de uma análise descritiva dos dados, que há diferenças entre o padrão de produção de cana-de-açúcar nos estados de MS e GO. A comparação dos parâmetros técnicos produtivos entre os estados podem sugerir, concretamente, que esses têm efeitos diretos, positivos e negativos, no nível de produtividade agrícola, corroborando com as afirmações já discutidas por autores como Carvalho e Furtado (2013); Barbosa et al. (2012); Campos et al. (2014); Arruda (2011); Nyko et al., (2013) e Demattê (2012).

Embora restrita, a análise de regressão logística elaborada nesse trabalho, gerou um modelo capaz de indicar a probabilidade de se atingir *Alta Produtividade* na produção de cana-de-açúcar nos estados de MS e GO, a partir dos dados coletados nas entrevistas realizadas na pesquisa de campo. Os atributos mais significativos para o modelo foram: Contrato de Fornecimento, Tamanho da Propriedade, Total de Participação em Organizações de Classe.

Algumas restrições de variáveis verificadas nesta pesquisa, estão atreladas a uma limitação desse trabalho, que foi adotar como fonte de informações um banco de dados construído a partir de uma pesquisa maior, que apresentava objetivos científicos diferentes ao desse estudo.

Dessa forma, como os dados utilizados para estas discussões não são exclusivos para esta pesquisa, cabe ressaltar que apesar da riqueza dos dados e da experiência de pesquisa de campo, os resultados obtidos indicam que há espaço para um aprofundamento ainda maior sobre o tema da produtividade da cana-de-açúcar nos estados de GO e MS, deixando campo aberto para novas pesquisas. Tal espaço não desmerece os resultados já apresentados; muito pelo contrário, vislumbra novas possibilidades para serem exploradas, contribuindo desse modo, com a evolução constante da ciência.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, P. Perspective of the sugarcane industry in Brazil. **Tropical plant biology**, v. 4, n. 1, p. 3-8, 2011.
- BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. D. S.; BARBOSA, G. V. D. S.; OLIVEIRA, R. A. D.; PETERNELLI, L. A.; DAROS, E. Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the Brazilian experience in network research with RIDESA. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. SPE, p. 87-98, 2012.
- CAMPOS, P. F.; ALVES JÚNIOR, J.; CASAROLI, D.; FONTOURA, P.; EVANGELISTA, A.W.P. Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado. **Eng. Agrícola Jaboticabal**, v.34, n.6, p. 1139-1149, nov./dez, 2014.
- CARVALHO, S. A. D.; FURTADO, A. T. O melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil e o desafio das mudanças climáticas globais. **Revista Gestão & Conexões**, v. 2, n. 1, p. 22-46, 2013.
- CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; BÔRGES, V. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no Estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 1, p. 171-191, 2010.
- CORRAR, L. J., PAULO, E., DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia**. São Paulo: Atlas, 2009.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. Atlas, 2011.
- CONSECANA. Disponível em:
<http://www.udop.com.br/index.php?item=consecana_index> . Acesso em: 15 jan. 2015.
- CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Taxas de ATR. 2015**. Disponível em:
<<http://www.ctcanavieira.com.br/arearestrita.html>>. Acesso em: 28 nov. 2015.
- CTC - CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Censo Varietal e de Produtividade em 2012**. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/Censo2012.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2015.
- DALCHIAVON, F. C.; DE PASSOS, M.; MONTANARI, R.; ANDREOTTI, M.; PANOSSO, A. R. Productivity of cane sugar: linear and spatial variability between components and technological production. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, 2014.
- DA FONSECA, R. G. **O paradoxo cambial e as exportações brasileiras**. Rio de Janeiro: PUCRJ, 2002.
- DEMATTE, J. L. I. Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for Brazilian conditions. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 1, p. 111-117, jan./mar., 2014.

DEMATTE, J. L. I. Variedades de cana estão devendo. **Idea News Cana & Indústria**, ano 11, n. 141, p. 16-24, ago. 2012.

DEWEY, D. R.; LU, K. H. A correlation path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 2, p. 515-518, 1959.

FERREIRA, C. A. S. **Intensidade de infestação de *Diatraea Saccharalis*, na qualidade tecnológica de variedades de cana-de-açúcar, em Goiás**. 2013. 78f. Goiania. Dissertação (Mestrado) Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2013.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. R.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: IPEA2004. (texto para Discussão 1.017).

GRANCO, G., CALDAS, M. M., BERGTOLD, J. S., SANT'ANNA, A. C. Exploring the policy and social factors fueling the expansion and shift of sugarcane production in the Brazilian Cerrado. **Geo Journal**, p. 1-18, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Sistema de Recuperação Automática – SIDRA, Tabela 1612. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=24>>. Acesso em: 25 set. 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil agrário retratado pelo Censo Agropecuário 2006**, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/comentarios.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2010.

MASSAMBANI, M.O.; CAMARA, M.R.G.; CALDARELLI, C.E. Evolução da Produtividade da Cana-de-Açúcar dos Municípios do Estado de São Paulo: 2002-2013. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS URBANOS, 13., Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Ed.UFPr, 2015. v. 1. p. 1-20.

MEURER, A. P. S.; SHIKIDA, P. F. A.; VIAN, C. E. de F. Análise da Agroindústria Canavieira nos Estados do Centro-Oeste do Brasil a partir da Matriz de Capacidades Tecnológicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 159-178, 2015.

NYKO, D.; VALENTE, M.; MILANEZ, A.; TANAKA, A.; RODRIGUES, A. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **Bionergia**. BNDES Setorial 37, p. 399-442, 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3710.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

PINO, F. A. Modelos de decisão binários: uma revisão. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 43-57, 2007.

SACHS, R. C. C. Remuneração da Tonelada de Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo. **Revista Informações Econômicas**, SP, v. 37, n. 2, p.55-66, 2007.

SILVA, E. S. **A expansão do setor sucroenergético goiano no século XXI: evolução e perspectivas futuras**. 2013. 231f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

STRACHMAN, E.; PUPIN, G. M. The Brazilian sugar and alcohol sector: evolution, production chain and innovations. **Cepal Review**, p. 179-198, 2011.

VIAN, C.E.F; BELIK, W. Os desafios para a reestruturação do complexo agroindustrial canavieiro do Centro-Sul. **Economia**, v. 4, n. 1, p.153-194, 2003.

VIAN, C.E.F; **Inércia e mudança institucional**: estratégias competitivas do complexo canavieiro no Centro-Sul do Brasil. 2002. 289 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

Com o objetivo de compreender os fatores estruturais responsáveis pela redução no ritmo da produtividade da cana-de-açúcar nas regiões de novas expansões agrícolas canavieiras, particularmente nos estados de MS e GO, esta pesquisa construiu uma trajetória densa e bastante detalhada no que concerne a resgatar o estado do conhecimento já desenvolvido sobre produtividade e cana-de-açúcar; apresentando os fatores que afetam essa produtividade; discutindo aqueles de origem estrutural; assim como correlacionando os fatores tecnológicos à produtividade da região mencionada.

Nessa direção a pesquisa percorreu três objetivos específicos, divididos em três capítulos, cada um com a configuração de um artigo científico. O primeiro artigo objetivou realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) sobre o cultivo de cana-de-açúcar no Brasil, com enfoque nos estudos sobre sua produtividade.

Pode-se considerar que a RBS realizada proporcionou uma maior cobertura dos documentos acerca da temática em análise e trouxe contribuições importantes, ao propiciar a seleção de artigos relevantes e reconhecidos pelo meio científico como de alto impacto, dando fundamental sustentação para as discussões apresentadas nesta pesquisa.

Uma dos indicativos mais importantes para esta pesquisa foi o de que, apesar de haver um grande debate na área da produção da cana-de-açúcar em publicações nacionais e internacionais, não foi localizado um documento científico que tivesse a mesma abordagem apresentada neste relatório. Tal evento fortalece a relevância desta pesquisa.

A partir de diferentes filtros de seleção e análise, os artigos adotados na RBS dessa pesquisa apresentaram cinco principais abordagens: a mecanização da colheita e do plantio; o melhoramento genético da cana; a trajetória da cultura canavieira no Brasil; a expansão da fronteira agrícola; e, por fim, a implantação da tecnologia *flex fuel* e o incentivo à produção do etanol.

Percebe-se que as abordagens foram disciplinares, em sua grande maioria, o que trouxe para essa pesquisa diversas perspectivas que puderam, juntas, compor um cenário mais sistêmico e que amparassem o problema apresentado de modo interdisciplinar, como o que aqui se propôs.

Dentre as limitações desse trabalho, reconhece-se que, embora as bases de dados científicos adotadas nesse método sejam bastante amplas e representativas, alguns documentos e artigos pertinentes a essa temática podem não ter sido identificados. A restrição de tempo

destinado à análise de uma quantidade muito grande de documentos também pode ser considerada como uma limitação dessa pesquisa

Apesar das limitações encontradas, a metodologia de pesquisa por meio da RBS proporcionou uma excelente alternativa como método de pesquisa científica, deixando as pesquisas aleatórias, para permitir uma metodologia sistemática, rigorosa e científica. Afirma-se que o domínio de instrumentos e métodos rigorosos de pesquisa científica, como a RBS, é de grande utilidade e proporciona uma melhor fundamentação para o desenvolvimento da pesquisa.

A análise sobre a evolução da expansão da produção de cana-de-açúcar em GO e MS, recorte geográfico utilizado nesta pesquisa, realizada no segundo artigo (Capítulo II) deste relatório, reforçou a relevância sobre o *locus* da pesquisa ao compará-lo com o cenário nacional de cana-de-açúcar, sobretudo na última década.

Destaca-se que o expressivo avanço da cana-de-açúcar no estado de GO ocorreu muito em função da substituição de áreas agrícolas, principalmente destinadas aos grãos, e em menor grau em áreas de pastagens. Já em MS a área para o cultivo da cana-de-açúcar teve predomínio áreas de pastagem, de acordo com os dados da pesquisa de campo.

Constatação importante foi a de que o aumento expressivo das produções de cana-de-açúcar na região pesquisada decorre muito mais do aumento de área plantada, que do aumento da produtividade. O que ressaltou ainda mais a abordagem trazida por esta pesquisa para questões sobre a produtividade.

Os resultados dessa pesquisa revelaram que fatores estruturais de base tecnológica influenciaram o crescimento da produção, resultante do aumento de área, e não em função da produtividade. Destaca-se o aumento da mecanização no processo de plantio e colheita e da pouca adoção de variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas para o Cerrado. Tais fatores tiveram influência direta e negativa nos níveis de produtividade da cultura analisada, o que corrobora com a hipótese apresentada para esta pesquisa.

Algumas limitações foram detectadas durante essa pesquisa, como a dificuldade em encontrar informações oficiais atualizadas sobre o tema pesquisado. Muitas informações e dados estatísticos sobre a cana-de-açúcar podem somente ser encontrados em sites de empresas privadas, em que apenas associados podem ter acessos.

Apresenta-se como indicativo desta pesquisa que investimentos em variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas especificamente para as regiões pesquisadas, bem como o aperfeiçoamento tecnológico dos sistemas mecanizados de plantio e colheita, podem ajudar a

recuperar o ritmo de crescimento da produtividade de cana-de-açúcar nos estados de GO e MS, e também no Brasil.

O último artigo (Capítulo III) possibilitou a avaliação da existência de relação entre a produtividade do cultivo de cana-de-açúcar e variáveis de características produtivas e tecnológicas, por meio da adoção de uma abordagem metodológica quali-quantitativa.

Os resultados desse trabalho revelaram uma discrepância entre o padrão de produção de cana-de-açúcar para os estados de MS e GO, sugerindo que parâmetros técnicos produtivos de cada um dos estados podem explicar os efeitos diretos, positivos e negativos, no nível de produtividade agrícola da cana-de-açúcar.

Embora restrito a três atributos, o modelo de regressão logística elaborado nesse trabalho permite indicar a probabilidade de se atingir *Alta Produtividade* na produção de cana-de-açúcar nos estados de MS e GO.

Uma das limitações encontradas foi que este trabalho adotou os dados de um projeto maior intitulado “*Land change in Brazil's Cerrado: ethanol and sugarcane expansion at the farm and industry scale*”, e que, portanto, tinha objetivos científicos diferentes dessa pesquisa. Dessa forma, embora rico em informações, muitas vezes a qualidade dos dados não eram adequados aos requisitos metodológicos dessa pesquisa.

