

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA  
CATIANA REGINA BRUMATTI ZORZO**

Caracterização e desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para os sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

São Carlos  
Setembro de 2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**

**CATIANA REGINA BRUMATTI ZORZO**

**Caracterização e desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para os sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.**

**Tese apresentada ao  
Programa de  
PósGraduação em  
Biotecnologia, para  
obtenção do título de  
Doutor em  
Biotecnologia**

***Orientação: Prof. Dra. Katia Regina Evaristo de Jesus***

***Prof. Dr. Luis Carlos Trevelin***

**SÃO CARLOS - SP  
2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Z88cd Zorzo, Catiana Regina Brumatti  
Caracterização e desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para os sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil / Catiana Regina Brumatti Zorzo. -- São Carlos : UFSCar, 2016.  
247 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Saccharum spp. 2. Tecnologias de produção. 3. Validação de indicadores de sustentabilidade. I. Título.



---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Catiana Regina Brumatti Zorzo, realizada em 30/09/2015:

---

Profa. Dra. Katia Regina Evaristo de Jesus  
UFSCar

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Sanches Vieira  
UFSCar

---

Prof. Dr. Manoel Regis Lima Verde Leal  
CTBE

---

Prof. Dr. José Dalton Cruz Pessoa  
Embrapa

---

Prof. Dr. José Emilio Teles de Barcelos  
UFU

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, e por me abençoar nesse tempo em que o desânimo fez parte dos meus dias.

Agradeço a meus pais Elpídio e Claudete por me incentivarem e me proporcionarem tantos anos de estudo e aos meus irmãos Márcio e Adriel pela compreensão e cobrança contínua. As minhas cunhadas Rose e Drieli por sempre me incentivarem e a meus sobrinhos Arthur e Ana Clara pelas alegrias e cobranças contínuas de presença.

Ao meu esposo, amigo, companheiro, mas também meu maior incentivador, Francisco.

Ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da UFSCAR, em especial a secretária Claudia e a CAPES pela bolsa de estudos.

Aos meus orientadores Dr. Luis Carlos Trevelin e Dra. Katia R. Evaristo de Jesus pela compreensão, paciência em momentos de dificuldade, que não foram poucos, e confiança depositada.

À Embrapa Meio Ambiente que me acolheu nesses últimos anos.

Agradeço aos colegas do CTBE em nome do Dr. Manoel Régis Leal Valverde, Dr. Daniel Capitani, Daniel Garbelini Duft e Pedro Gerber Machado que me auxiliaram na construção dessa tese.

Agradeço aos colegas da APTA Sérgio Alves Torquato e a colega Rejane Cecília Ramos do Instituto de Economia Agrícola pelo apoio, ajuda, ensinamentos e companheirismo.

Agradeço a ORPLANA em especial ao Dr. Enio Roque de Oliveira e Sr. Geraldo Majela de Andrade Silva pela atenção e disponibilidade em ajudar e a todos os produtores associados que participaram da pesquisa e me ensinaram muito sobre o setor canavieiro.

À UNICA em nome do Sr. Antonio de Padua Rodrigues pela atenção e disponibilidade em auxiliar nesse projeto.

Agradeço a todas as usinas de açúcar e álcool da região Centro-Sul do Brasil que me ouviram e aceitaram participar dessa pesquisa e a todos os produtores de cana-de-açúcar.

Agradeço ainda a todos que participaram do Projeto SustenAgro e que me possibilitaram conhecer e trabalhar com cada um.

Enfim agradeço a amiga Kathia Sonoda, Carlos Pazzianotto, Ana Paula Almada, Maria de Cleofas Faggion Alencar e Vitor Paulo Marques Simão que me ajudaram e torceram por mim ao longo desse tempo.

A Jesus e Maria dedico.

Há escolas que são gaiolas e há escolas que são asas. Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do voo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o voo.

Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são pássaros em voo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o voo, isso elas não podem fazer, porque o voo já nasce dentro dos pássaros. O voo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado.

Rubens Alves

## RESUMO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo a região Centro-Sul do país a mais produtiva. A área plantada é de aproximadamente 9 milhões de hectares e a demanda crescente de etanol nos últimos anos, principalmente para exportação, contribuiu para novas áreas de expansão. Visando o aumento de produtividade nessas áreas, novas tecnologias foram incorporadas as etapas de planejamento, plantio e colheita da cana-de-açúcar. Em contrapartida os países importadores estabeleceram critérios socioambientais de sustentabilidade visando garantir que combustíveis produzidos em condições de exploração de mão de obra e nocivos ao meio ambiente não fossem introduzidos em seus mercados. Dessa forma, o objetivo geral desse trabalho foi caracterizar os sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do país, enquanto os objetivos específicos foram identificar as características agrônômicas, ambientais e sociais desse sistema, formular indicadores a partir da literatura e validar com especialistas para que estes pudessem auxiliar e direcionar o estabelecimento da sustentabilidade na produção da matéria-prima do etanol. A metodologia consistiu em: 1. Levantamento das informações pertinentes aos diferentes sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul; 2. Validação das informações com auxílio de especialistas acadêmicos; 3. Formulação de indicadores a partir da literatura e 4. Validação dos indicadores com auxílio de especialistas acadêmicos e do setor. Como resultados, foram a caracterização sistemas de baixa, média, alta e altíssima tecnologia e foram validados 53 indicadores que podem auxiliar a avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar na maior região produtora do Brasil.

**Palavras-chave:** *Saccharum spp.*, tecnologias de produção, validação de indicadores de sustentabilidade.



## ABSTRACT

Brazil is the largest producer of sugarcane in the world, and the most productive region of the country in the Center-South. The planted area is approximately 9 million hectares and growing demand for ethanol in recent years, mainly for export, contributed to new expansion areas. In order to increase productivity in those areas, new technologies have been incorporated into the stages of planning, planting and harvesting. In contrast, importing countries have established social and environmental sustainability criteria aimed at ensuring that fuel produced in handheld operating conditions of work and harmful to the environment were introduced in their markets. Thus, the aim of this study was to characterize the most representative of sugarcane production systems of Center-South region of the country, while the specific objectives were to identify the agronomic, environmental and social characteristics of this system, formulate indicators from literature and validate with experts so that they could assist and direct the establishment of sustainability in the production of the raw material of ethanol. The methodology consists in: 1. Survey of relevant information to different sugarcane production systems in Center-South; 2. Validation of the information with the help of academic experts; 3. Formulation the indicators from the literature and; 4. Validate of the indicators with the help of academics and industry experts. The results were to characterize systems low, medium, high and very high adhesion to technology and have been validated 53 indicators that can assist in judging the sustainability of sugarcane production systems in major producer Brazil.

**Key words:** *Saccharum spp.*, production technology, validation sustainability indicators.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Número de usinas autorizadas pela ANP por região administrativa .....	27
<b>Figura 2</b> - Etapas de um sistema de produção de cana-de-açúcar .....	28
<b>Figura 3</b> - Áreas aptas para plantio de cana-de-açúcar em todos os estados brasileiros de acordo com o ZAE .....	29
<b>Figura 4</b> - Sistemas de plantio de cana-de-açúcar utilizados no Brasil .....	31
<b>Figura 5</b> - Distribuição das épocas de plantio de cana-de-açúcar em relação aos anos safra....	33
<b>Figura 6</b> - Proporção de áreas com plantio mecanizado em estados e na região Centro-Sul do Brasil .....	38
<b>Figura 7</b> - Evolução da colheita mecanizada na região Centro-sul do Brasil .....	39
<b>Figura 8</b> - Relação dos tipos de colheita realizada na região Centro-Sul entre as safras 2003/2004 a 2012/2013 .....	40
<b>Figura 9</b> - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.....	41
<b>Figura 9</b> - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Estado de Goiás.....	43
<b>Figura 11</b> - Usinas produtoras de etanol e açúcar localizadas no estado de Minas Gerais de acordo com a região administrativa .....	45
<b>Figura 12</b> - Zoneamento agroecológico da Cana para o Estado do Mato Grosso .....	46
<b>Figura 13</b> - Localização das usinas sucroalcooleiras no estado do Mato Grosso do Sul.....	47
<b>Figura 14</b> - Dados de mecanização da colheita de cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul.....	48
<b>Figura 15</b> - Mapa das áreas de produção e cana no estado do Paraná .....	50
<b>Figura 16</b> - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o estado do Paraná .....	50
<b>Figura 17</b> - Mapa mostrando as principais regiões de cultivo de cana-de-açúcar brasileira, o Centro-Sul na safra 2013 .....	66
<b>Figura 18</b> - Questões abertas enviadas aos especialistas sobre conceituação dos temas norteadores do projeto .....	70
<b>Figura 19</b> – Sequência de atividades da técnica Delphi.....	80
<b>Figura 20</b> - Etapas para validação dos indicadores pelos especialistas do setor de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil .....	84
<b>Figura 21</b> - Sistemas de produção mais relevantes da região Centro-Sul do Brasil de acordo com os especialistas acadêmicos e do setor de cana-de-açúcar .....	89