Por outro lado, tal projeto proporcionou explorar por 30 dias, a atividade canavieira de 13 municípios de MS e de 17 de GO, em um total de 148 entrevistas. O contato com os produtores rurais, as visitas em suas propriedades, escritórios e até em suas residências, permitiu aproximar a literatura com a realidade encontrada no campo. A observação dos fenômenos reais geraram evidências empíricas, que motivaram essa pesquisa.

Com a conclusão dos três capítulos, considera-se que essa dissertação alcançou os objetivos pretendidos, contribuindo nos aspectos bibliográficos, técnicos e metodológicos da temática da produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar, especialmente nos estados de MS e GO.

As proposições que se abrem para pesquisas futuras são muitas, principalmente em virtude da complexidade e da importância econômica, social e ambiental que a temática engloba.

As preocupações ambientais constantes colocam necessidades de se trabalhar por alternativas energéticas renováveis, como um melhor aproveitamento de todo subproduto oriundo da cana-de-açúcar, tal qual a biomassa, além do já importante papel do etanol nesse

contexto. Por outro lado, também indicam a preservação de áreas não cultiváveis. Desse modo a eficiência produtiva também se torna sinônimo de produção sustentável.

Os custos de produção, a necessidade de produção de alimentos e a necessidade de aprimoramento tecnológico para atender às condições edafoclimáticas da região analisada, também são indicadores importantes para estudos futuros sobre produtividade da cana-de-açúcar.

A mecanização, que já se mostrou bastante eficiente em termos de custos, qualidade de trabalho e até ambientais, uma vez que dispensa a queima manual da palha, todavia, ainda abre espaço para o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e que propiciem menores perdas tanto no plantio quanto na colheita da cana.

O aprofundamento sobre as formas de organização de classe dos produtores rurais de cana-de-açúcar também podem ser indicativos relevantes para que estudos futuros verifiquem as habilidades e competências necessárias dos produtores para que estes possam atingir alta produtividade.

Por fim, as perspectivas para pesquisas futuras, partindo de todo o estado de conhecimento já construído, somando-se a ele as discussões apresentadas neste relatório de dissertação, são inúmeras e podem ser direcionadas tanto em uma abordagem disciplinar quanto interdisciplinar. Porém, é sempre importante ressaltar que a produtividade da cana-de-açúcar envolve diversos fatores estruturais e conjunturais e, portanto, torna-se um problema complexo e diante de tal complexidade, o olhar interdisciplinar torna-se quase sempre necessário.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – Lista dos 159 artigos selecionados a partir das Bases de Dados: Periódicos Capes, SciELO, SCOPUS e *Web of Science*.

Nº	Base de Dados	Título	Autores	Periódico	Data	Idioma
1	Capes	Biodiesel potential of a sugar mill integrated plant using soybean produced in sugarcane renovation fields as feedstock	Lamonica, Helcio Martins	Energy for Sustainable Development	2008	Inglês
2	Capes	Biomass for energy in the European Union - a review of bioenergy resource assessments	Bentsen, Niclas; Felby, Claus	Biotechnology for Biofuels	2012	Inglês
3	Capes	Biomass for energy in the European Union - a review of bioenergy resource assessments.(Review)	Bentsen, Niclas Scott ; Felby, Claus	Biotechnology for Biofuels	2012	Inglês
4	Capes	Cana-de-açúcar: comportamento de variedades em Piracicaba, SP Performance of sugarcane varieties in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil	Virginio Bovi; José Cione; Antonio Pereira De Camargo	Pesquisa Agropecuária Brasileira	2008	Inglês;Português;Espanhol
5	Capes	Cenários tecnológicos para a demanda por cana-de-açúcar	Barbosa, Ana Paula Paes Leme; Junior, Wilian Gatti	Future Studies Research Journal	2012	Inglês
6	Capes	Climate changes and technological advances: impacts on sugarcane productivity in tropical southern Brazil Mudanças climáticas e avanço tecnológico: impactos na produtividade da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil	Júlia Ribeiro Ferreira Gouvêa; Paulo Cesar Sentelhas; Samuel Thomazella Gazzola; Marcelo Cabral Santos	Scientia Agricola	2009	Português;Inglês
7	Capes	Eco-innovation in the Brazilian sugar-ethanol industry: a case study	Santos, David; Basso, Leonardo; Kimura, Herbert; Sobreiro, Vinicius	Brazilian Journal of Science and Technology	2015	Inglês
8	Capes	Embodied energy of sugarcane harvesters	Mantoam, Edemilson J.; Milan, Marcos ; Gimenez, Leandro M. ; Romanelli, Thiago L.	Biosystems Engineering	2014	Inglês
9	Capes	Environmental scenarios for mandatory bio-fuel blending targets: an application of intuitive logics	Conejero, Marco Antonio; Neves, Marcos Fava; Pinto, Mairun Junqueira Alves	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2010	Inglês
10	Capes	Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais usando-se o método ZAE	Oliveira, Robson A.; Santos, Roziane S. Dos; Ribeiro, Aristides; Zolnier, Sergio; Barbosa, Marcio H.P.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2012	Português
11	Capes	Estrategias de comunicación institucional en organizaciones agroindustriales: caso UNICA	Julca Briceno, Bryan Manuel; Fava Neves, Marcos	Revista Vision Gerencial	2010	Espanhol
12	Capes	Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brazil: Environmental and Social Challenges	Martinelli, Luiz A.; Filoso, Solange	Ecological Applications	2008	Inglês
13	Capes	Forecast of production of flex fuel cars and ethanol demand in Brazil in 2014/Previsão de fabricação de carros bicombustíveis e de demanda de etanol no Brasil em 2014	Santos, Cristina Tosta; Favaro, Felipe; Parente, Virginia	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2010	Inglês

14	Capes	Genesis and consolidation of the Brazilian bioethanol: A review of policies and incentive mechanisms	Rico, Julieta A. Puerto; Mercedes, Sonia S.P.; Sauer, Ildo L.	Renewable and Sustainable Energy Reviews	2010	Inglês
15	Capes	Impacto social da mecanizacao da colheita de cana-de-acucar. (Report)	De Abreu, Dirce; De Moraes, Luiz Antonio; Nascimento, Edinalva Neves; De Oliveira, Rita Aparecida	Revista Brasileira de Medicina do Trabalho	2009	Espanhol
16	Capes	Impactos sociais e ambientais da industria da cana-de-acucar	Liboni, Lara Bartocci; Cezarino, Luciana Oranges	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2012	Inglês
17	Capes	Mudancas climaticas e a cana-de-acucar no Brasil: fisiologia, conjuntura e cenario futuro.	Marin, Fabio ; Nassif, Daniel S.P.	Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental.	2013	Português
18	Capes	No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry	Hira, Anil; de Oliveira, Luiz Guilherme	Energy Policy	2009	Inglês
19	Capes	O Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar no Brasil e o Desafio das Mudanças Climáticas Globais	Carvalho, Silvia Angélica Domingues De; Furtado, Andre Tosi	Revista Gestão & Conexões	2013	Português
20	Capes	Parallel Paths to Enforcement	Coslovsky, Salo V ; Locke, Richard	Politics & Society	2013	Inglês
21	Capes	Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-acucar/Visible losses in the mechanical harvest of sugarcane	Silva, Rivonete (correspondence author)	Revista Engenharia na Agricultura	2015	Inglês
22	Capes	Political strategy formulation and implementation in the ethanol industry: a procedural model/Formulacao e execucao de estrategias politicas no setor de etanol: um modelo processual. (artículo en portugues)	Silva, Antonio Thiago Benedete; Caldeira, Carlos Afonso; Bandeira-de-Mello, Rodrigo	RAC - Revista de Administracao Contemporanea	2014	Português
23	Capes	Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (GO) Use potential and structural quality of two soils under sugarcane production in Goianésia, Goiás State, Brazil	Eduardo Da Costa Severiano; Geraldo César De Oliveira; Nilton Curi; Moacir De Souza Dias Júnior	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2009	Inglês;Português
24	Capes	Produtividade e viabilidade económica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil Productivity and economic feasibility of sugar cane in different systems of tillage in west-central Brazil	Autor: Kliass, Paulo	NACLA Report on the Americas	2011	Inglês
25	Capes	Produtividade e viabilidade económica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil Productivity and economic feasibility of sugar cane in different systems of tillage in west-central Brazil	Laércio Alves De Carvalho; Carlos Antonio Da Silva Junior; Walder Antonio Gomes DeAlbuquerque Nunes; Ismael Meurer; Walter Seraphin De Souza Júnior	Revista de Ciências Agrárias	2011	Português; Inglês; Espanhol
26	Capes	São Paulo—The “Other” Brazil: Different Pathways on Climate Change for State and Federal Governments	Lucon, Oswaldo; Goldemberg, José	The Journal of Environment & Development	2010	Inglês
27	Capes	Substâncias húmicas sobre qualidade tecnológica de variedades de cana de açúcar	Munhoz Rosato, Marina Bolonhezi, Antonio César; Zuculo Ferreira, Luiz Henrique	Scientia agraria	2010	Português

28	Capes	Sucroalcohol Sector And Agricultural Frontier Expansion In The Goiás State, Brazil. Avanço do Setor Sucroalcooleiro e Expansão da Fronteira Agrícola em Goiás	Fausto Miziara; Adriana Aparecida Silva	Pesquisa Agropecuária Tropical	2011	Português; Inglês
29	Capes	Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil Eficiência da produção de cana-de-açúcar em duas safras no Estado de São Paulo	Fábio Ricardo Marin; Maria Leonor Lopes-Assad; Eduardo Delgado Assad; Carlos Eduardo Vian; Marcelo Cabral Santos	Pesquisa Agropecuária Brasileira	2008	Português; Inglês; Espanhol
30	Capes	Sugarcane for energy – recent results and progress in Brazil	Moreira, José Roberto	Energy for Sustainable Development	2000	Inglês
31	Capes	Technological trends, global market, and challenges of bio-ethanol production	Mussatto, Solange I.; Dragone, Giuliano; Guimarães, Pedro M.R.; Silva, João Paulo A.; Carneiro, Livia M.; Roberto, Inês C.; Vicente, António; Domingues, Lucília; Teixeira, José A.	Biotechnology Advances	2010	Inglês
32	Capes	The “Difficult Game” of Selling Brazilian Ethanol: Untangling Science–Business Relationships in the Global Biofuel Policy Nexus	Newberry, Derek	The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology	2015	Inglês
33	Capes	The Brazilian biofuels industry.(Review)	Goldemberg, Jose	Biotechnology for Biofuels	2008	Inglês
34	Capes	The formation of centres of excellence in subsidiaries of first tiers in brazil: an analysis of the organizational knowledge perspective/A formacao de centros de excelencia nas subsidiarias desistemistas no brasil: uma analise sob a otica do conhecimento organizacional.	Gatti, Wilian, Jr.; Barbosa, Ana Paula Franco Paes Leme	InternexT: Revista Eletronica de Negocios Internacionais da ESPM	2013	Português
35	Capes	The importance of technological innovation in the logistics of export of ethanol/A relevancia da inovacao tecnologica no processo logistico de exportacao de etanol	Fernando Moreira De Araújo; Manuel Eduardo Ferreira; Edmar Geraldo Oliveira.	Revista Sociedade & Natureza	2012	Português; Inglês
36	Capes	The importance of technological innovation in the logistics of export of ethanol/A relevancia da inovacao tecnologica no processo logistico de exportacao de etanol	Autor: Petraglia, Jose	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2011	Inglês
37	Capes	Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul / An approach to assess the sustainability for sugarcane expansion in Mato Grosso do Sul – Brazil	Lucy Teixeira Guimarães; Ana Paula Dias Turetta; Heitor Luis Costa Coutinho	Revista Sociedade & Natureza	2010	Português; Inglês
38	Capes	Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de Goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar	Barbalho, Maria Gonçalves Da Silva; De - Campos, Alfredo Borges	Boletim Goiano de Geografia	2010	Português
39	Capes	What do we know about the yeast strains from the Brazilian fuel ethanol industry?	Della - Bianca, Bianca Eli; Basso, Thiago Olietta; Stambuk, Boris Ugarte; Basso, Luiz Carlos; Gombert, Andreas Karoly	Applied Microbiology and Biotechnology	2013	Inglês

40	SciELO	A comprehensive analysis of the current and future role of biofuels for transport in the European Union (EU) / Análise geral do papel atual e futuro dos biocombustíveis nos transportes na União Europeia (UE)	Massimo, Raboni; Paolo, Viotti; Andrea G., Capodaglio.	Rev. Ambient. Água	2015	Inglês
41	SciELO	A rede política canavieira e seus recursos de poder em Goiás / The sugar cane political network and its power resources in the Goiás state, Brazil	Artêmio Ferreira, Picanço Filho; Joel Orlando Bevilaqua, Marin.	Pesqui. Agropecu. Trop.	2012	Português
42	SciELO	Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress / Desempenho agrônômico de famílias de cana-de-açúcar em resposta ao déficit hídrico	Marcelo de Almeida, Silva; Rogério Augusto Bremm, Soares; Marcos Guimarães de Andrade, Landell; Mário Pércio, Campana.	Bragantia	2008	Inglês
43	SciELO	Análise de seis sistemas de recolhimento do palhço na colheita mecânica da cana-de-açúcar / Analysis of six systems of trash recovery in mechanical harvesting of sugarcane	Marcio B., Michelazzo; Oscar A., Braunbeck.	Rev. bras. eng. agríc. ambient.	2008	Português
44	SciELO	Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos / Fertigation with vinasse in sugarcane crop: Effect on the soil and on productivity	Aletéia P. M. da, Silva; José A. M., Bono; Francisco de A. R., Pereira.	Rev. bras. eng. agríc. ambient.	2014	Português
45	SciELO	Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás / Sucroalcohol sector and agricultural frontier expansion in the Goiás state, Brazil	Adriana Aparecida, Silva; Fausto, Mizziara.	Pesqui. Agropecu. Trop.	2011	Português
46	SciELO	Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets / Capacidade do processo de corte de rebolos de cana-de-açúcar colhidos mecanicamente	Paulo Rodrigues, Pelloia; Marcos, Milan; Thiago Libório, Romanelli.	Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)	2010	Inglês
47	SciELO	Climate changes and technological advances: impacts on sugarcane productivity in tropical southern Brazil / Mudanças climáticas e avanço tecnológico: impactos na produtividade da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil	Júlia Ribeiro Ferreira, Gouvêa; Paulo Cesar, Sentelhas; Samuel Thomazella, Gazzola; Marcelo Cabral, Santos.	Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)	2009	Inglês
48	SciELO	Combinação de métodos paramétricos e não-paramétricos na análise de estabilidade de cultivares de cana-de-açúcar / Combination parametric and non-parametric methods for stability analysis of sugarcane cultivars	Norberto Antonio, Lavorenti; Sizuo, Matsuoka.	Pesq. agropec. bras.	2001	Português
49	SciELO	Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade / Soil compaction and compressibility parameters in relation to management systems and water content	Apolino José Nogueira da, Silva; Mário Sérgio Vaz, Cabeda.	Rev. Bras. Ciênc. Solo	2006	Português
50	SciELO	Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar / Comparison of regression methods for evaluation of phenotypic stability in sugarcane	Leonardo Novaes, Rosse; Roland, Vencovsky; Daniel Furtado, Ferreira.	Pesq. agropec. bras.	2002	Português

51	SciELO	Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar / Statistical control applied in the process of mechanical sugar cane harvest	Rouverson P. da, Silva; Caio F., Corrêa; Jorge W., Cortez; Carlos E. A., Furlani.	Eng. Agríc.	2008	Português
52	SciELO	Correlation of physical and chemical attributes of soil with sugarcane yield / Correlação de atributos físicos e químicos do solo com a produtividade de cana-de-açúcar	Domingos Guilherme Pellegrino, Cerri; Paulo Sérgio Graziano, Magalhães.	Pesq. agropec. bras.	2012	Inglês
53	SciELO	Desempenho de cortadores de base para colhedoras de cana-de-açúcar com lâminas serrilhadas e inclinadas / Performance of basecutter of sugarcane harvester with angled and serrated blades	Roberto da C., Mello; Harry, Harris.	Rev. bras. eng. agríc. ambient.	2003	Português
54	SciELO	Desempenho social no agronegócio brasileiro: aplicando DEA no segmento de usinas de processamento de cana-de-açúcar	Marcelo Alvaro da Silva, Macedo; Fabrício Carvalho, Cípola; Antonio Francisco Ritter, Ferreira.	Rev. Econ. Sociol. Rural	2010	Português
55	SciELO	Energy potential of sugar cane biomass in Brazil / Potencial da energia de biomassa da cana-de-açúcar no Brasil	Tomaz Caetano Cannavam, Rípoli; Walter Francisco, Molina Jr.; Marco Lorenzo Cunali, Rípoli.	Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)	2000	Inglês
56	SciELO	Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar utilizando o Sebal e imagens Landsat / Sugarcane yield estimates using Sebal and Landsat images	Ricardo Guimarães, Andrade; Gilberto, Sediya; Vicente Paulo, Soares; José Marinaldo, Gleriani; Sady Junior Martins da Costa, Menezes.	Rev. bras. meteorol.	2014	Português
57	SciELO	Evaluation of five sugar cane planters / Ensaios de cinco plantadoras de cana-de-açúcar	Marco L. C., Rípoli; Tomaz C. C., Rípoli.	Eng. Agríc.	2010	Inglês
58	SciELO	Expansão canavieira e ocupação formal em empresas sucroalcooleiras do Centro-Sul do Brasil, entre 2007 e 2009	José Giacomo, Baccarin; José Jorge, Gebara; Júlio Cesar, Borges Júnior.	Rev. Econ. Sociol. Rural	2011	Português
59	SciELO	Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the brazilian experience in network research with RIDESA / Melhoramento genético da cana-de-açúcar para bioenergia: a experiência brasileira de pesquisa em rede com a RIDESA	Márcio Henrique Pereira, Barbosa; Marcos Deon Vilela, Resende; Luiz Antônio dos Santos, Dias; Geraldo Veríssimo de Souza, Barbosa; Ricardo Augusto de, Oliveira; Luiz Alexandre, Peternelli; Edelclaiton, Daros.	Crop Breed. Appl. Biotechnol.	2012	Inglês
60	SciELO	Harvest managements and cultural practices in sugarcane / Sistemas de manejo de colheita e tratos culturais na cultura da cana-de-açúcar	Sérgio Gustavo Quassi de, Castro; Henrique Coutinho Junqueira, Franco; Miguel Ângelo, Mutton.	Rev. Bras. Ciênc. Solo	2014	Inglês
61	SciELO	Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção da cana-de-açúcar / Identification and analysis of the critical variables in the sugar cane production process	Cassiano M., Campos; Marcos, Milan; Luiz F. F., Siqueira.	Eng. Agrícola	2008	Português
62	SciELO	Identification of grain areas replaced by sugarcane and analysis of the relationship with family farming production in the state of Goiás / Identificação de áreas de	Maria A., Petrini; Jansle V., Rocha.	Eng. Agríc.	2014	Inglês

		grãos substituídas por cana-de-açúcar e análise da relação com a produção agrícola familiar no estado de Goiás				
63	SciELO	Impactos da política americana de estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra	Angelo Costa, Gurge.	Rev. Econ. Sociol. Rural	2011	Português
64	SciELO	Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais: efeito na resposta esperada com a seleção / Family by environment interaction in sugarcane: effect on the expected response to selection	José Antonio, Bressiani; Roland, Vencovsky; William Lee, Burnquist.	Bragantia	2002	Português
65	SciELO	Least limiting water range in assessing compaction in a Brazilian Cerrado latosol growing sugarcane / Intervalo hídrico ótimo na avaliação da compactação em um latossolo do cerrado brasileiro cultivado com cana-de-açúcar	Wainer Gomes, Gonçalves; Eduardo da Costa, Severiano; Fabiano Guimarães, Silva; Kátia Aparecida de Pinho, Costa; Wellingthon da Silva, Guimarães-Junnyor; Gabriel Bressiani, Melo.	Rev. Bras. Ciênc. Solo	2014	Inglês
66	SciELO	Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro / Climate change and the sugarcane in Brazilian: Physiology, conjuncture and future scenario	Fabio, Marin; Daniel S. P., Nassif.	Rev. bras. eng. agríc. ambient.	2013	Português
67	SciELO	Parâmetros biométricos e produtividade da cana-de-açúcar após tombamento dos colmos / Biometric parameters and productivity of sugarcane after stalk lodging	Samira Domingues, Carlin; Marcelo de Almeida, Silva; Raffaella, Rossetto.	Bragantia	2008	Português
68	SciELO	Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita / Height of cut and harvest period effects on tillering and yield of sugarcane	Marcelo de Almeida, Silva; Elisangela Marques, Jeronimo; Alessandro Dal'Col, Lúcio.	Pesq. agropec. bras.	2008	Português
69	SciELO	Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos / Yield potential of sugarcane under drip irrigation in function of varieties and crop cycles	Marcelo de A., Silva; Marcel T., Arantes; Andressa F. de L., Rhein; Glauber J. C., Gava; Oriel T., Kolln.	Rev. bras. eng. agríc. ambient.	2014	Português
70	SciELO	Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas / Productivity of sugarcane after previous legumes crop	Edmilson José, Ambrosano; Heitor, Cantarella; Gláucia Maria Bovi, Ambrosano; Eliana Aparecida, Schammas; Fábio Luis Ferreira, Dias; Fabrício, Rossi; Paulo Cesar Ocheuze, Trivelin; Takashi, Muraoka; Raquel Castellucci Caruso, Sachs; Rozario, Azcón.	Bragantia	2011	Português
71	SciELO	Produtividade e viabilidade econômica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil / Productivity and economic feasibility of sugar cane in different systems of tillage in west-central Brazil	Laércio Alves de, Carvalho; Carlos Antonio da, Silva Junior; Walder Antonio Gomes de Albuquerque, Nunes; Ismael, Meurer; Walter Seraphin de, Souza Júnior.	Rev. de Ciências Agrárias	2011	Português
72	SciELO	Resistência à compressão e remoção de folhas da cana-de-açúcar visando à colheita mecânica / Resistance to	Paulo S. G., Magalhães; Oscar A., Braunbeck; Natasha B., Pagnano.	Eng. Agríc.	2004	Português

		compression and leaves removal of sugarcane for mechanical harvesting				
73	SciELO	Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica	Marcos Fava, Neves; Marco Antonio, Conejero.	Econ. Apl.	2007	Português
74	SciELO	Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar / Harvest systems and residue management of sugarcane	Zigomar Menezes de, Souza; Renato de Mello, Prado; Antônio Claret Strini, Paixão; Luiz Gilberto, Cesarin.	Pesq. agropec. bras.	2005	Português
75	SciELO	Spatial variability of soil attributes and sugarcane yield in relation to topographic location / Variabilidade espacial de atributos do solo e produtividade da cultura de cana-de-açúcar em relação a localização topográfica	Zigomar M. de, Souza; Domingos G. P., Cerri; Paulo S. G., Magalhães; Diego S., Siqueira.	Rev. bras. eng. agríc. ambient.	2010	Inglês
76	SciELO	Sugarcane productivity correlated with physical-chemical attributes to create soil management zone / Produtividade de cana-de-açúcar correlacionada com atributos físico-químicos do solo visando à criação de zonas de manejo	Flávio Carlos, Dalchiavon; Morel de Passos e, Carvalho; Rafael, Montanari; Marcelo, Andreotti.	Rev. Ceres	2013	Inglês
77	SciELO	The environmental vulnerability and the territorial planning of the sugarcane cultivation / A vulnerabilidade ambiental e o planejamento territorial do cultivo de cana-de-açúcar	Carolina de Oliveira, Jordão; Evandro Mateus, Moretto.	Ambient. soc.	2015	Português
78	SciELO	Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano / Varieties of sugarcane to supplemental irrigation in brazilian savanna	Patrick F., Campos; José, Alves Júnior; Derblai, Casaroli; Patricia R., Fontoura; Adão W. P., Evangelista.	Eng. Agríc.	2014	Português
79	Scopus	A method for strategic planning of food and bioenergy chains (CHAINPLAN) applied to the sugarcane chain in Brazil	Neves, M.F., Trombin, V.G., Conejero, M.A.	Journal on Chain and Network Science	2010	Inglês
80	Scopus	Agronomic capability of mechanized sugarcane planting	Voltarelli, M.A., da Silva, R.P., Zerbato, C., Silva, V.F.A., Cavichioli, F.A.	Australian Journal of Crop Science	2014	Inglês
81	Scopus	Análise da agroindústria canavieira nos estados do centro-oeste do Brasil a partir da matriz de capacidades tecnológicas	Meurer, A.P.S., Shikida, P.F.A., de Freitas Vian, C.E.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2015	Português
82	Scopus	Analysis of six systems of trash recovery in mechanical harvesting of sugarcane [Análise de seis sistemas de recolhimento do palhico na colheita mecânica da cana-de-açúcar]	Michelazzo, M.B., Braunbeck, O.A.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2008	Português
83	Scopus	Analyzing the costs and efficiency in the sugarcane farms using data envelopment analysis	Oliveira, T.B.A., Bornia, A.C., Silveira, S.F.R., Drumond, A.M., de Oliveira, M.W.	Custos e Agronegocio	2014	Inglês
84	Scopus	Bioethanol - Brazil, 30 years of Proálcool	Andrietta, M.G.S., Andrietta, S.R., Steckelberg, C., Stupello, E.N.A.	International Sugar Journal	2007	Inglês
85	Scopus	Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets [Capacidade do processo de corte de rebolos de cana-de-açúcar colhidos mecanicamente]	Peloia, P.R., Milan, M., Romanelli, T.L.	Scientia Agrícola	2010	Português