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Produção de cana-de-açúcar de fornecedores independentes e parcerias na safra 2009/2010, por região no Estado de São Paulo e nos demais Estados da Região Centro-Sul..	35
<b>Tabela 2</b> - Área plantada, área colhida e produção nas principais regiões produtoras do país .....	38
<b>Tabela 3</b> - Área plantada, área colhida e produção nas principais regiões produtoras do país .....	38
<b>Tabela 4</b> - Taxas de mecanização atuais nos escritórios de desenvolvimento rural do estado de São Paulo .....	42
<b>Tabela 5</b> - Tipos de sistema de produção utilizados nas regiões mais importantes do estado de São Paulo .....	42
<b>Tabela 6</b> - Normas para formulação de indicadores conforme descrito por Schomaker (1997) .....	77
<b>Tabela 7</b> - Caracterização das usinas e fornecedores dos sistemas de baixa tecnologia.....	111
<b>Tabela 8</b> - Atividades de preparo do solo, tipo de plantio e colheita utilizados em subsistemas de baixa tecnologia .....	112
<b>Tabela 9</b> - Caracterização das usinas e fornecedores dos sistemas de médio aporte tecnológico .....	113
<b>Tabela 10</b> - Atividades de preparo do solo, tipo de plantio e colheita utilizados em subsistemas de médio aporte tecnológico .....	114
<b>Tabela 11</b> - Caracterização das usinas e fornecedores dos subsistemas de alta tecnologia.....	115
<b>Tabela 12</b> - Atividades de preparo do solo, tipo de plantio e colheita em subsistema de altíssima tecnologia .....	115
<b>Tabela 13</b> - Grupos envolvidos na produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil, caracterizados de acordo com a aderência as tecnologias empregadas em seus sistemas produtivos. ....	127
<b>Tabela 14</b> - Dimensão econômica, proposta para validação aos especialistas do setor, dividida em atributos, indicadores e seus limiares de sustentabilidade .....	139
<b>Tabela 15</b> - Dimensão social, atributos, indicadores e limiares de sustentabilidade propostos para validação pelos especialistas do setor .....	148
<b>Tabela 16</b> - Dimensão Ambiental, atributos, indicadores e seus limiares de sustentabilidade.	156
<b>Tabela 17</b> - Indicadores econômicos validados pelos especialistas canavieiros (do setor produtivo e acadêmico) .....	169
<b>Tabela 18</b> - Indicadores sociais validados pelos especialistas do setor canavieiro e acadêmico.....	170
<b>Tabela 19</b> - Indicadores ambientais validados pelos especialistas do setor canavieiro e acadêmico .....	172

<b>Tabela 20</b> - Porcentagem de aceitação dos indicadores da dimensão econômica, pelos especialistas consultados .....	176
<b>Tabela 21</b> - Porcentagem de aceitação dos indicadores da dimensão ambiental, pelos especialistas consultados .....	178
<b>Tabela 22</b> - Mudanças estruturais sugeridas pelos especialistas durante a validação dos indicadores .....	180

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Porcentagem total de especialistas convidados a participar da pesquisa e o total de respondentes, porcentagem de participantes convidados e respondentes acadêmicos e especialistas do setor .....	168
<b>Gráfico 2</b> - Porcentagem de aceitação dos indicadores da sustentabilidade – dimensão econômica .....	170
<b>Gráfico 3</b> - Porcentagem de aceitação dos indicadores sociais– dimensão social .....	172
<b>Gráfico 4</b> - Porcentagem de aceitação dos indicadores ambientais– dimensão ambiental .....	178

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
2.1 O desenvolvimento da agricultura .....	19
2.1.1 Sistemas agrícolas .....	19
2.1.2 Sistemas de produção agrícola .....	20
2.1.3 O agronegócio brasileiro .....	21
2.2 Desenvolvimento sustentável .....	22
2.2.1 Trajetória do termo Desenvolvimento Sustentável .....	22
2.2.2 Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável .....	24
2.2.3 Dimensões da sustentabilidade .....	25
2.2.4 Indicadores de sustentabilidade .....	25
2.3 A cana-de-açúcar no Brasil.....	26
2.3.1 O complexo agroindustrial da cana-de-açúcar .....	26
2.3.2 Sistemas de produção de cana-de-açúcar no Brasil .....	28
2.3.2.1 Ambientes de produção .....	28
2.3.2.2 Preparo do solo .....	30
2.3.2.3 Etapas de plantio da cana-de-açúcar .....	30
2.3.2.4 Períodos de plantio da cana-de-açúcar .....	32
2.3.2.5 Métodos de colheita de cana-açúcar .....	33
2.3.3 O papel dos produtores rurais no sistema canavieiro nacional .....	34
2.3.4 Sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil .....	36
2.3.4.1 A mecanização na região Centro-Sul .....	37
2.3.4.2 Características dos estados do Centro-Sul quanto à produção de cana-de-açúcar.....	40
2.3.4.2.1 São Paulo .....	40
2.3.4.2.2 Goiás .....	42
2.3.4.2.3 Minas Gerais .....	44
2.3.4.2.5 Mato Grosso .....	45
2.3.4.2.5 Mato Grosso do Sul .....	46
2.3.5.2.6 Paraná .....	49
2.4 Agricultura e sustentabilidade .....	50
2.4.1 Desenvolvimento sustentável no setor canavieiro .....	51

2.4.2	Relatórios e certificações de sustentabilidade empregados no setor canavieiro brasileiro .....	51
2.4.3	Relatórios nacionais .....	52
2.4.3.1	Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar – ZAE.....	52
2.4.3.2	Protocolo agroambiental do Estado de São Paulo .....	53
2.4.3.3	União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA.....	54
2.4.4	Atos regulatórios e relatórios internacionais .....	55
2.4.4.1	Diretivas europeias.....	55
2.4.4.2	Bonsucro Better Sugar Cane Initiative – BSI.....	56
2.4.4.3	Roundtable on Sustainability Biofuels – RSB.....	56
2.4.4.4	United State Environmental Protection Agency.....	57
2.4.4.5	California Environmental Protection Agency.....	57
2.4.4.6	Global Reporting Initiative – GRI.....	57
2.4.5	Autorizações para funcionamento das usinas .....	59
3	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	60
4	JUSTIFICATIVA .....	62
5	OBJETIVOS .....	64
5.1	Objetivo geral .....	64
5.2	Objetivos específicos.....	64
6	MATERIAL E MÉTODOS .....	65
6.1	Recorte do trabalho .....	65
6.2	Considerações sobre a participação de especialistas de diferentes instituições durante esta pesquisa .....	66
6.3	Etapas de construção dos dados.....	67
6.3.1	Primeira seção – Construção dos conceitos norteadores da pesquisa .....	68
6.3.1.1	Formulação do questionário padrão para consulta remota – formulação dos conceitos norteadores da pesquisa .....	69
6.3.1.2	Entrevistas remotas e visitas técnicas – formulação dos conceitos norteadores da pesquisa .....	70
6.3.1.3	Análise qualitativa da contribuição dos especialistas – formulação dos conceitos norteadores da pesquisa .....	71
6.3.2	Segunda seção: caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.....	72
6.3.2.1	Primeira etapa – consulta documental e levantamento de dados sobre os sistemas de produção e cana do Centro-Sul do Brasil .....	73

6.3.2.2	Segunda etapa – identificação e descrição das características dos sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do Brasil .....	73
6.3.2.3	Terceira etapa – reunião presencial com especialistas do projeto SustenAgro para consolidação da primeira proposta da ‘Caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar’ .....	74
6.3.2.4	Quarta etapa – validação da ‘Caracterização dos sistemas de produção de cana’ por especialistas externos .....	75
6.3.2.5	Quinta etapa – Etapa final de elaboração da caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do Brasil .....	75
6.3.3	Terceira seção: Formulação e validação dos indicadores de sustentabilidade .....	75
6.3.3.1	Primeira etapa – Análise de fontes de dados primárias e secundárias .....	76
6.3.3.2	Segunda etapa – formulação dos indicadores e limiares de sustentabilidade dos sistemas de produção de cana no Centro-Sul .....	77
6.3.3.3	Terceira etapa – elaboração do questionário Delphi .....	78
6.3.3.3.1	A técnica Delphi .....	78
6.3.3.3.2	O emprego da técnica Delphi.....	81
6.3.3.4	Quarta etapa – elaboração do questionário Web .....	82
6.3.3.5	Quinta etapa – pré-teste dos questionários web com a equipe do Projeto SustenAgro.....	85
6.3.3.6	Sexta etapa – formulação do painel de especialistas .....	85
6.3.3.7	Sétima etapa – análise quantitativa e estatística das respostas .....	86
6.3.3.8	Oitava etapa – análise qualitativa das respostas .....	87
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	88
7.1.1	Percepção do setor produtivo sobre o tema sustentabilidade – relato das entrevistas remotas .....	98
7.1.2	Contribuição das entrevistas e visitas a campo para a pesquisa .....	100
7.2	Resultado da caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro Sul do Brasil .....	101
7.1.2	Características estabelecidas como pertinentes para categorização dos sistemas de produção .....	102
7.1.3	Características gerais dos envolvidos no sistema .....	102
7.1.4	Classificação dos sistemas em relação à tecnologia aplicada.....	109
7.3.1	Sistemas com baixa adesão a tecnologias.....	111
7.3.2	Sistemas com média adesão a tecnologias .....	113
7.3.3	Sistema com alta adesão a tecnologias .....	114