86	Scopus	Climate change and the sugarcane in Brazilian: Physiology, conjuncture and future scenario [Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro]	Marin, F., Nassif, D.S.P.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2013	Inglês/Português
87	Scopus	Climate Change Scenarios and Their Impact on Water Balance and Sugarcane Yield in Southern Brazil	dos Santos, D.L., Sentelhas, P.C.	Sugar Tech	2014	Inglês
88	Scopus	Climate changes and technological advances: Impacts on sugarcane productivity in tropical Southern Brazil [Mudanças climáticas e avanço tecnológico: Impactos na produtividade da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil]	Gouvêa, J.R.F., Sentelhas, P.C., Gazzola, S.T., Santos, M.C.	Scientia Agrícola	2009	Português
89	Scopus	Combination parametric and non-parametric methods for stability analysis of sugarcane cultivars [Combinação de métodos paramétricos e não-paramétricos na análise de estabilidade de cultivares de cana-de-açúcar]	Lavorenti, N.A., Matsuoka, S.	Pesquisa Agropecuaria Brasileira	2001	Português
90	Scopus	Comparison of regression methods for evaluation of phenotypic stability in sugarcane [Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar]	Rosse, L.N., Vencovsky, R., Ferreira, D.F.	Pesquisa Agropecuaria Brasileira	2002	Português
91	Scopus	Economic feasibility of sugar and ethanol production in Brazil under alternative future prices outlook	Rezende, M.L., Richardson, J.W.	Agricultural Systems	2015	Inglês
92	Scopus	Effect of Sugarcane Burning or Green Harvest Methods on the Brazilian Cerrado Soil Bacterial Community Structure	Rachid, C.T.C.C., Santos, A.L., Piccolo, M.C., Balieiro, F.C., Coutinho, H.L.C., Peixoto, R.S., Tiedje, J.M., Rosado, A.S.	PLoS ONE	2013	Inglês
93	Scopus	Empirical research - Setor sucroenergético in Brazil - From the experts' mouths	Kaup, F.	Contributions to Economics	2015	Inglês
94	Scopus	Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil	Ferreira Filho, J.B.D.S., Horridge, M.	Land Use Policy	2014	Inglês
95	Scopus	Ethanol from sugarcane in Brazil: A 'midway' strategy for increasing ethanol production while maximizing environmental benefits	Buckeridge, M.S., de Souza, A.P., Arundale, R.A., Anderson-Teixeira, K.J., Delucia, E.	GCB Bioenergy	2012	Inglês
96	Scopus	Evaluation of five sugar cane planters [Ensaio de cinco plantadoras de cana-de-açúcar]	Rípoli, M.L.C., Rípoli, T.C.C.	Engenharia Agrícola	2010	Português
97	Scopus	Expansão Agrícola, Preços e Apropriação de Terra Por Estrangeiros no Brasil	Sauer, S., Leite, S.P.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2012	Português
98	Scopus	Explaining the reductions in Brazilian sugarcane ethanol production costs: Importance of technological change	Chen, X., Nuñez, H.M., Xu, B.	GCB Bioenergy	2015	Inglês
99	Scopus	Identification and analysis of the critical variables in the sugar cane production process [Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção da cana-de-açúcar]	Campos, C.M., Milan, M., Siqueira, L.F.F.	Engenharia Agrícola	2008	Português

100	Scopus	Identification of grain areas replaced by sugarcane and analysis of the relationship with family farming production in the state of goiás	Petrini, M.A., Rocha, J.V.	Engenharia Agricola	2014	Inglês
101	Scopus	Impact of sugarcane cultivation on the biological attributes of an oxisol in the Brazilian savannah [Impacto do cultivo da cana-de-açúcar nos atributos biológicos em latossolo no cerrado Brasileiro]	Borges, L.A.B., Ramos, M.L.G., Vivaldi, L.J., Fernandes, P.M., Madari, B.E., Soares, R.A.B., Fontoura, P.R.	Bioscience Journal	2014	Inglês/Português
102	Scopus	Impactos da política Americana de Estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra	Gurgel, A.C.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2011	Português
103	Scopus	Investments of oil majors in liquid biofuels: The role of diversification, integration and technological lock-ins	Oberling, D.F., Obermaier, M., Szklo, A., La Rovere, E.L.	Biomass and Bioenergy	2012	Inglês
104	Scopus	Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil [Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo]	Lourenzani, W.L., Caldas, M.M.	Ciencia Rural	2014	Português
105	Scopus	Measurement of sugar cane Chain in Brazil	Neves, M.F., Trombin, V.G., Consoli, M.A.	International Food and Agribusiness Management Review	2010	Inglês
106	Scopus	Nutritional state and productivity of organic sugarcane in Goias, Brazil	De Araújo Barbosa Borges, L., Emöke Madari, B., Mozena Leandro, W., Marçal Fernandes, P., Da Silva, E.A., Da Silva, M.R., Da Silva, M.A.S.	Journal of Agronomy	2015	Inglês
107	Scopus	Perspective of the Sugarcane Industry in Brazil	Arruda, P.	Tropical Plant Biology	2011	Inglês
108	Scopus	Plurality in different groupings: Sugarcane supply in Brazil	Feltre, C., de Oriani e Paulillo, L.F.	British Food Journal	2015	Inglês
109	Scopus	Potential and Actual Sugarcane Yields in Southern Brazil as a Function of Climate Conditions and Crop Management	Monteiro, L.A., Sentelhas, P.C.	Sugar Tech	2014	Inglês
110	Scopus	Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil	Hunke, P., Roller, R., Zeilhofer, P., Schröder, B., Mueller, E.N.	Geoderma Regional	2015	Inglês
111	Scopus	Statistical control applied in the process of mechanical sugar cane harvest [Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar]	Da Silva, R.P., Corrêa, C.F., Cortez, J.W., Furlani, C.E.A.	Engenharia Agricola	2008	Português
112	Scopus	Sugarcane value chain crucial time: The point of view of its industry	Conejero, M.A., Ponce, R.	International Sugar Journal	2012	Inglês
113	Scopus	The biotechnology roadmap for sugarcane improvement	Hotta, C.T., Lembke, C.G., Domingues, D.S., Ochoa, E.A., Cruz, G.M.Q., Melotto-Passarin, D.M., Marconi, T.G., Santos, M.O., Mollinari, M., Margarido, G.R.A., Crivellari, A.C., dos Santos, W.D., de Souza, A.P., Hoshino, A.A., Carrer, H.,	Tropical Plant Biology	2010	Inglês

			Souza, A.P., Garcia, A.A.F., Buckeridge, M.S., Menossi, M., van Sluys, M.-A., Souza, G.M.			
114	Scopus	The brazilian sugar and alcohol sector: Evolution, productive chain and innovations	Strachman, E., Pupin, G.M.	Cepal Review	2011	Inglês
115	Scopus	The Brazilian sugarcane ethanol industry's approach to certification	Desplechin, E.	Zuckerindustrie	2010	Inglês
116	Scopus	The Economic Growth Impacts of Sugarcane Expansion in Brazil: An Inter-regional Analysis	Deuss, A.	Journal of Agricultural Economics	2012	Inglês
117	Scopus	The role of Brazil in the world sugar market	Nastari, P.M.	Zuckerindustrie	2002	Inglês
118	Scopus	Use potential and structural quality of two soils under sugarcane production in Goianésia, Goiás State, Brazil [Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (go)]	Severiano, E.C., de Oliveira, G.C., Curi, N., Dias Júnior, M.S.	Revista Brasileira de Ciencia do Solo	2009	Inglês/Português
119	Scopus	Variability of soil fertility properties in areas planted to sugarcane in the State of Goiás, Brazil [variabilidade de atributos de fertilidade do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Estado de Goiás]	Cardoso, J.A., Lacerda, M.P.C., Rein, T.A., dos Santos Junior, J.D.G., de Figueiredo, C.C.	Revista Brasileira de Ciencia do Solo	2014	Inglês/Português
120	Scopus	Varieties of sugarcane to supplemental irrigation in brazilian savanna [Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano]	Campos, P.F., Júnior, J.A., Casaroli, D., Fontoura, P.R., Evangelista, A.W.P.	Engenharia Agrícola	2014	Português
121	Web of Science	Identification Of Grain Areas Replaced By Sugarcane And Analysis Of The Relationship With Family Farming Production In The State Of Goiás	Petrini, Maria A.; Rocha, Jansle V.	Engenharia Agrícola	2014	Inglês
122	Web of Science	A top-down approach to assess physical and ecological limits of biofuels	Castro, Carlos; Carpintero, Oscar; Frechoso, Fernando; Mediavilla, Margarita; de Miguel, Luis J.	Energy	2014	Inglês
123	Web of Science	Análise de seis sistemas de recolhimento do palhço na colheita mecânica da cana-de-açúcar; Analysis of six systems of trash recovery in mechanical harvesting of sugarcane	Michelazzo, Marcio B.; Braunbeck, Oscar A.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2008	Português
124	Web of Science	Analyzing the costs and efficiency in the sugarcane farms using data envelopment analysis	Oliveira, Terezinha Bezerra Albino; Bornaia, Antonio Cezar; Ramos Silveira, Suely de Fatima; Drumond, Alexandre Matos; de Oliveira, Mauro Wagner	Custos e Agronegocio On Line	2014	Português
125	Web of Science	Assessing Damage Caused By Accidental Vehicle Traffic On Sugarcane Ratoon	de Paula, V. R.; Molin, J. P.	Applied Engineering In Agriculture	2013	Inglês
126	Web of Science	Basecutter blades wear in quality of mechanized harvesting	Cassia, Marcelo Tufaile; da Silva, Rouverson Pereira; Strini Paixao, Carla Segatto; Bertonha, Rafael Scabelo; Cavichioli, Fabio Alexandre	Ciência Rural	2014	Português