7.3.4	Sistemas com altíssima adesão a tecnologias (cenário futuro) .....	116
7.3.5	Caracterização dos representantes do sistema de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil de acordo com a tecnologia aplicada .....	117
7.3.5.1	Produtores artesanais .....	117
7.3.5.2	Fornecedores .....	118
7.3.5.3	Usinas .....	122
7.3.6	Características importantes para um sistema de produção de cana-de-açúcar sustentável.....	133
7.4	Indicadores de sustentabilidade formulados para os sistemas de produção de cana da região Centro-Sul do Brasil .....	134
7.4.1	Apresentação e descrição detalhada dos indicadores da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar .....	135
7.1.4.1	Dimensão econômica .....	135
7.1.4.2	Descrição dos indicadores econômicos .....	137
7.1.4.3	Dimensão social .....	148
7.1.4.4	Descrição dos indicadores sociais .....	149
7.1.4.5	Dimensão ambiental .....	153
7.1.4.6	Descrição dos indicadores ambientais .....	155
7.5	Validação dos indicadores da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana da região Centro-Sul do Brasil – consulta remota .....	167
7.5.1	Dimensão econômica .....	169
7.5.2	Dimensão social .....	170
7.5.3	Dimensão ambiental .....	172
7.5.4	Análise das diferenças de aceitação dos indicadores consultados, entre o grupo de especialistas do setor acadêmico e agrícola .....	175
7.5.4.1	Análise das diferenças de aceitação dos indicadores, entre os dois grupos pesquisados – dimensão econômica .....	175
7.5.4.2	Análise das diferenças de aceitação dos indicadores, entre os dois grupos pesquisados – dimensão social .....	178
7.5.4.3	Análise das diferenças de aceitação dos indicadores, entre os dois grupos pesquisados – dimensão ambiental .....	179
7.5.5	Sugestões de mudança, realizada pelos especialistas consultados, aos indicadores propostos .....	180
8	CONCLUSÃO.....	183
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	189

ANEXO 1. Questionário para construção dos conceitos norteadores do projeto .....	211
ANEXO 2. Lista de pesquisadores e especialistas do setor que participaram da consulta remota .....	212
ANEXO 3. Lista de grupos de usinas da região Centro-Sul do Brasil convidadas a participar da consulta remota .....	218
ANEXO 4. Lista de associações de fornecedores de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil convidadas a participar da consulta remota .....	220
ANEXO 5. Primeira proposta de caracterização dos sistemas produtivos de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil .....	221
ANEXO 6. Lista de participantes das reuniões, para caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil .....	225
ANEXO 7. Avaliação externa da primeira proposta de "Caracterização dos Sistemas de Produção de Cana-de-açúcar no Centro-Sul" .....	226
ANEXO 8. Primeira proposta de indicadores apresentados aos especialistas do Projeto SustenAgro .....	229
ANEXO 9. Indicadores finais consolidados pela equipe do Projeto SustenAgro e encaminhado aos especialistas para validação .....	232
ANEXO 10. Questionário no formato Delphi .....	235
ANEXO 11. Formato do questionário on-line enviado aos especialistas para validação .....	241
ANEXO 12. Características mais relevantes dos sistemas de produção na região CentroSul do Brasil, citadas durante a consulta, de acordo com os respondentes .....	244
ANEXO 13. Principais dificuldades e obstáculos encontrados para a implantação da sustentabilidade nos sistemas de produção de cana na região Centro-Sul de acordo com os especialistas (acadêmicos e setor produtivo) .....	245
ANEXO 14. Principais adequações, em relação a sustentabilidade, citadas pelos especialistas consultados, em rodada remota, que trouxeram melhorias ao sistema produtivo de cana-de-açúcar .....	247

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2013), em 2050 a população mundial atingirá a marca de 9,1 bilhões de pessoas, sendo que nos países em desenvolvimento ocorrerão as maiores taxas de crescimento. Com o aumento populacional, surge a necessidade de aumentar a produção de alimentos, de energia e de combustíveis considerando o uso sustentável dos recursos naturais dos quais a agricultura é dependente. Uma das alternativas seria utilizar plantas transgênicas, no entanto muitos especialistas demonstram certo desconforto em relação ao uso dessas variedades, alegando que estas podem causar prejuízos à saúde e ao meio ambiente.

Portanto a grande questão seria: – considerando que a agricultura é parte integrante do sistema natural e utiliza diretamente seus recursos – como aumentar a produção gerando menos impactos ao ambiente? Como aumentar a produção sem fazer uso da mecanização e com menos de 10% da população no campo? E por fim como tornar a agricultura mais sustentável?

Uma das alternativas seria produzir culturas alimentícias e energéticas ao mesmo tempo, ou seja, plantas que tenham como subprodutos energia e alimento na sua cadeia de produção. Uma cultura que pode ser utilizada, com essa finalidade, é a cana-de-açúcar que produz alimento (açúcar), combustível (etanol) e energia elétrica (obtida pela queima da biomassa). Assim o Brasil teria potencial para tornar-se um importante aliado no aumento de produtos sustentáveis para o mundo, já que é o maior produtor dessa matéria-prima.

No entanto, além de produzir a cana-de-açúcar, é necessário avaliar a real sustentabilidade desses sistemas de produção na maior região produtora, a região Centro-Sul do Brasil. Com a finalidade de sanar essa preocupação surgiu o projeto SustenAgro, desenvolvido e liderado pela Embrapa Meio Ambiente e instituições convidadas, o projeto tem como objetivo desenvolver uma Metodologia, intitulada ‘Método SustenAgro’ para avaliar a sustentabilidade do sistema de produção da cana de açúcar no Centro-Sul do país. O projeto prevê a construção de duas ferramentas, um Modelo Conceitual e a Metodologia de Avaliação da sustentabilidade agrícola, que resultarão em uma plataforma computacional denominada ‘Software SustenAgro’ que permitirá a análise de dados da sustentabilidade em tempo real, permitindo incluir, validar e atualizar os dados para outros sistemas de produção e outras regiões não analisadas no projeto. Dessa forma, o projeto SustenAgro poderá contribuir para embasar políticas públicas para o setor agrícola nacional.

Assim, esse projeto de doutorado foi parte do projeto SustenAgro, contou com o apoio da equipe multidisciplinar, em algumas etapas do trabalho, e tem como intuito formular

indicadores da sustentabilidade e caracterizar os sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do país.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA**

A agricultura, que pode ser definida como a arte de modificar os ecossistemas surgiu há aproximadamente 10 mil anos e se disseminou para todas as regiões do planeta (MAZOOYER e ROUDART, 2010).

Em meados do século 20, impulsionada pela modernização e necessidade de aumentar a produtividade, iniciou o processo de revolução verde nas lavouras. Nesse período ocorreu o aumento da mecanização dos sistemas de produção agrícola, uso intenso de irrigação nas lavouras e incremento na aplicação de fertilizantes minerais e agrotóxicos (MAZOOYER e ROUDART, 2010). Assim muitos foram os progressos, científicos e tecnológicos alcançados pela agricultura que favoreceram o desenvolvimento da humanidade.

Porém, conforme descrito por Martins (2001), apesar do intenso desenvolvimento a partir desse período, a agricultura se afastou dos processos ecológicos naturais e contaminações passaram a ser notadas no solo, ar e água. Entre os danos causados está a deterioração do solo e a do meio ambiente provocada por práticas agrícolas inadequadas.

Desse modo apesar da agricultura moderna, estar baseada em um desenvolvimento científico intenso, que culminou no aumento da produtividade das lavouras, cada vez mais tem se discutido a sustentabilidade desses sistemas de produção ao redor do mundo.

#### **2.1.1 SISTEMAS AGRÍCOLAS**

Sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados que interagem no desempenho de uma função (CASTRO et al., 2002). Para Castro o sistema unifica um conjunto de elementos que podem identificar a atividade desempenhada por ele, como os sistemas agrícolas.

Um sistema agrícola é definido por Hirakuri e colaboradores (2012) como “práticas comuns de manejo adotadas para uma determinada espécie vegetal, visando o aumento da produtividade a partir da combinação de um conjunto de atividades e operações”. Assim um sistema agrícola envolve práticas de manejo, com intuito de produzir grãos e matéria-prima, como no caso da cana-de-açúcar, soja e milho.

## 2.1.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

O sistema de produção agrícola é a soma da gestão dos recursos solo, água, mão-de-obra e capital, combinados as atividades e práticas de produção, resultando em ações interligadas entre si, não estáticas, e que tem como objetivo a produção de alimentos, fibras e matérias-primas de origem animal e vegetal (MORAIS, 2007; APOLLIN e EBERHART, 1999; CASTRO et al., 1998).

Com o aumento da demanda de alimentos houve a necessidade de ampliar as formas de produção, no entanto, os investimentos em infraestrutura, máquinas e tecnologias aumentam de acordo com disponibilidade de recursos de cada produtor. Conseqüentemente, surgiram propriedades que fazem uso de sistemas de produção pouco desenvolvidos e sistemas de produção evoluídos, que empregam alta tecnologia para produção de bens e serviços (EMER et al., 2008).

Em relação à complexidade e os tipos de sistemas, Hirakuri e colaboradores (2012), classificam em:

- a) monocultura: quando em uma determinada área ocorre um tipo de produção animal ou vegetal, por um período específico. Exemplo: cana-de-açúcar;
- b) sistema de sucessão de culturas onde em uma área específica ocorre a repetição sazonal de duas espécies, exemplo soja e amendoim;
- c) sistema de rotação de culturas, em uma área específica diferentes espécies são alternadas, temporal e sazonalmente. Exemplo: no primeiro ano, soja na primavera/verão e trigo no outono/inverno; segundo ano, milho na primavera/verão e girassol no outono/inverno;
- d) policultivo, nesse tipo de sistema duas culturas ocupam a mesma área no mesmo período, como, por exemplo, o feijão e o milho;
- e) sistema em integração: ocorre quando sistemas de cultivo diferentes são agregados com intuito de diversificar a renda do produtor e o uso da área. Exemplo, gado sobre pastagem em áreas com reflorestamento de eucalipto.

Dessa forma os proprietários agrícolas podem empregar diferentes sistemas de produção em suas propriedades, com intuito de gerar diferentes produtos ao longo do ano e aumentar a rentabilidade de suas lavouras.

### **2.1.3 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**

A globalização que exige sistemas de produção agrícola competitivos, interligados, de processamento e comercialização de produtos com alta qualidade deu origem ao complexo do agronegócio (GUILHOTO et al., 2000).

De acordo com o Guilhoto e colaboradores (2000) o conceito derivado da expressão Agrobusiness, foi proposto em 1957 pelos economistas Ray Golberg e John Davis. Eles estudaram as mudanças do setor agrícola dos Estados Unidos e notaram a importância de tratar os problemas do setor sob o enfoque sistêmico definindo o conceito como:

a soma total de todas as operações envolvendo a produção e distribuição de suprimentos agrícolas; as operações de produção dentro da fazenda; o armazenamento, processamento e distribuição de produtos agrícolas e dos itens produzidos a partir deles.

Ou seja, o agronegócio, envolve atividades de melhoramento de variedades de plantas e sementes em laboratórios, insumos utilizados durante o cultivo, crédito agrícola para financiamento de bens e serviços, tecnologias de preparo do solo e plantio, industrialização dos produtos, transporte, até o escoamento e comercialização do produto final (RODRIGUES, 2014).

Assim a cadeia do agronegócio envolve o pequeno, médio e grande produtor rural as atividades de produção agropecuária, fornecimento de bens, transformação e distribuição dos produtos e equivale a um setor importante da economia nacional (MAPA, 2014).

Dessa forma o Brasil, que possui uma área agrícola menor que a de países como Estados Unidos, China e Índia se destaca no agronegócio mundial (VIEIRA FILHO; GASQUES; SOUSA, 2011; EMATER, 2014), pois comercializa nove entre os dez produtos mais vendidos no mundo, entre eles: soja, café, açúcar e etanol, suco de laranja, carnes, milho, tabaco e celulose (CONAB, 2014).

Em 2014, a participação do agronegócio representou 44,4% do total das exportações nacionais (CNA, 2014), e se firmou como o setor que mais gera superávit a balança comercial.

## **2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

### **2.2.1 TRAJETÓRIA DO TERMO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Apesar de fazer parte de recentes discussões, alavancadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), o conceito de sustentabilidade existe há mais de 400 anos. Originária do latim *sustentare*, surgiu na Alemanha por volta de 1560, ligada à silvicultura (BOFF, 2012). De acordo com Boff (2012) no século XVIII as preocupações geradas pelo crescente desmatamento na Europa levaram a busca por estratégias que tornassem o desenvolvimento menos impactante às florestas, e assim em 1713 nasce o primeiro tratado sobre sustentabilidade denominado *Sylvicultura oeconomica*<sup>1</sup>.

Séculos depois, na década de 1950, outras preocupações agora relacionadas às crises atômicas, produziram calorosas discussões em relação a segurança ambiental do planeta (NASCIMENTO, 2012). A percepção de que uma crise estava muito próxima, e de que a natureza estava vulnerável a intervenção humana, ficou evidente no livro *Silent Spring*<sup>2</sup>. Nele, Rachel Carson mostrava os efeitos altamente nocivos do DDT (Dicloro-DifenilTricloroetano)<sup>3</sup>, questionando o modelo agrícola convencional e sua crescente dependência do petróleo como matriz energética (JACOBI, 2005).

Em 1970 nasce o Clube de Roma<sup>4</sup>, que em seu primeiro relatório discursa sobre *Os limites de crescimento*<sup>5</sup> (1972) (BOFF, 2012). Os debates em torno desse relatório levaram à definição do conceito de eco desenvolvimento, renomeada anos depois como desenvolvimento sustentável, onde propunham alcançar a sustentabilidade nas esferas social, econômica, ecológica, espacial e cultural (JACOB, 2005).

Na cidade de Estocolmo, em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) realiza a *Primeira conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente*<sup>5</sup>, que tinha como propostas: 1. Desenvolver estratégias para um desenvolvimento sustentável no longo prazo; 2. Recomendar preocupações com o meio ambiente e 3. Propor noções comuns relativas a questões ambientais (BRUNDTLAND, 1991).

---

<sup>1</sup> VON CARLOWITZ, H.C. e VON ROHR, J.B. *Sylvicultura oeconomica*. 1732.

<sup>2</sup> CARSON, R. *Silent Spring*. MA: Houghton Mifflin, 1962.

<sup>3</sup> O DDT, citado no livro de Rachel Carson, é o inseticida mais conhecido no mundo. Descoberto em 1939 para combater o transmissor da malária, rendeu ao entomologista Paul Müller o Prêmio Nobel de Medicina. Graças a sua propriedade química foi usado na segunda guerra para combater o tifo e piolhos em soldados. Em diversos países tropicais, inclusive no Brasil, foi utilizado no combate a malária, leishmaniose visceral e *Anopheles darlingi*. Sua principal aplicação foi na agricultura e pecuária. Atualmente o DDT é proibido em muitos países inclusive no Brasil, pois de acordo com suas características químicas acumula-se com facilidade na cadeia alimentar e nos tecidos adiposos (D'AMATO, TORRES, MALM, 2002).

<sup>4</sup> O Clube de Roma nasceu em 1968 na Itália e era formado por um grupo de trinta pessoas de diferentes nacionalidades que discutiam sobre os dilemas atuais e futuros da humanidade. Os participantes eram cientistas, políticos, educadores, humanistas, industriais e pessoas da sociedade italiana (MEADOWS et al. 1973). <sup>5</sup> MEADOWS, D.H., GOLDSMITH, E.I., MEADOW, P. *The limits of growth*. Vol. 381. London: Earth Island Limited, 1972.

<sup>5</sup> Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, 5 to 16 June 1972.



Em 1980 três instituições entre elas a Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) publicaram a *Estratégia Mundial para a Conservação*<sup>6</sup>, onde foi mencionado pela primeira vez o termo desenvolvimento sustentável (MOREIRA, 2005). Em 1987 o conceito, desenvolvimento sustentável, passa a ter uma definição com a Publicação do relatório *Nosso futuro comum*<sup>7</sup>. Neste relatório aparece a primeira, mais clássica e tradicional definição que foi reproduzida pela Primeira Ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland como “aquele que atende as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas necessidades e aspirações”.

Apesar de esta ser uma definição antropocêntrica, ela tornou-se unânime e popular em todos os setores da sociedade, incentivando discussões teóricas, práticas e justificando grande parte dos propósitos de proteção ambiental (BELLEN, 2005; RENNINGS e WIGGERING, 1997), contribuindo para um desenvolvimento contínuo e duradouro (MARTINS, 2001).

Assim ficou estabelecido que o desenvolvimento sustentável tem caráter transversal, por ser um processo evolutivo que inter-relaciona três vertentes do desenvolvimento: crescimento da economia, melhoria da qualidade do ambiente e melhoria da sociedade atual e futura (BRESSER-PEREIRA, 2008).