127	<i>Web of Science</i>	Biofuels and Land Use Change: Sugarcane and Soybean Acreage Response in Brazil	Hausman, Catherine	Environmental & Resource Economics	2012	Inglês
128	<i>Web of Science</i>	Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets	Peloia, Paulo Rodrigues; Milan, Marcos; Romanelli, Thiago Liborio;	Scientia Agricola	2010	Inglês
129	<i>Web of Science</i>	Carbon Accounting and Economic Model Uncertainty of Emissions from Biofuels-Induced Land Use Change	Plevin, Richard J.; Beckman, Jayson; Golub, Alla A.; Witcover, Julie; O'Hare, Michael	Environmental Science & Technology	2015	Inglês
130	<i>Web of Science</i>	Climate Change Scenarios and Their Impact on Water Balance and Sugarcane Yield in Southern Brazil	dos Santos, Dayana L.; Sentelhas, Paulo C.	Sugar Tech	2014	Inglês
131	<i>Web of Science</i>	Data Envelopment Analysis (Dea) Application For The Relative Evaluation On The Operational Efficiency Of Sugar Cane Mills In Brazil	Salgado Junior, Alexandre P.; Carlucci, Fabio V.; Novi, Juliana C.	Engenharia Agrícola	2014	Português
132	<i>Web of Science</i>	Determinantes da localização da agroindústria canavieira nos municípios de Minas Gerais	Siqueira, Paulo Henrique de Lima; Castro Júnior, Luiz Gonzaga de	Revista de Economia e Sociologia Rural	2013	Português
133	<i>Web of Science</i>	Economic efficiency of two baling systems for sugarcane straw	Lemos, S. V.; Denadai, M. S.; Guerra, S. P. S.; Esperancini, M. S. T.; Bueno, O. C.; Takitane, I. C.	Industrial Crops And Products	2014	Inglês
134	<i>Web of Science</i>	Economic impact of sugarcane (<i>Saccharum</i> spp.) loss in mechanical harvesting	dos Santos, Neisvaldo Barbosa; Fernandes, Haroldo Carlos; Gadanha Junior, Casimiro Dias	Cientifica (Jaboticabal)	2015	Inglês
135	<i>Web of Science</i>	Embodied energy of sugarcane harvesters	Mantoam, Edemilson J.; Milan, Marcos; Gimenez, Leandro M.; Romanelli, Thiago L.	Biosystems Engineering	2014	Inglês
136	<i>Web of Science</i>	Evaluation Of Five Sugar Cane Planters	Ripoli, Marco L. C.; Ripoli, Tomaz C. C.	Engenharia Agrícola	2010	Inglês
137	<i>Web of Science</i>	Explaining the reductions in Brazilian sugarcane ethanol production costs: importance of technological change	Chen, Xiaoguang; Nunez, Hector M.; Xu, Bing	Global Change Biology Bioenergy	2015	Inglês
138	<i>Web of Science</i>	Food security, the labor market, and poverty in the Brazilian bio-economy	de Souza Ferreira Filho, Joaquim Bento	Agricultural Economics	2013	Inglês
139	<i>Web of Science</i>	Greenhouse gas balances and land use changes associated with the planned expansion (to 2020) of the sugarcane ethanol industry in Sao Paulo, Brazil	Egeskog, A.; Freitas, F.; Berndes, G.; Sparouek, G.; Wirsenius, S	Biomass & Bioenergy	2014	Inglês
140	<i>Web of Science</i>	Hidden costs of a typical embodied energy analysis: Brazilian sugarcane ethanol as a case study	Agostinho, Feni; Siche, Raul	Biomass & Bioenergy	2014	Inglês
141	<i>Web of Science</i>	Impact of mechanization and previous burning reduction on GHG emissions of sugarcane harvesting operations in Brazil	Capaz, Rafael Silva; Barreto Carvalho, Vanessa Silveira; Horta Nogueira, Luiz Augusto	Applied Energy	2013	Inglês
142	<i>Web of Science</i>	Impact Of Sugarcane Cultivation On The Biological Attributes Of An Oxisol In The Brazilian Savannah	Barbosa Borges, Lurdineide de Araujo; Gerosa Ramos, Maria Lucrecia; Vivaldi, Lucio Jose; Fernandes, Paulo Marcal; Madari, Beata Emoeke; Bremm Soares,	Bioscience Journal	2014	Inglês

			Rogério Augusto; Fontoura, Patricia Rezende			
143	<i>Web of Science</i>	Impactos do crescimento da produção de cana-de-açúcar na agricultura dos oito maiores estados produtores	Aguiar, Cristiane de Jesus; Souza, Paulo Marcelo de	Revista Ceres	2014	Português
144	<i>Web of Science</i>	Investment Potential for New Sugarcane Plants in Brazil Based on Assessment of Operational Efficiency	Salgado Junior, Alexandre Pereira; Carlucci, Fabio Vogelaar; Grespan Bonacim, Carlos Alberto; Novi, Juliana Chiaretti; Pacagnella Junior, Antonio Carlos	International Food And Agribusiness Management Review	2014	Inglês
145	<i>Web of Science</i>	Knowledge, an underexploited input for increasing not only cane productivity	Chudasama, Arvind	International Sugar Journal	2014	Inglês
146	<i>Web of Science</i>	Land use change from the sugar cane expansion in the western region of Sao Paulo state, Brazil	Lourenzani, Wagner Luiz; Caldas, Marcellus Marques	Ciência Rural	2014	Português
147	<i>Web of Science</i>	Least Limiting Water Range In Assessing Compaction In A Brazilian Cerrado Latosol Growing Sugarcane	Goncalves, Wainer Gomes; Severiano, Eduardo da Costa; Silva, Fabiano Guimaraes; de Pinho Costa, Katia Aparecida; Guimaraes Junnyor, Wellingthon da Silva; Melo, Gabriel Bressiani	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2014	Inglês
148	<i>Web of Science</i>	Meeting the global demand for biofuels in 2021 through sustainable land use change policy	Goldemberg, Jose; Mello, Francisco F. C.; Cerri, Carlos E. P.; Davies, Christian A.; Cerri, Carlos C.; Cerri, Carlos C.	Energy Policy	2014	Inglês
149	<i>Web of Science</i>	Potential and Actual Sugarcane Yields in Southern Brazil as a Function of Climate Conditions and Crop Management	Monteiro, Leonardo A.; Sentelhas, Paulo C.	Sugar Tech	2014	Inglês
150	<i>Web of Science</i>	Productivity Of Cane Sugar: Linear And Spatial Variability Between Components And Technological Production	Dalchiavon, Flavio Carlos; de Passos e Carvalho, Morel; Montanari, Rafael; Andreotti, Marcelo; Panosso, Alan Rodrigo	BIOSCIENCE JOURNAL	2014	Português
151	<i>Web of Science</i>	Produtividade e viabilidade econômica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil	Carvalho, Laércio Alves de; Silva Junior, Carlos Antonio da; Nunes, Walder Antonio Gomes de Albuquerque; Meurer, Ismael; Souza Júnior, Walter Seraphin de	Revista de Ciências Agrárias	2011	Português
152	<i>Web of Science</i>	Soil carbon, nitrogen and phosphorus changes under sugarcane expansion in Brazil	Franco, Andre L. C.; Cherubin, Mauricio R.; Pavinato, Paulo S.; Cerri, Carlos E. P.; Six, Johan; Davies, Christian A.; Cerri, Carlos C.	Science of The Total Environment	2015	Inglês
153	<i>Web of Science</i>	Spatial Analysis Of The Sugarcane Crop Burning Reduction: Future Perspectives To The Fulfillment Of The Agri-Environmental Protocol	de Novaes, Maikon R.; Rudorff, Bernardo F. T.; de Almeida, Claudia M.; de Aguiar, Daniel A.	Engenharia Agrícola	2011	Português
154	<i>Web of Science</i>	Sugarcane ethanol production in Brazil: an expansion model sensitive to socioeconomic and environmental concerns	Sparovek, Gerd; Berndes, Goran; Egeskog, Andrea; Mazzaro de Freitas, Flavio Luiz; Gustafsson, Stina; Hansson, Julia	Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr	2007	Inglês

155	<i>Web of Science</i>	The Brazilian sugarcane innovation system	Furtado, Andre Tosi; Gaya Scandiffio, Mirna Ivonne; Barbosa Cortez, Luis Augusto	Energy Policy	2011	Inglês
156	<i>Web of Science</i>	The potential for first-generation ethanol production from sugarcane	Goldemberg, Jose; Guardabassi, Patricia	Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr	2010	Inglês
157	<i>Web of Science</i>	Use Potential And Structural Quality Of Two Soils Under Sugarcane Production In Goianesia, Goias State, Brazil	Severiano, Eduardo da Costa; de Oliveira, Geraldo Cesar; Curi, Nilton; Dias, Moacir de Souza, Jr.	Revista Brasileira De Ciência Do Solo	2009	Português
158	<i>Web of Science</i>	Variability Of Soil Fertility Properties In Areas Planted To Sugarcane In The State Of Goias, Brazil	Cardoso, Jose Avelino; Coelho Lacerda, Marilusa Pinto; Rein, Thomaz Adolpho; dos Santos Junior, Joao de Deus Gomes; de Figueiredo, Cicero Celio	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2014	Inglês
159	<i>Web of Science</i>	Varieties Of Sugarcane To Supplemental Irrigation In Brazilian Savanna [Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano]	Campos, Patrick F.; Alves Junior, Jose; Casaroli, Derblai; Fontoura, Patricia R.; Evangelista, Adao W. P.	Engenharia Agrícola	2014	Português

APÊNDICE 2 – Base de dados (catalogação) com 131 artigos selecionados a partir de quatro filtros.

Contagem	Base de Dados	Título	Autores	Periódico	Data
1	Capes	Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-acucar/ <i>Visible losses in the mechanical harvest of sugarcane</i>	Da Silva, Rivonete (correspondence author)	Revista Engenharia na Agricultura	2015
2	Capes	<i>The “Difficult Game” of Selling Brazilian Ethanol: Untangling Science–Business Relationships in the Global Biofuel Policy Nexus</i>	Newberry, Derek	The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology	2015
3	Capes	<i>Eco-innovation in the Brazilian sugar-ethanol industry: a case study</i>	Santos, David; Basso, Leonardo; Kimura, Herbert; Sobreiro, Vinicius	Brazilian Journal of Science and Technology	2015
4	Capes	<i>Political strategy formulation and implementation in the ethanol industry: a procedural model/Formulacao e execucao de estrategias politicas no setor de etanol: um modelo processual (articulo en portugues)</i>	Da Silva, Antonio Thiago Benedete; Caldeira, Carlos Afonso; Bandeira-de-Mello, Rodrigo	RAC - Revista de Administracao Contemporanea	2014
5	Capes	<i>Embodied energy of sugarcane harvesters</i>	Mantoam, Edemilson J; Milan, Marcos; Gimenez, Leandro M; Romanelli, Thiago L.	Biosystems Engineering	2014
6	Capes	<i>Parallel Paths to Enforcement</i>	Coslovsky, Salo V; Locke, Richard	Politics & Society	2013
7	Capes	O Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar no Brasil e o Desafio das Mudanças Climáticas Globais	Carvalho, Silvia Angélica Domingues De; Furtado, Andre Tosi	Revista Gestão & Conexões	2013
8	Capes	<i>The formation of centres of excellence in subsidiaries of first tiers in brazil: an analysis of the organizational knowledge perspective/A formacao de centros de excelencia nas subsidiarias desistemistas no brasil: uma analise sob a otica do conhecimento organizacional.</i>	Gatti, Wilian, Jr; Barbosa, Ana Paula Franco Paes Leme	InternexT: Revista Eletronica de Negocios Internacionais da ESPM	2013
9	Capes	<i>What do we know about the yeast strains from the Brazilian fuel ethanol industry?</i>	Della - Bianca, Bianca Eli; Basso, Thiago Olitta; Stambuk, Boris Ugarte; Basso, Luiz Carlos; Gombert, Andreas Karoly	Applied Microbiology and Biotechnology	2013