Em 1989 foi feita a primeira convocação para a *Conference on Environmental and Development* (CNUMAD)<sup>8</sup> que aconteceu em 1992 no Rio de Janeiro. Conhecida por Eco 92 esta reunião é considerada a maior conferência mundial pós-guerra fria. Sua relevância pôde ser observada tanto do ponto da representatividade institucional, quanto econômico, social e ecológico (MOTA et al., 2008). Seu principal resultado foi a criação da Convenção da Biodiversidade e das Mudanças Climáticas – que resultou no Protocolo de Kyoto, na Declaração do Rio e na Agenda 21.

Com o passar do tempo outras conferências como Rio + 5, Conferência de Johannesburgo (Rio +10), Rio +15, COP 13 (CONFERENCE OF THE PARTIES) e Rio +20 aconteceram, porém, o impacto não foi o esperado devido a baixa adesão dos países e pesquisadores. Consequentemente pouco se fez para reduzir os lamentosos cenários de destruição do planeta.

Dessa forma muitas propostas acabaram ficando aquém das análises científicas e das orientações de políticas públicas acordados na Eco-92 (MOTA, et al. 2008). Por isso é

---

<sup>6</sup> Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) and World Wildlife Fund (WWF). **World Conservation Strategy. Living resource conservation for sustainable development. 1980**

<sup>7</sup> World Commission on Environment and Development. *Our common future*. Vol. 383. Oxford: Oxford University Press, 1987.

<sup>8</sup> UNITED NATIONS. Forty-fourth session. Conference on Environment and Development. 22 Dec. 1989.

importante questionar a real situação da globalização econômica em regiões como a América latina e o verdadeiro compromisso dos organismos internacionais com o desenvolvimento sustentável (MARTINS, 2001).

### 2.2.2 SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Desde a publicação do Relatório Brundtland em 1987, tem ocorrido intensos debates sobre a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, no entanto, é incontestável a dificuldade em diferenciá-los.

O termo sustentabilidade é fundamentalmente uma questão de resolução científica (BRESSER-PEREIRA, 2008). Por outro lado, o desenvolvimento sustentável propõe a relação entre aspectos econômicos e conservação de recursos, sugere a melhoria na qualidade de vida da população atrelada à capacidade de suporte do planeta (REDCLIFT, 1987). Conforme descrito na Conferência Internacional sobre População e Desenvolvimento, que ocorreu no Egito em 1994, o desenvolvimento sustentável deve ser compreendido como um processo econômico, social, cultural e político abrangente, que objetive melhorar o bem-estar de cada indivíduo e de toda população na base de sua participação e na justa distribuição de seus benefícios (SILVA, 2009).

Dentre os modelos de desenvolvimento sustentável, o mais usado é o *Triple Bottom Line*, criado em 1990 por John Elkington, que propõe que o desenvolvimento deve ser: economicamente sustentável (viável/eficiente) – sugerindo a eco eficiência da produção que supõe uma contínua inovação tecnológica, minimizando o uso de recursos de energia fóssil e amplie a desmaterialização da economia; socialmente justo (inclusivo) – que trate do ideal de tornar o mundo menos desigual promovendo a justiça social e ambientalmente correto (sustentável/equilibrado) – no acesso e uso dos recursos naturais e nos modelos de produção e consumo (ROMEIRO, 2012; BOFF, 2012, NASCIMENTO, 2012; JACOBI, 2005).

Dessa forma o desenvolvimento sustentável deve sinalizar uma alternativa às teorias e aos modelos tradicionais do desenvolvimento combinando eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica (BRUSEKE, 1994).

Portanto baseados nas definições citadas, para este trabalho, devido a seu caráter científico, essa tese deve abordar com o termo sustentabilidade do sistema de produção de cana-de-açúcar que equivale à união e interação entre as dimensões social, ambiental e econômica. Cabe salientar que essas dimensões não podem ser separadas ou medidas de maneira diferente, são unidas e por isso complementares e/ou equivalentes, mas não interdependentes.

### **2.2.3 DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE**

Para Bresser-Pereira (2008) a sustentabilidade inter-relaciona três dimensões: social, econômica e ambiental, enquanto que para Sachs (1993) e Malheiros, Coutinho e Philipi Jr. (2012) ela pode ser representada pela dimensão social, econômica, espacial e cultural. Independentemente do número, para Bossel (1998) a sociedade só pode ser sustentável se considerar cada uma dessas dimensões ao longo do tempo. Pois são elas que devem evidenciar a exploração dos recursos naturais pelo homem ao longo de milhares de anos, sem reposição ou cuidado.

Dessa forma uma maneira de medir o desenvolvimento de uma sociedade de forma relevante, em relação à sustentabilidade, seria fazer uso de indicadores que são instrumentos úteis para quantificar e analisar informações técnicas.

### **2.2.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE**

O termo indicador é derivado do latim *indicare*, que conforme descrito por Hammond (1995) têm como função comunicar informações que levam a alcançar uma meta imposta e tornar mais perceptível um fenômeno, que ainda não foi detectado (TUNSTALL, 1992; BELLEN, 2005).

Os indicadores são componentes de avaliação para o progresso (GALLOPIN, 1996). Sua importância é a de retratar e detectar soluções comunicando, monitorando e avaliando políticas públicas (OECD, 2000), com alta especificidade, mensurabilidade, sensibilidade, relevância e exatidão (GUIJT apud MOURA et al., 2004).

Assim o levantamento de indicadores tem como objetivo agregar e quantificar informações (BELLEN, 2005), que podem não ser precisas, mas muito relevantes (GUIJT, 1999; MOURA, 2004), dentro das dimensões pertinentes, sejam elas ambiental, social e/ou econômica (TAYRA, 2006, BELLEN, 2005).

No Brasil, os indicadores de desenvolvimento sustentável integram um conjunto de iniciativas internacionais, concretizadas na Rio 92, que buscam perpetuar ideias e princípios sobre meio ambiente, sociedade e desenvolvimento (IBGE, 2013).

## **2.3 A CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL**

De provável origem asiática, a cana-de-açúcar é uma planta semiperene, atualmente plantada em mais de 80 países. Segundo estimativas da FAO os três maiores produtores de cana-de-açúcar no mundo são Brasil (34%), Índia (19%) e China (7%), sendo que no Brasil é a terceira cultura mais plantada, depois da soja e do milho (BRASIL, 2014).

No Brasil as lavouras de cana-de-açúcar ocupam uma área em torno de 9,09 milhões hectares que correspondem a 3,9% da área agriculturável do país (CONAB, 2014). Apesar da pequena porcentagem de terra que ocupa é reconhecida como uma das mais importantes commodities, pois movimenta R\$ 60 bilhões, envolve 72.000 agricultores, gera 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos e investe anualmente cerca de R\$ 8 bilhões (ANUÁRIO DA CANA, 2013), demonstrando a importância do setor para o país e a necessidade de políticas agrícolas de desenvolvimento e fortalecimento do setor.

As boas condições atmosféricas, variedades melhoradas em cruzamentos genéticos e mais adaptadas às condições regionais foram os fatores que contribuíram para impulsionar a produção açucareira no Brasil.

As maiores, mais expressivas e mais tradicionais áreas de cultivo encontram-se nas regiões Nordeste e Centro-Sul. Na região Centro-Sul, responsável por mais de 80% da produção nacional, a área ocupada chegou a 8.053 milhões hectares de terras com produção de 599.653,60 toneladas, queda de 0,4% em relação à safra 2103/2014. Nessa região os principais estados produtores são: São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) mostram que o estado de São Paulo possui a maior área de cultivo, 4.680 milhões hectares de terras plantadas. Em segundo lugar está o estado de Goiás com 896,06 mil hectares, Minas Gerais com 800 mil hectares de cana, Mato Grosso do Sul possui 693,77 mil hectares e Paraná com 643 mil hectares.

Para sustentar a produção é necessário que o cultivo, plantio e colheita da cana-de-açúcar sejam realizados com critério para, pelo menos, manter a produtividade. Porém, devido às questões culturais, tipos de solo, declividade de terreno e necessidade de mecanização os sistemas de produção acabam sendo específicos para cada região e/ou microrregião do país, por isso a importância de entendê-los.

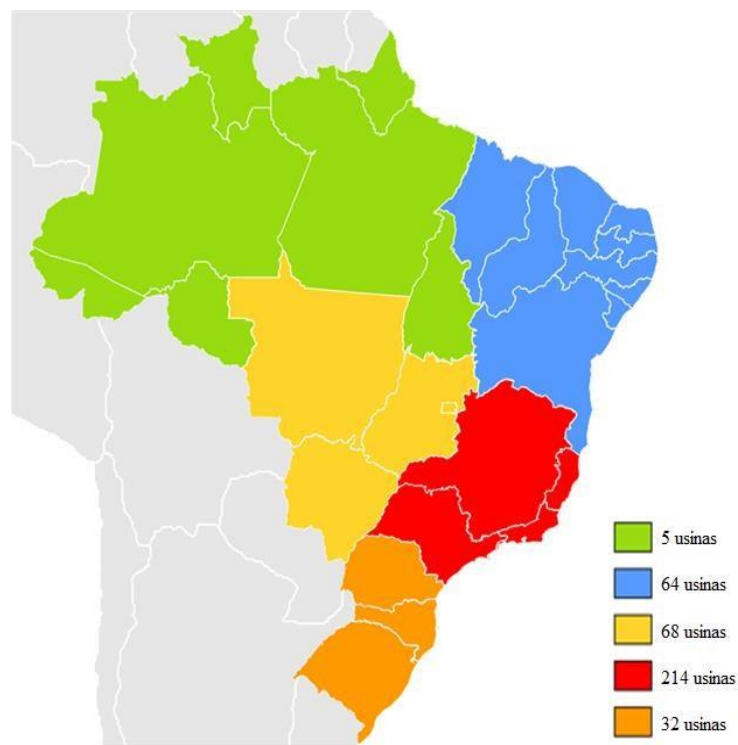
### **2.3.1 O COMPLEXO AGROINDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR**

O vínculo formado pelas usinas e fornecedores de matéria-prima é conhecido como Complexo Agroindustrial da Cana-de-açúcar e encontra-se na região Centro-sul do Brasil. Esse

complexo é formado por usinas que dependem dos fornecedores de cana e bens de capital para produzir açúcar, etanol e bioeletricidade, que posteriormente serão distribuídos às empresas de alimentos, combustíveis e energia (NEVES e CONEJERO, 2007). O maior complexo agroindustrial canavieiro nacional encontra-se na região Centro-Sul do Brasil.

Na figura 1 é possível identificar o número de usinas presentes em cada região do país.

**Figura 1** - Número de usinas autorizadas pela ANP por região administrativa.



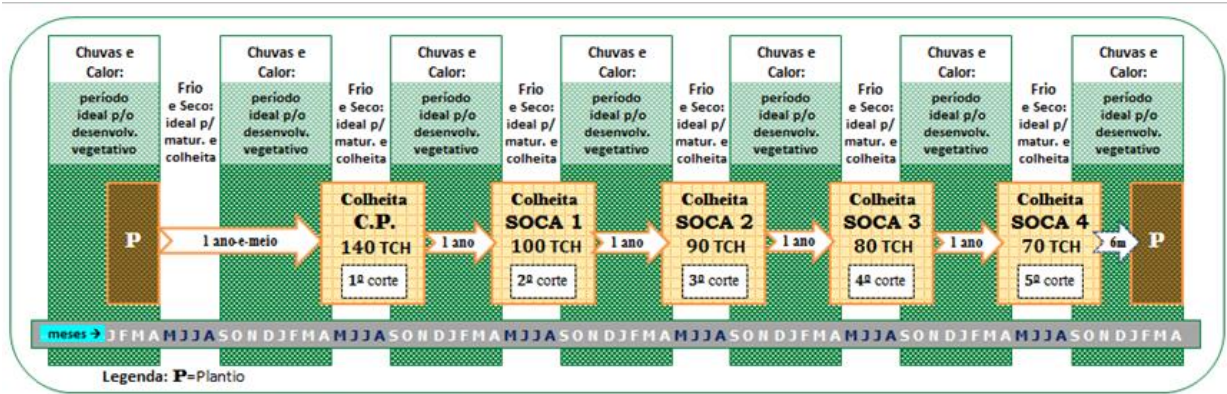
Fonte: NOVA CANA, 2014.

A maior concentração de usinas, 214, assim como de fornecedores de cana-de-açúcar, pode ser encontrada na região Sudeste, seguida pela região Centro-Oeste do Brasil com 68 empresas. Por ser considerada uma região de expansão, no Centro-Oeste, concentram-se empresas paulistas, nordestinas e grupos de investimento internacionais.

### 2.3.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

O sistema de produção de cana-de-açúcar envolve etapas como: preparo do solo, plantio, tratos culturais com cana planta e cana-soca e colheita. As atividades de plantio e colheita são realizadas a cada quatro ou cinco anos, em períodos climáticos ideais para o desenvolvimento vegetativo da planta, com níveis pluviométrico e temperaturas também favoráveis. Na figura 2 estão apresentadas as etapas envolvidas no sistema de produção de cana-de-açúcar, por um período de cinco safras.

**Figura 2** - Etapas de um sistema de produção de cana-de-açúcar



Fonte: Barcelos, 2014.

Nos últimos anos a cultura canieira tem se expandido principalmente para os estados do centro-oeste sobre áreas degradadas e de pastagens. Antes da implantação de um sistema de produção são consideradas as atividades relacionadas ao preparo do solo, entre elas: limpeza e sistematização do terreno, estrutura viária, de conservação do solo e o tipo de solo do local onde a cultura será inserida.

#### 2.3.2.1 AMBIENTES DE PRODUÇÃO

Devido à grande extensão de terras no Brasil, que podem ser cultivadas com cana-de-açúcar, muitas são as possibilidades de conduzir a cultura em diferentes regiões (STORINO; PECHE FILHO; KURACHI, 2010). Para garantir maior produtividade da cultura é necessário associar boas variedades de cana-de-açúcar adaptadas aos diferentes ambientes de produção.

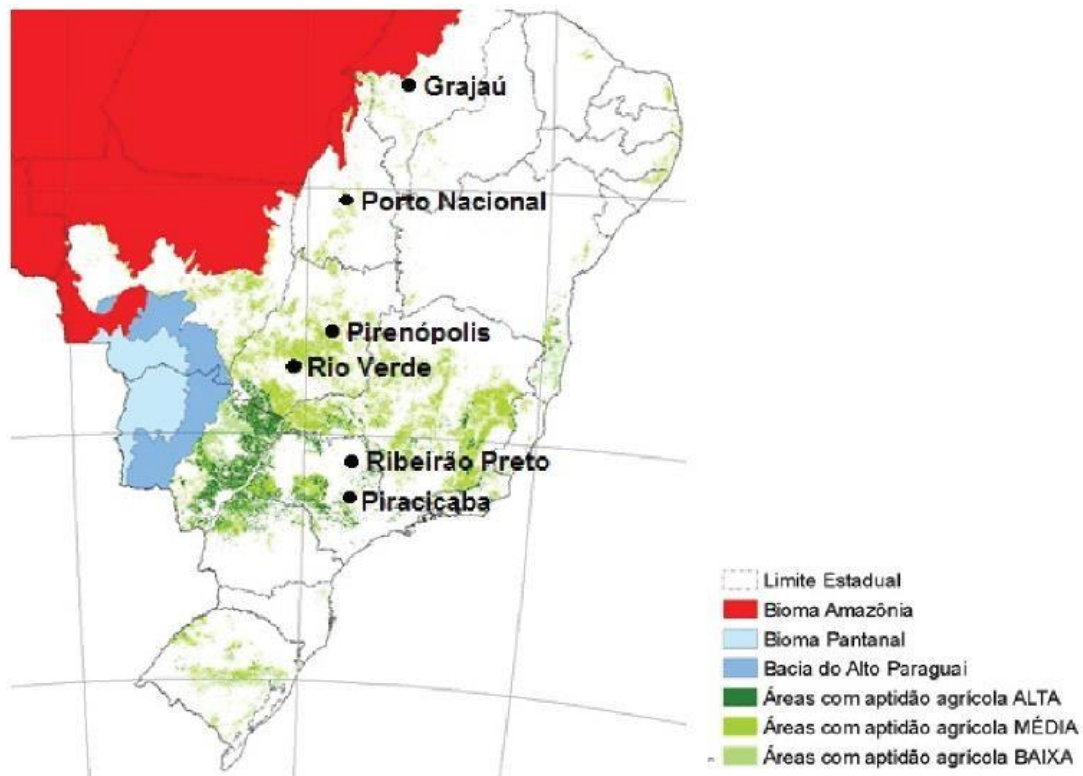
Ambiente de produção é definido em função das condições físicas, hídricas, morfológicas, químicas, mineralógicas dos solos sob manejo adequado da camada

arável em relação ao preparo, adubação, calagem, adição de vinhaça, torta de filtro e palha, do controle de ervas daninhas e pragas, associadas com as condições de superfície dos solos e ao clima regional (CAVALCANTE e PRADO, 2010).