10	Capes	Estimativa da produtividade da cana-de-acucar para as principais regioes produtoras de Minas Gerais usando-se o metodo ZAE	Oliveira, Robson A; Santos, Roziane S. Dos; Ribeiro, Aristides; Zolnier, Sergio; Barbosa, Marcio H.P.	Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental	2012
11	Capes	Cenarios tecnologicos para a demanda por cana-de-acucar	Barbosa, Ana Paula Paes Leme; Junior, Wilian Gatti	Future Studies Research Journal	2012
12	Capes	<i>Biomass for energy in the European Union - a review of bioenergy resource assessments</i>	Bentsen, Niclas; Felby, Claus	Biotechnology for Biofuels	2012
13	Capes	<i>The importance of technological innovation in the logistics of export of ethanol/A relevancia da inovacao tecnologica no processo logistico de exportacao de etanol</i>	Fernando Moreira De Araújo; Manuel Eduardo Ferreira; Edmar Geraldo Oliveira	Revista Sociedade & Natureza	2012
14	Capes	Impactos sociais e ambientais da industria da cana-de-acucar	Liboni, Lara Bartocci; Cezarino, Luciana Oranges	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2012
15	Capes	Produtividade e viabilidade económica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil. <i>Productivity and economic feasibility of sugar cane in different systems of tillage in west-central Brazil</i>	Laércio Alves De Carvalho; Carlos Antonio Da Silva Junior; Walder Antonio Gomes De Albuquerque Nunes; Ismael Meurer; Walter Seraphin De Souza Júnior	Revista de Ciências Agrárias	2011
16	Capes	<i>Sucroalcohol Sector And Agricultural Frontier Expansion In The Goiás State, Brazil.</i> Avanço do Setor Sucroalcooleiro e Expansão da Fronteira Agrícola em Goiás	Fausto Miziara; Adriana Aparecida Silva	Pesquisa Agropecuária Tropical	2011
17	Capes	Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de Goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar	Barbalho, Maria Gonçalves Da Silva; De - Campos, Alfredo Borges	Boletim Goiano de Geografia	2010
18	Capes	Substâncias húmicas sobre qualidade tecnológica de variedades de cana de açúcar	Munhoz Rosato, Marina; Bolonhezi, Antonio César; Zuculo Ferreira, Luiz Henrique	Scientia agraria	2010
19	Capes	<i>Genesis and consolidation of the Brazilian bioethanol: A review of policies and incentive mechanisms</i>	Rico, Julieta A. Puerto; Mercedes, Sonia S.P.; Sauer, Ildo L.	Renewable and Sustainable Energy Reviews	2010
20	Capes	São Paulo— <i>The “Other” Brazil: Different Pathways on Climate Change for State and Federal Governments</i>	Lucon, Oswaldo; Goldemberg, José	The Journal of Environment & Development	2010

21	Capes	<i>Environmental scenarios for mandatory bio-fuel blending targets: an application of intuitive logics</i>	Conejero, Marco Antonio; Neves, Marcos Fava; Pinto, Mairun Junqueira Alves	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2010
22	Capes	Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul / <i>An approach to assess the sustainability for sugarcane expansion in Mato Grosso do Sul – Brazil</i>	Lucy Teixeira Guimarães; Ana Paula Dias Turetta; Heitor Luis Costa Coutinho	Revista Sociedade & Natureza	2010
23	Capes	Estrategias de comunicacion institucional en organizaciones agroindustriales: caso ÚNICA	Julca Briceno, Bryan Manuel; Fava Neves, Marcos	Revista Vision Gerencial	2010
24	Capes	<i>Technological trends, global market, and challenges of bio-ethanol production</i>	Mussatto, Solange I; Dragone, Giuliano; Guimarães, Pedro M.R; Silva, João Paulo A.; Carneiro, Livia M.; Roberto, Inês C; Vicente, Antônio; Domingues, Lucília; Teixeira, José A.	Biotechnology Advances	2010
25	Capes	<i>Forecast of production of flex fuel cars and ethanol demand in Brazil in 2014/Previsão de fabricação de carros bicomcombustíveis e de demanda de etanol no Brasil em 2014</i>	Santos, Cristina Tosta; Favaro, Felipe; Parente, Virginia	Future Studies Research Journal: Trends and Strategy	2010
26	Capes	Impacto social da mecanização da colheita de cana-de-açúcar (Report)	De Abreu, Dirce; De Moraes, Luiz Antonio; Nascimento, Edinalva Neves; De Oliveira, Rita Aparecida	Revista Brasileira de Medicina do Trabalho	2009
27	Capes	Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (GO). <i>Use potential and structural quality of two soils under sugarcane production in Goianésia, Goiás State, Brazil</i>	Eduardo Da Costa Severiano; Geraldo César De Oliveira; Nilton Curi; Moacir De Souza Dias Júnior	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2009
28	Capes	<i>No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry</i>	Hira, Anil; de Oliveira, Luiz Guilherme	Energy Policy	2009
29	Capes	<i>Sugarcane crop efficiency in two growing seasons in São Paulo State, Brazil. Eficiência da produção de cana-de-açúcar em duas safras no Estado de São Paulo</i>	Fábio Ricardo Marin; Maria Leonor Lopes-Assad; Eduardo Delgado Assad; Carlos Eduardo Vian; Marcelo Cabral Santos	Pesquisa Agropecuária Brasileira	2008

30	Capes	Cana-de-açúcar: comportamento de variedades em Piracicaba, SP Performance of sugarcane varieties in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil	Virginio Bovi; José Cione; Antonio Pereira De Camargo	Pesquisa Agropecuária Brasileira	2008
31	Capes	<i>The Brazilian biofuels industry (Review)</i>	Goldemberg, Jose	Biotechnology for Biofuels	2008
32	Capes	<i>Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brazil: Environmental and Social Challenges</i>	Martinelli, Luiz A.; Filoso, Solange	Ecological Applications	2008
33	Capes	<i>Biodiesel potential of a sugar mill integrated plant using soybean produced in sugarcane renovation fields as feedstock</i>	Lamonica, Helcio Martins	Energy for Sustainable Development	2008
34	Capes	<i>Sugarcane for energy – recent results and progress in Brazil</i>	Moreira, José Roberto	Energy for Sustainable Development	2000
35	SciELO	<i>A comprehensive analysis of the current and future role of biofuels for transport in the European Union (EU) / Análise geral do papel atual e futuro dos biocombustíveis nos transportes na União Europeia (UE)</i>	Massimo, Raboni; Paolo, Viotti; Andrea G., Capodaglio.	Revista Ambiente e Água	2015
36	SciELO	<i>The environmental vulnerability and the territorial planning of the sugarcane cultivation / A vulnerabilidade ambiental e o planejamento territorial do cultivo de cana-de-açúcar</i>	Carolina de Oliveira, Jordão; Evandro Mateus, Moretto.	Ambiente e Sociedade	2015
37	SciELO	<i>Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos / Yield potential of sugarcane under drip irrigation in function of varieties and crop cycles</i>	Marcelo de A., Silva; Marcel T., Arantes; Andressa F. de L., Rhein; Glauber J. C., Gava; Oriel T., Kolln.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2014
38	SciELO	<i>Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos / Fertigation with vinasse in sugarcane crop: Effect on the soil and on productivity</i>	Aletéia P. M. da, Silva; José A. M., Bono; Francisco de A. R., Pereira.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2014
39	SciELO	<i>Identification of grain areas replaced by sugarcane and analysis of the relationship with family farming production in the state of Goiás / Identificação de áreas de grãos substituídas por cana-de-açúcar e análise da relação com a produção agrícola familiar no estado de Goiás</i>	Maria A., Petrini; Jansle V., Rocha.	Engenharia Agrícola (Jaboticabal)	2014

40	SciELO	Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar utilizando o Sebal e imagens Landsat / <i>Sugarcane yield estimates using Sebal and Landsat images</i>	Ricardo Guimarães, Andrade; Gilberto, Sediya; Vicente Paulo, Soares; José Marinaldo, Gleriani; Sady Junior Martins da Costa, Menezes.	Revista Brasileira de Meteorologia	2014
41	SciELO	<i>Harvest managements and cultural practices in sugarcane</i> / Sistemas de manejo de colheita e tratamentos culturais na cultura da cana-de-açúcar	Sérgio Gustavo Quassi de, Castro; Henrique Coutinho Junqueira, Franco; Miguel Ângelo, Mutton.	Revista Brasileira de Ciência do Solo	2014
42	SciELO	Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro / <i>Climate change and the sugarcane in Brazilian: Physiology, conjuncture and future scenario</i>	Fabio, Marin; Daniel S. P., Nassif.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2013
43	SciELO	<i>Sugarcane productivity correlated with physical-chemical attributes to create soil management zone</i> / Produtividade de cana-de-açúcar correlacionada com atributos físico-químicos do solo visando à criação de zonas de manejo	Flávio Carlos, Dalchiavon; Morel de Passos e, Carvalho; Rafael, Montanari; Marcelo, Andreotti.	Revista Ceres (Viçosa)	2013
44	SciELO	A rede política canavieira e seus recursos de poder em Goiás / <i>The sugar cane political network and its power resources in the Goiás state, Brazil</i>	Artêmio Ferreira, Picanço Filho; Joel Orlando Bevilacqua, Marin.	Pesquisa Agropecuária Tropical	2012
45	SciELO	<i>Correlation of physical and chemical attributes of soil with sugarcane yield</i> / Correlação de atributos físicos e químicos do solo com a produtividade de cana-de-açúcar	Domingos Guilherme Pellegrino, Cerri; Paulo Sérgio Graziano, Magalhães.	Pesquisa agropecuária brasileira	2012
46	SciELO	<i>Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the brazilian experience in network research with RIDESA</i> / Melhoramento genético da cana-de-açúcar para bioenergia: a experiência brasileira de pesquisa em rede com a RIDESA	Márcio Henrique Pereira, Barbosa; Marcos Deon Vilela, Resende; Luiz Antônio dos Santos, Dias; Geraldo Veríssimo de Souza, Barbosa; Ricardo Augusto de, Oliveira; Luiz Alexandre, Peternelli; Edelclaiton, Daros.	Crop Breeding And Applied Biotechnology	2012
47	SciELO	Expansão canavieira e ocupação formal em empresas sucroalcooleiras do Centro-Sul do Brasil, entre 2007 e 2009	José Giacomo, Baccarin; José Jorge, Gebara; Júlio Cesar, Borges Júnior.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2011

48	SciELO	Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas / Productivity of sugarcane after previous legumes crop	Edmilson José, Ambrosano; Heitor, Cantarella; Gláucia Maria Bovi, Ambrosano; Eliana Aparecida, Schammas; Fábio Luis Ferreira, Dias; Fabrício, Rossi; Paulo Cesar Ocheuze, Trivelin; Takashi, Muraoka; Raquel Castellucci Caruso, Sachs; Rozario, Azcón.	Bragantia	2011
49	SciELO	Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás / Sucroalcohol sector and agricultural frontier expansion in the Goiás state, Brazil	Adriana Aparecida, Silva; Fausto, Miziara.	Pesquisa Agropecuária Tropical	2011
50	SciELO	Spatial variability of soil attributes and sugarcane yield in relation to topographic location / Variabilidade espacial de atributos do solo e produtividade da cultura de cana-de-açúcar em relação a localização topográfica	Zigomar M. de, Souza; Domingos G. P., Cerri; Paulo S. G., Magalhães; Diego S., Siqueira.	Revista Brasileira e Engenharia Agrícola e Ambiental	2010
51	SciELO	Desempenho social no agronegócio brasileiro: aplicando DEA no segmento de usinas de processamento de cana-de-açúcar	Marcelo Alvaro da Silva, Macedo; Fabrício Carvalho, Cípola; Antonio Francisco Ritter, Ferreira.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2010
52	SciELO	Parâmetros biométricos e produtividade da cana-de-açúcar após tombamento dos colmos / Biometric parameters and productivity of sugarcane after stalk lodging	Samira Domingues, Carlin; Marcelo de Almeida, Silva; Raffaella, Rossetto.	Bragantia	2008
53	SciELO	Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita / Height of cut and harvest period effects on tillering and yield of sugarcane	Marcelo de Almeida, Silva; Elisangela Marques, Jeronimo; Alessandro Dal'Col, Lúcio.	Pesquisa agropecuária brasileira	2008
54	SciELO	Análise de seis sistemas de recolhimento do palhço na colheita mecânica da cana-de-açúcar / Analysis of six systems of trash recovery in mechanical harvesting of sugarcane	Marcio B., Michelazzo; Oscar A., Braunbeck.	Revista Brasileira e Engenharia Agrícola e Ambiental	2008
55	SciELO	Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress / Desempenho agrônomo de famílias de cana-de-açúcar em resposta ao déficit hídrico	Marcelo de Almeida, Silva; Rogério Augusto Bremm, Soares; Marcos Guimarães de Andrade, Landell; Mário Pércio, Campana.	Bragantia	2008