Entre os fatores que podem limitar a produção e produtividade de cana-de-açúcar no Brasil. Entre eles podemos citar:

- a) água – a escassez ou excesso desse recurso pode prejudicar consideravelmente a cultura mesmo em solos muito produtivos, para isso em áreas de produção devem ser considerados os índices pluviométricos regionais e adequar às épocas de plantio e colheita da cana (CORREA, 2013);
- b) temperatura – dados do IPCC estimam aumento entre 1,8 e 3,6°C nos próximos anos, promovendo um cenário de maior fragilidade climática, principalmente nas regiões de maior expansão canavieira como o centro-oeste do país (MARIN e NASSIF, 2013);
- c) aptidão pedológica – dados levantados durante o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE) mostraram que as áreas de maior aptidão são aquelas usadas atualmente para produção agropecuária e produção semi-intensiva.

**Figura 3** - Áreas aptas para plantio de cana-de-açúcar em todos os estados brasileiros de acordo com o ZAE



Fonte: Manzatto et al. 2009 apud Marin e Nassif, 2013.

Em números absolutos os estados que apresentam melhores condições edafoclimáticas para a produção canavieira são: Goiás com 22%, Minas Gerais com cerca de 21% de aptidão, Mato Grosso do Sul (19%), São Paulo (18%), Mato Grosso (12%), Paraná (7%) e os estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro com 1% de condições (MELLO, 2012).

### **2.3.2.2 PREPARO DO SOLO**

No Brasil os sistemas de preparo de solo mais utilizados na cultura da cana-de-açúcar são: o convencional, o reduzido e o plantio direto (STORINO et al., 2010).

Dentre eles, os sistemas mais utilizados atualmente, estão:

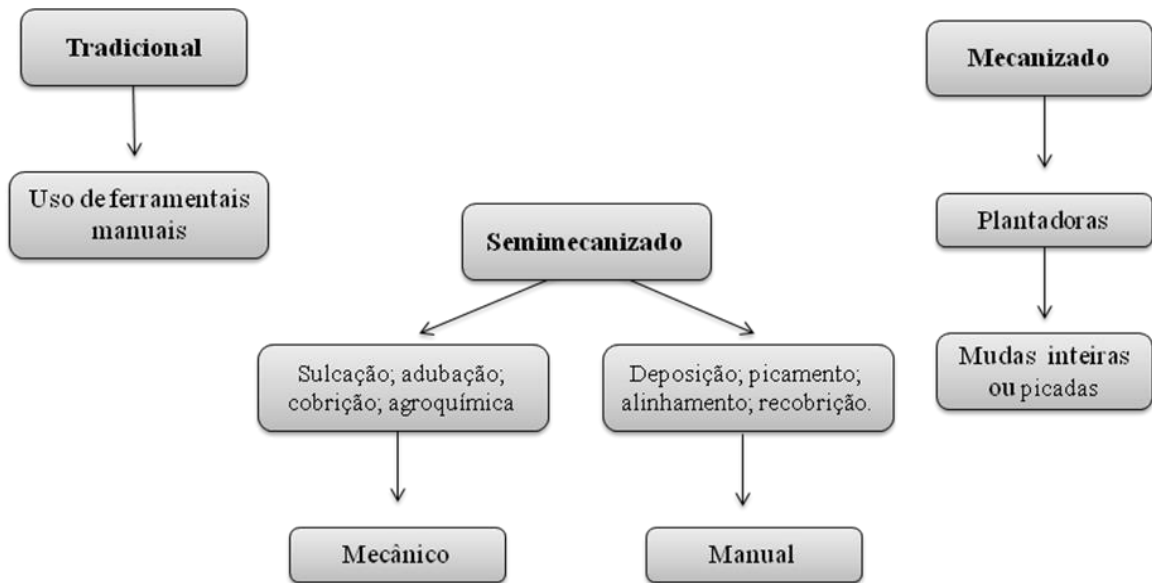
- a) sistema de preparo convencional – que inverte e revolve as camadas do solo, destruindo e incorporando restos vegetais. Neste tipo de cultivo são utilizados todos os recursos disponíveis sem restrições como fertilizantes, defensivos e agroquímicos (STORINO et al., 2010);
- b) sistema conservacionista ou reduzido – este sistema integra diferentes técnicas de preparo que combinam a diminuição na quantidade de operações de movimentação do solo por implementos menos agressivos e por técnicas preventivas de conservação (STORINO et al., 2010);
- c) sistema de plantio direto – também conhecido como sistema de plantio direto sobre a palha. É uma técnica conservacionista, na qual se procura manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais, com a finalidade de proteger o solo do impacto das gotas de chuva, do escoamento superficial e da erosão hídrica e eólica (CRUZ et al., 2006).

### **2.3.2.3 ETAPAS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Com relação ao plantio da cana-de-açúcar, na região Centro-Sul do Brasil predominam três técnicas: o plantio tradicional, plantio semimecanizado e o plantio mecanizado, conforme ilustrado na figura 4.



**Figura 4 -** Sistemas de plantio de cana-de-açúcar utilizados no Brasil



Fonte: Ripoli e Ripoli, 2010.

- a) sistemas de plantio tradicional são aqueles que envolvem sistema manual e/ou convencional de preparo do solo (NACHILUK e OLIVEIRA, 2013). Em áreas com declive acima de 12%, as etapas de plantio podem envolver atividades manuais e com tração animal, em função da impossibilidade de se utilizar máquinas (SANTIAGO e ROSSETO, 2014). Conforme descrito pelos autores neste tipo de sistema são empregadas práticas caracterizadas pelo preparo intensivo do solo, de fertilizantes e uso da queima para retirada da matéria-prima;
- b) sistema de plantio semimecanizado, envolve tanto operações manuais quanto mecanizadas, como: sulcação mecanizada, distribuição, alinhamento e fracionamento de mudas manual, cobertura dos sulcos mecanicamente e aplicação de defensivos de forma mecanizada (RIPOLI e RIPOLI, 2010);
- c) sistemas de plantio mecanizado, as mudas que alimentam a plantadora são colhidas mecanicamente, picadas e plantadas por plantadoras que distribuem as mudas, o adubo e o inseticida nos sulcos (SANTIAGO e ROSSETO, 2014).

O plantio mecanizado iniciou em 2003 e foi justificado pela diminuição de mão de obra disponível no campo, aumento da área plantada e redução de custos operacionais. No entanto, este tipo de plantio apresenta alguns pontos negativos como o alto número de mudas usadas, mais que o sistema convencional, e a compactação do solo provocada pelo intenso tráfego de máquinas (ROSSETTO, 2014).

#### 2.3.2.4 PERÍODOS DE PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Para Rosseto e Santiago (2014) a escolha adequada da época de plantio da cana-de-açúcar é fundamental para o bom desenvolvimento da cultura que necessita de condições climáticas para se desenvolver e acumular açúcar isso somado a alta disponibilidade hídrica, altas temperaturas e alto índice de radiação solar.

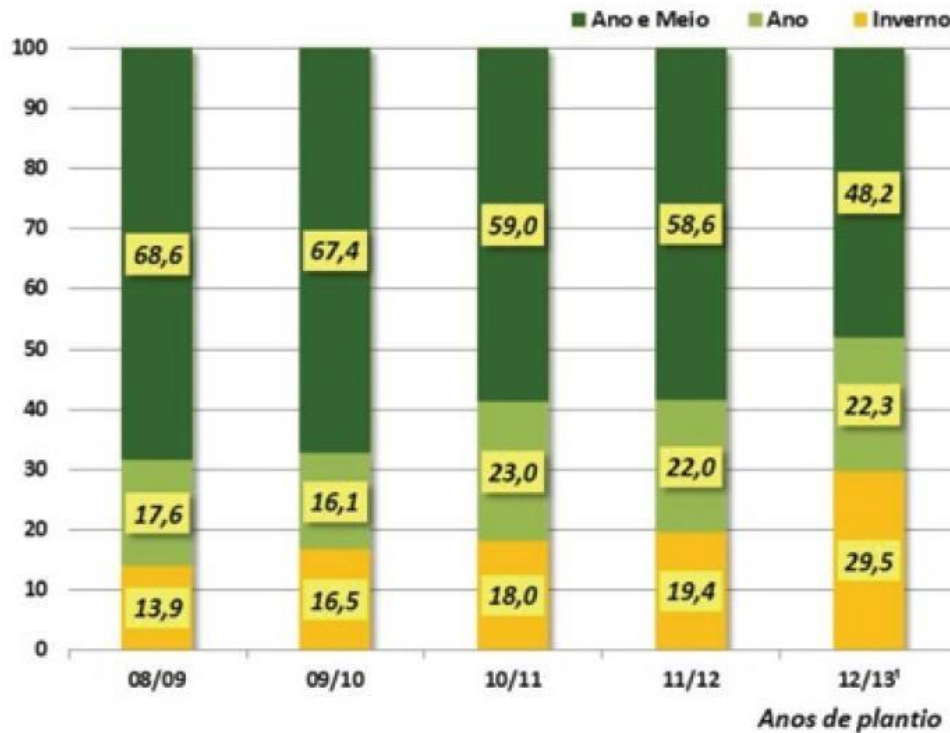
As condições climáticas brasileiras permitem duas safras de cana-de-açúcar, uma na região Nordeste, que ocorre entre os meses de outubro a março, e outra na região Centro-Sul entre os meses de outubro a novembro (RODRIGUES e ORTIZ, 2006).