56	SciELO	Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar / Statistical control applied in the process of mechanical sugar cane harvest	Rouverson P. da, Silva; Caio F., Corrêa; Jorge W., Cortez; Carlos E. A., Furlani.	Engenharia Agrícola	2008
57	SciELO	Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica	Marcos Fava, Neves; Marco Antonio, Conejero.	Economia Aplicada	2007
58	SciELO	Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade / Soil compaction and compressibility parameters in relation to management systems and water content	Apolino José Nogueira da, Silva; Mário Sérgio Vaz, Cabeda.	Revista Brasileira de Ciências do Solo	2006
59	SciELO	Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar / Harvest systems and residue management of sugarcane	Zigomar Menezes de, Souza; Renato de Mello, Prado; Antônio Claret Strini, Paixão; Luiz Gilberto, Cesarin.	Pesquisa agropecuária brasileira	2005
60	SciELO	Resistência à compressão e remoção de folhas da cana-de-açúcar visando à colheita mecânica / Resistance to compression and leaves removal of sugarcane for mechanical harvesting	Paulo S. G., Magalhães; Oscar A., Braunbeck; Natasha B., Pagnano.	Engenharia Agrícola	2004
61	SciELO	Desempenho de cortadores de base para colhedoras de cana-de-açúcar com lâminas serrilhadas e inclinadas / Performance of basecutter of sugarcane harvester with angled and serrated blades	Roberto da C., Mello; Harry, Harris.	Revista Brasileira e Engenharia Agrícola e Ambiental	2003
62	SciELO	Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais: efeito na resposta esperada com a seleção / Family by environment interaction in sugarcane: effect on the expected response to selection	José Antonio, Bressiani; Roland, Vencovsky; William Lee, Burnquist.	Bragantia	2002
63	SciELO	Combinação de métodos paramétricos e não-paramétricos na análise de estabilidade de cultivares de cana-de-açúcar / Combination parametric and non-parametric methods for stability analysis of sugarcane cultivars	Norberto Antonio, Lavorenti; Sizuo, Matsuoka.	Pesquisa agropecuária brasileira	2001
64	SciELO	Energy potential of sugar cane biomass in Brazil / Potencial da energia de biomassa da cana-de-açúcar no Brasil	Tomaz Caetano Cannavam, Rípoli; Walter Francisco, Molina Jr.; Marco Lorenzo Cunalí, Rípoli.	Scientia agricola (Piracicaba, Braz.)	2000

65	Scopus	Economic feasibility of sugar and ethanol production in Brazil under alternative future prices outlook	Rezende, M.L., Richardson, J.W.	Agricultural Systems	2015
66	Scopus	Empirical research - Setor sucroenergético in Brazil - From the experts' mouths	Kaup, F.	Contributions to Economics	2015
67	Scopus	Plurality in different groupings: Sugarcane supply in Brazil	Feltre, C., de Oriani e Paulillo, L.F.	British Food Journal	2015
68	Scopus	Nutritional state and productivity of organic sugarcane in Goiás, Brazil	De Araújo Barbosa Borges, L., Emöke Madari, B., Mozena Leandro, W., Marçal Fernandes, P., Da Silva, E.A., Da Silva, M.R., Da Silva, M.A.S.	Journal of Agronomy	2015
69	Scopus	Análise da agroindústria canavieira nos estados do centro-oeste do Brasil a partir da matriz de capacidades tecnológicas	Meurer, A.P.S., Shikida, P.F.A., de Freitas Vian, C.E.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2015
70	Scopus	Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil	Hunke, P., Roller, R., Zeilhofer, P., Schröder, B., Mueller, E.N.	Geoderma Regional	2015
71	Scopus	Impact of sugarcane cultivation on the biological attributes of an oxisol in the Brazilian savannah [Impacto do cultivo da cana-de-açúcar nos atributos biológicos em latossolo no cerrado Brasileiro]	Borges, L.A.B., Ramos, M.L.G., Vivaldi, L.J., Fernandes, P.M., Madari, B.E., Soares, R.A.B., Fontoura, P.R.	Bioscience Journal	2014
72	Scopus	Variability of soil fertility properties in areas planted to sugarcane in the State of Goiás, Brazil [variabilidade de atributos de fertilidade do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Estado de Goiás]	Cardoso, J.A., Lacerda, M.P.C., Rein, T.A., dos Santos Junior, J.D.G., de Figueiredo, C.C.	Revista Brasileira de Ciencia do Solo	2014
73	Scopus	Varieties of sugarcane to supplemental irrigation in brazilian savanna [Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano]	Campos, P.F., Júnior, J.A., Casaroli, D., Fontoura, P.R., Evangelista, A.W.P.	Engenharia Agricola	2014

74	Scopus	Land use change from the sugar cane expansion in the western region of São Paulo state, Brazil [Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo]	Lourenzani, W.L., Caldas, M.M.	Ciência Rural	2014
75	Scopus	Potential and Actual Sugarcane Yields in Southern Brazil as a Function of Climate Conditions and Crop Management	Monteiro, L.A., Sentelhas, P.C.	Sugar Tech	2014
76	Scopus	Agronomic capability of mechanized sugarcane planting	Voltarelli, M.A., da Silva, R.P., Zerbato, C., Silva, V.F.A., Cavichioli, F.A.	Australian Journal of Crop Science	2014
77	Scopus	Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil	Ferreira Filho, J.B.D.S., Horridge, M.	Land Use Policy	2014
78	Scopus	Effect of Sugarcane Burning or Green Harvest Methods on the Brazilian Cerrado Soil Bacterial Community Structure	Rachid, C.T.C.C., Santos, A.L., Piccolo, M.C., Balieiro, F.C., Coutinho, H.L.C., Peixoto, R.S., Tiedje, J.M., Rosado, A.S.	PLoS ONE	2013
79	Scopus	Climate change and the sugarcane in Brazilian: Physiology, conjuncture and future scenario [Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro]	Marin, F., Nassif, D.S.P.	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2013
80	Scopus	Investments of oil majors in liquid biofuels: The role of diversification, integration and technological lock-ins	Oberling, D.F., Obermaier, M., Szklo, A., La Rovere, E.L.	Biomass and Bioenergy	2012
81	Scopus	The Economic Growth Impacts of Sugarcane Expansion in Brazil: An Inter-regional Analysis	Deuss, A.	Journal of Agricultural Economics	2012
82	Scopus	Sugarcane value chain crucial time: The point of view of its industry	Conejero, M.A., Ponce, R.	International Sugar Journal	2012
83	Scopus	Expansão Agrícola, Preços e Apropriação de Terra Por Estrangeiros no Brasil	Sauer, S., Leite, S.P.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2012
84	Scopus	Ethanol from sugarcane in Brazil: A 'midway' strategy for increasing ethanol production while maximizing environmental benefits	Buckeridge, M.S., de Souza, A.P., Arundale, R.A., Anderson-Teixeira, K.J., Delucia, E.	GCB Bioenergy	2012
85	Scopus	The brazilian sugar and alcohol sector: Evolution, productive chain and innovations	Strachman, E., Pupin, G.M.	Cepal Review	2011
86	Scopus	Perspective of the Sugarcane Industry in Brazil	Arruda, P.	Tropical Plant Biology	2011

87	Scopus	Impactos da política Americana de Estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra	Gurgel, A.C.	Revista de Economia e Sociologia Rural	2011
88	Scopus	Evaluation of five sugar cane planters [Ensaio de cinco plantadoras de cana-de-açúcar]	Rípoli, M.L.C., Rípoli, T.C.C.	Engenharia Agricola	2010
89	Scopus	Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets [Capacidade do processo de corte de rebolos de cana-de-açúcar colhidos mecanicamente]	Peloia, P.R., Milan, M., Romanelli, T.L.	Scientia Agricola	2010
90	Scopus	Measurement of sugar cane Chain in Brazil	Neves, M.F., Trombin, V.G., Consoli, M.A.	International Food and Agribusiness Management Review	2010
91	Scopus	The Brazilian sugarcane ethanol industry's approach to certification	Desplechin, E.	Zuckerindustrie	2010
92	Scopus	The biotechnology roadmap for sugarcane improvement	Hotta, C.T., Lembke, C.G., Domingues, D.S., Ochoa, E.A., Cruz, G.M.Q., Melotto-Passarim, D.M., Marconi, T.G., Santos, M.O., Mollinari, M., Margarido, G.R.A., Crivellari, A.C., dos Santos, W.D., de Souza, A.P., Hoshino, A.A., Carrer, H., Souza, A.P., Garcia, A.A.F., Buckeridge, M.S., Menossi, M., van Sluys, M.-A., Souza, G.M.	Tropical Plant Biology	2010
93	Scopus	A method for strategic planning of food and bioenergy chains (CHAINPLAN) applied to the sugarcane chain in Brazil	Neves, M.F., Trombin, V.G., Conejero, M.A.	Journal on Chain and Network Science	2010
94	Scopus	Climate changes and technological advances: Impacts on sugarcane productivity in tropical Southern Brazil [Mudanças climáticas e avanço tecnológico: Impactos na produtividade da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil]	Gouvêa, J.R.F., Sentelhas, P.C., Gazzola, S.T., Santos, M.C.	Scientia Agricola	2009
95	Scopus	Analysis of six systems of trash recovery in mechanical harvesting of sugarcane [Análise de seis sistemas de recolhimento do palhço na colheita mecânica da cana-de-açúcar]	Michelazzo, M.B., Braunbeck, O.A.	Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental	2008

96	Scopus	Identification and analysis of the critical variables in the sugar cane production process [Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção da cana-de-açúcar]	Campos, C.M., Milan, M., Siqueira, L.F.F.	Engenharia Agrícola	2008
97	Scopus	Statistical control applied in the process of mechanical sugar cane harvest [Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar]	Da Silva, R.P., Corrêa, C.F., Cortez, J.W., Furlani, C.E.A.	Engenharia Agrícola	2008
98	Scopus	Bioethanol - Brazil, 30 years of Proálcool	Andrietta, M.G.S., Andrietta, S.R., Steckelberg, C., Stupiello, E.N.A.	International Sugar Journal	2007
99	Scopus	The role of Brazil in the world sugar Market	Nastari, P.M.	Zuckerindustrie	2002
100	Scopus	Comparison of regression methods for evaluation of phenotypic stability in sugarcane [Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar]	Rosse, L.N., Vencovsky, R., Ferreira, D.F.	Pesquisa Agropecuaria Brasileira	2002
101	Web of Science	Soil carbon, nitrogen and phosphorus changes under sugarcane expansion in Brazil	Franco, Andre L. C.; Cherubin, Mauricio R.; Pavinato, Paulo S.; Cerri, Carlos E. P.; Six, Johan; Davies, Christian A.; Cerri, Carlos C.	Science of The Total Environment	2015
102	Web of Science	Economic impact of sugarcane (<i>Saccharum</i> spp.) loss in mechanical harvesting	Dos Santos, Neisvaldo Barbosa; Fernandes, Haroldo Carlos; Gadanha Junior, Casimiro Dias	Cientifica (Jaboticabal)	2015
103	Web of Science	Carbon Accounting and Economic Model Uncertainty of Emissions from Biofuels-Induced Land Use Change	Plevin, Richard J.; Beckman, Jayson; Golub, Alla A.; Witcover, Julie; O'Hare, Michael	Environmental Science & Technology	2015
104	Web of Science	Explaining the reductions in Brazilian sugarcane ethanol production costs: importance of technological change	Chen, Xiaoguang; Nunez, Hector M.; Xu, Bing	Global Change Biology Bioenergy	2015
105	Web of Science	Hidden costs of a typical embodied energy analysis: Brazilian sugarcane ethanol as a case study	Agostinho, Feni; Siche, Raul	Biomass & Bioenergy	2014
106	Web of Science	Greenhouse gas balances and land use changes associated with the planned expansion (to 2020) of the sugarcane ethanol industry in Sao Paulo, Brazil	Egeskog, A.; Freitas, F.; Berndes, G.; Sparouek, G.; Wirsenius, S	Biomass & Bioenergy	2014

107	Web of Science	Analyzing the costs and efficiency in the sugarcane farms using data envelopment analysis	Oliveira, Terezinha Bezerra Albino; Bornia, Antonio Cezar; Ramos Silveira, Suely de Fatima; Drumond, Alexandre Matos; de Oliveira, Mauro Wagner	Custos e Agronegocio On Line	2014
108	Web of Science	A top-down approach to assess physical and ecological limits of biofuels	Castro, Carlos; Carpintero, Oscar; Frechoso, Fernando; Mediavilla, Margarita; de Miguel, Luis J.	Energy	2014
109	Web of Science	Economic efficiency of two baling systems for sugarcane straw	Lemos, S. V.; Denadai, M. S.; Guerra, S. P. S.; Esperancini, M. S. T.; Bueno, O. C.; Takitane, I. C.	Industrial Crops And Products	2014
110	Web of Science	Investment Potential for New Sugarcane Plants in Brazil Based on Assessment of Operational Efficiency	Salgado Junior, Alexandre Pereira; Carlucci, Fabio Vogelaar; Grespan Bonacim, Carlos Alberto; Novi, Juliana Chiaretti; Pacagnella Junior, Antonio Carlos	International Food And Agribusiness Management Review	2014
111	Web of Science	Knowledge, an underexploited input for increasing not only cane productivity	Chudasama, Arvind	International Sugar Journal	2014
112	Web of Science	Least Limiting Water Range In Assessing Compaction In A Brazilian Cerrado Latosol Growing Sugarcane	Goncalves, Wainer Gomes; Severiano, Eduardo da Costa; Silva, Fabiano Guimaraes; de Pinho Costa, Katia Aparecida; Guimaraes Junnyor, Wellington da Silva; Melo, Gabriel Bressiani	Revista Brasileira de Ciencia do Solo	2014
113	Web of Science	Identification Of Grain Areas Replaced By Sugarcane And Analysis Of The Relationship With Family Farming Production In The State Of Goias	Petrini, Maria A.; Rocha, Jansle V.	Engenharia Agrícola	2014
114	Web of Science	Data Envelopment Analysis (Dea) Application For The Relative Evaluation On The Operational Efficiency Of Sugar Cane Mills In Brazil	Salgado Junior, Alexandre P.; Carlucci, Fabio V.; Novi, Juliana C.	Engenharia Agrícola	2014

115	Web of Science	Productivity Of Cane Sugar: Linear And Spatial Variability Between Components And Technological Production	Dalchiavon, Flavio Carlos; de Passos e Carvalho, Morel; Montanari, Rafael; Andreotti, Marcelo; Panosso, Alan Rodrigo	BIOSCIENCE JOURNAL	2014
116	Web of Science	Basecutter blades wear in quality of mechanized harvesting	Cassia, Marcelo Tufaile; da Silva, Rouverson Pereira; Strini Paixao, Carla Segatto; Bertonha, Rafael Scabelo; Cavichioli, Fabio Alexandre	CIENCIA RURAL	2014
117	Web of Science	Meeting the global demand for biofuels in 2021 through sustainable land use change policy	Goldemberg, Jose; Mello, Francisco F. C.; Cerri, Carlos E. P.; Davies, Christian A.; Cerri, Carlos C.; Cerri, Carlos C.	Energy Policy	2014
118	Web of Science	Impactos do crescimento da produção de cana-de-açúcar na agricultura dos oito maiores estados produtores	Aguiar, Cristiane de Jesus; Souza, Paulo Marcelo de	Revista Ceres	2014
119	Web of Science	Climate Change Scenarios and Their Impact on Water Balance and Sugarcane Yield in Southern Brazil	Dos Santos, Dayana L.; Sentelhas, Paulo C.	Sugar Tech	2014
120	Web of Science	Food security, the labor market, and poverty in the Brazilian bio-economy	De Souza Ferreira Filho, Joaquim Bento	Agricultural Economics	2013
121	Web of Science	Assessing Damage Caused By Accidental Vehicle Traffic On Sugarcane Ratoon	De Paula, V. R.; Molin, J. P.	Applied Engineering In Agriculture	2013
122	Web of Science	Impact of mechanization and previous burning reduction on GHG emissions of sugarcane harvesting operations in Brazil	Capaz, Rafael Silva; Barreto Carvalho, Vanessa Silveira; Horta Nogueira, Luiz Augusto	Applied Energy	2013
123	Web of Science	Determinantes da localização da agroindústria canavieira nos municípios de Minas Gerais	Siqueira, Paulo Henrique de Lima; Castro Júnior, Luiz Gonzaga de	Revista de Economia e Sociologia Rural	2013
124	Web of Science	Biofuels and Land Use Change: Sugarcane and Soybean Acreage Response in Brazil	Hausman, Catherine	Environmental & Resource Economics	2012
125	Web of Science	The Brazilian sugarcane innovation system	Furtado, Andre Tosi; Gaya Scandiffio, Mirna Ivonne; Barbosa Cortez, Luis Augusto	Energy Policy	2011
126	Web of Science	Spatial Analysis Of The Sugarcane Crop Burning Reduction: Future Perspectives To The Fulfillment Of The Agri-Environmental Protocol	De Novaes, Maikon R.; Rudorff, Bernardo F. T.; de Almeida, Claudia M.; de Aguiar, Daniel A.	Engenharia Agricola	2011

127	<i>Web of Science</i>	Produtividade e viabilidade económica da cana-de-açúcar em diferentes sistemas de preparo do solo no centro-oeste do Brasil	Carvalho, Laércio Alves de; Silva Junior, Carlos Antonio da; Nunes, Walder Antonio Gomes de Albuquerque; Meurer, Ismael; Souza Júnior, Walter Seraphin de	Revista de Ciencias Agrarias	2011
128	<i>Web of Science</i>	The potential for first-generation ethanol production from sugarcane	Goldemberg, Jose; Guardabassi, Patricia	Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr (Biofuels, Bioproducts and Biorefining)	2010
129	<i>Web of Science</i>	Evaluation Of Five Sugar Cane Planters	Ripoli, Marco L. C.; Ripoli, Tomaz C. C.	Engenharia Agrícola	2010
130	<i>Web of Science</i>	Use Potential And Structural Quality Of Two Soils Under Sugarcane Production In Goianesia, Goias State, Brazil	Severiano, Eduardo da Costa; de Oliveira, Geraldo Cesar; Curi, Nilton; Dias, Moacir de Souza, Jr.	Revista Brasileira De Ciencia Do Solo	2009
131	<i>Web of Science</i>	Sugarcane ethanol production in Brazil: an expansion model sensitive to socioeconomic and environmental concerns	Sparovek, Gerd; Berndes, Goran; Egeskog, Andrea; Mazzaro de Freitas, Flavio Luiz; Gustafsson, Stina; Hansson, Julia	Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr (Biofuels, Bioproducts and Biorefining)	2007

Fonte: elaborado pelo autor

APÊNDICE 3 – Planilha utilizada para o Minitab

Número	Estado	ATR (kg/ton)	MS_GO_Prod ATR (1 -alta; 0 baixa)	Contr. Arrendamento	Contr. Parceria	Contr. Fornecimento	Escolaridade Produtor	Renda mensal	Tamanho da Prop. (ha)	Distância Faz. à Usina (km)	Total de partic. organiz. classe	Visitas técnicas mensais	Subst. Outras lavouras/ cana	Subst. pastag./ cana
1	MS	130	0	0	0	1	5	2	290	17	0	30,0	0	1
2	MS	132	0	0	0	1	5	13	1100	13	2	1,0	1	1
3	MS	125	0	0	0	1	5	7	2500	8	3	32,0	1	0
4	MS	135	1	0	1	0	5	7	1219	30	2	31,0	1	0
5	MS	121	0	0	1	0	4	11	1200	40	0	5,0	0	0
6	GO	145	1	0	0	1	5	6	568	18	2	5,0	1	0
7	GO	146	1	0	0	1	5	10	1500	8	3	50,0	1	0
8	GO	145	1	0	0	1	2	8	470	52	3	61,0	1	0
9	GO	130	0	0	0	1	4	2	174	15	1	30,0	1	0
10	GO	140	1	0	0	1	5	8	325	14	3	5,0	1	0
11	MS	136	1	0	0	1	4	2	133	10	2	1,0	0	1
12	GO	130	0	0	0	1	3	3	142	8	1	22,0	1	0
13	GO	130	0	0	0	1	5	4	568	34	3	33,0	1	0
14	Go	140	1	0	0	1	5	5	1000	53	3	5,0	0	1
15	GO	140	1	0	0	1	6	5	300	21	2	9,0	1	0
16	GO	140	1	0	0	1	2	1	334	20	0	0,0	1	1
17	GO	140	1	0	0	1	3	8	397	44	2	1,5	1	0
18	GO	140	1	0	0	1	4	5	1205	2	1	31,0	1	0
19	MS	120	0	0	1	0	4	2	729	7	2	10,0	0	1
20	MS	122	0	1	0	0	3	4	992	15	2	30,0	0	1
21	MS	128	0	0	0	1	4	14	870	30	2	5,0	1	0
22	MS	75	0	0	0	1	5	3	1500	12	3	33,0	1	0
23	MS	121	0	0	1	0	4	17	170	14	1	30,0	1	1
24	MS	125	0	0	1	0	5	9	1086	15	2	4,0	0	1
25	MS	130	0	0	1	0	4	3	269	0	2	16,0	1	1
26	GO	144	1	0	0	1	5	5	300	13	3	3,1	0	1
27	GO	140	1	0	0	1	2	7	290	16	3	6,0	1	1
28	GO	140	1	0	0	1	4	17	1600	25	2	31,0	1	1
29	GO	140	1	0	0	1	4	6	1500	25	2	2,0	1	1
30	GO	142	1	0	0	1	4	9	380	21	3	10,0	1	0
31	GO	145	1	1	0	0	2	7	169	12	2	0,0	1	0

32	MS	125	0	0	0	1	4	1	54	22	0	0,0	1	1
33	GO	124	0	0	1	0	5	4	568	1,5	2	60,0	1	1
34	GO	146	1	0	0	1	3	2	611	20	0	33,0	1	0
35	MS	125	0	0	0	1	4	8	638	50	1	61,0	0	1
36	MS	124	0	0	0	1	5	16	8000	15	3	12,0	0	1
37	GO	150	1	0	0	1	4	3	568	32	1	0,7	0	1
38	GO	135	1	0	0	1	2	2	126	19	2	1,0	1	1
39	GO	135	1	0	0	1	4	1	435	28	2	5,1	1	1
40	GO	155	1	0	0	1	5	5	465	30	3	0,7	0	1
41	GO	140	1	0	0	1	4	2	568	6	1	1,0	1	0
42	GO	137	1	0	0	1	5	7	1350	25	3	38,0	1	0
43	GO	134	1	0	0	1	4	7	568	47	2	34,0	1	0
44	MS	125	0	0	0	1	7	5	1018	10	3	4,2	0	1
45	MS	123	0	0	0	1	7	6	1900	18	3	35,0	1	1
46	GO	121	0	0	0	1	5	5	1180	0,2	2	0,0	1	0
47	GO	133	0	0	0	1	3	10	1342	85	2	0,3	1	1
48	GO	145	1	0	0	1	6	18	1331	5	3	32,0	0	1
49	GO	140	1	0	0	1	6	4	2000	28	3	31,0	0	1
50	GO	150	1	0	0	1	4	7	192	52	2	0,3	0	1
51	GO	130	0	0	0	1	5	2	568	20	2	4,3	1	1
52	GO	142	1	0	0	1	6	2	1847	48	3	4,3	1	0
53	GO	130	0	0	0	1	6	2	1100	54	3	6,3	1	0
54	GO	136	1	0	0	1	4	5	1787	5	3	4,0	1	1
55	MS	125	0	0	0	1	4	8	638	50	1	61,0	0	1
56	MS	160	1	0	0	1	4	2	120	42	0	1,0	0	1
57	MS	120	0	0	0	0	4	3	3000	28	2	36,0	0	0
58	MS	109	0	0	1	0	2	18	3255	12	0	0,0	0	0
59	GO	137	1	0	0	1	6	13	535	20	3	31,3	0	1
60	GO	160	1	0	0	1	4	2	188	38	3	7,0	0	1
61	GO	135	1	0	0	1	5	5	550	42	2	30,0	1	1
62	GO	145	1	0	0	1	5	1	83	21	1	55,0	0	1
63	GO	138	1	0	0	1	5	4	700	26	3	64,0	1	0
64	GO	122	0	1	0	0	5	4	620	26	1	35,0	1	0