Nos sistemas de produção de cana brasileiros é importante considerar a época de plantio das variedades selecionadas. Sendo assim, segundo Pinto e colaboradores (2012), o sistema é dividido em:

- a) plantio de ano e meio ou cana de 18 meses – nesse sistema a cana é plantada de fevereiro a meados de maio e sua colheita é feita até junho do ano seguinte quando o plantio atinge entre 13 e 17 meses de crescimento;
- b) plantio de inverno, realizado entre os meses de maio a setembro, esse tipo de cultivo atinge produtividades de até 95% em relação à cana de ano e meio;
- c) plantio de ano é realizado entre os meses de setembro a novembro, sua produtividade pode atingir quantidade superior a 83% da produção da cana de ano e meio. No entanto, esse tipo de sistema apresenta restrições em relação às variedades que devem ser utilizadas.

Dados do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) mostram que em 2012 devido a necessidade de matéria-prima e do aumento do plantio mecanizado, os produtores da região Centro-Sul aumentaram as áreas de plantio de cana de inverno e cana de ano e como consequência diminuíram as áreas de cana de ano e meio. A figura 5 mostra as épocas de plantio de cana que predominam entre as safras de 2008/09 e 2012/13 (figura 5).

**Figura 5** - Distribuição das épocas de plantio de cana-de-açúcar em relação aos anos safra



Fonte: Centro de Tecnologia Canaveira, 2012.

Uma cultura de cana-de-açúcar pode atingir cinco ou mais safras subsequentes com boa produtividade, desde que sejam considerados durante o plantio a profundidade e o espaçamento adequado entre os sulcos, pois estes interferem diretamente na disponibilidade de água, luz e temperatura.

Com relação ao espaçamento no plantio da cana-de-açúcar este deve variar entre um e 1,8 metros, sendo 1,5 metros o mais utilizado atualmente nos canaviais comerciais, enquanto a profundidade dos sulcos pode variar entre 20 e 30 centímetros (ROSSETO e SANTIAGO, 2014).

### 2.3.2.5 MÉTODOS DE COLHEITA DE CANA-AÇÚCAR

Assim como as técnicas utilizadas no plantio, os tipos de colheita de cana-de-açúcar influenciam na longevidade e produtividade dos canaviais. Conforme descrito por Souza e colaboradores (2005). O tipo de colheita influencia as características físicas, químicas e biológicas do solo, assim como no meio ambiente e na saúde das comunidades próximas as áreas de plantio.

Tradicionalmente no país existem dois sistemas distintos de colheita de cana-de-açúcar, o sistema manual e mecânico.

- a) sistema de colheita manual – o trabalhador rural faz o corte da cana na região basal com auxílio de facão, dos ponteiros, seguida da picagem e empilhamento dos colmos (BRAUNBECK e OLIVEIRA, 2006). Na colheita manual um trabalhador rural corta em média entre 2,5 e 5 toneladas de cana por dia (ROSSETTO, 2014);
- b) sistema de colheita mecanizada – o corte na região basal e a limpeza dos colmos são realizados por máquinas que picam os toletes, armazenam e posteriormente carregam os transbordos (ROSSETTO, 2014).

Nesses dois sistemas pode ser empregado o uso do fogo, assim existe um sistema de colheita de cana com queimada e/ou sistema de cana crua ou sem queima.

- a) colheita com queimada – a prática do fogo associado à colheita dos canaviais tem como função evitar lesões físicas aos trabalhadores, facilitar o transporte e o transbordo da cana colhida, nesse processo há eliminação total da matéria seca do campo, pelo fogo (GAZZONI, 2014);
- b) colheita sem queima – nesse sistema de colheita não há queima, a palha do campo pode ser recolhida servindo como matéria-prima para cogeração de bioeletricidade (FERRACIOLI, 2013). O aumento da palhada no solo diminui a compactação, devido ao tráfego de máquinas, e aumenta a retenção de água, porém por outro lado, o volume excessivo de palha dificulta a emergência da rebrota e pode aumentar o número de pragas (SOUZA et al., 2005).

A colheita mecanizada sem queima foi desenvolvida com a finalidade de eliminar a queima dos canaviais e evitar a degradação dos solos e a poluição causada pela fuligem. Este tipo de colheita tem sido a mais representativa nos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Brasil (GAZZONI, 2014).

### **2.3.3 O PAPEL DOS PRODUTORES RURAIS NO SISTEMA CANAVIEIRO NACIONAL**

Segundo orientações da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2007) existem três grupos de produtores rurais que participam da produção de cana-de-açúcar que são:

1. fornecedores de cana são aqueles que produzem a matéria-prima arcando com os custos de produção, e no período correto vendem para as usinas.

2. parceiros agrícolas que são aqueles que cedem as propriedades rurais para cultivo e recebem participação nos lucros e/ou prejuízos da produção e
3. arrendatários que alugam os imóveis rurais e recebem sobre a área plantada de cana-de-açúcar.

Tanto fornecedores, como parceiros e arrendatários podem ser grandes, pequenos ou médios empresários. O Estado de São Paulo apresenta um grande número de fornecedores de cana-de-açúcar enquanto nos estados de fronteira (Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais) o baixo custo de terras estimula a posse pelas usinas. Nesses estados a especulação de terras e a instalação das novas unidades industriais, sendo a maioria proveniente de grandes grupos paulistas, estimulam a sistemática latifundiária.

Na tabela 1, é apresentado o número de fornecedores e parceiros agrícolas na Safra 2009/2010, no estado de São Paulo e nos demais, de acordo com dados da Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA, 2010).

**Tabela 1** - Produção de cana-de-açúcar de fornecedores independentes e parcerias na safra 2009/2010, por região no Estado de São Paulo e nos demais Estados da Região Centro-Sul

Estados	Nº de fornecedores	%	Área Média (ha)	Produção (ton.)	%
<b>São Paulo</b>	18.078	96,4	81	124.005.727	89,1
<b>Goiás</b>	178	1,0	348	5.257.400	3,8
<b>Mato Grosso</b>	59	0,3	342	1.712.150	1,2
<b>Minas Gerais</b>	432	2,3	225	8.233.425	5,9
<b>Total</b>	18.659	-	88	139.208.701	-

Fonte: Associação dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (Orplana), 2010.

Por outro lado, existem os proprietários de usinas que produzem cana em suas fazendas próprias e/ou arrendam terras para completar a produção da usina.

Com relação aos valores pagos, tanto a fornecedores quanto parceiros estes são pagos pelas usinas, mas estabelecidos pela Consecana. O Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo é uma associação formada por representantes da indústria e dos plantadores de cana-de-açúcar, que baseia o valor da cana pela quantidade de açúcar disponível na matéria-prima, o Açúcar Total Recuperável (ATR) (UNICA, 2015).

Quanto à quantidade de matéria-prima negociada entre os produtores e usineiros, em 1944 foi estabelecida a Lei nº 3.855 conhecida como Estatuto da Lavoura Canavieira. O estatuto previa que os proprietários ou donos de usinas fossem obrigados a receber até 40% do total de

cana que processavam de fornecedores (DECRETO-LEI N° 3855, DE 21 DE NOVEMBRO DE 1941). Baccarin et al. (2009) relata que esse estatuto está em vigor até hoje, porém com a desregulamentação da agroindústria houve a saída dos institutos reguladores e os contratos passaram a ser realizados entre as partes interessadas, usina – fornecedor (GUEDES; TERCI; PERES, 2007).

### **2.3.4 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL**

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, considerado um sistema extensivo (CORREA, 2013), ocupa uma área de aproximadamente 9,7 milhões de hectares (UNICA, 2014), correspondente a 3% das terras aráveis do país.

Devido às condições geográficas e edafoclimáticas a produção ocorre em praticamente todas as regiões do país (FERNANDES et al., 2013). E de acordo com Ramos (1999) apud Correa (2013) avança para as novas regiões, como Centro-Oeste, com características latifundiárias de produção e incorporação de posse de terras como nas antigas áreas de produção (tabela 2).

**Tabela 2 - Área plantada, área colhida e produção nas principais regiões produtoras do país**

<b>Região</b>	<b>Área plantada (Hectares)</b>	<b>Área colhida (Hectares)</b>	<b>Produção (Toneladas)</b>
<b>Sudeste</b>	6.934.160	6.120.970	484.880.946
<b>Nordeste</b>	692.665	691.845	50.758.946
<b>Centro-oeste</b>	1.930.970	1.771.639	129.938.985
<b>Centro-Sul</b>	9.557.795	8.584.454	665.578.877

Fonte: União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), 2014.

A maior capacidade de produção de cana na região Centro-Sul se estabeleceu graças à proximidade dos grandes centros consumidores, as características edafoclimáticas e às altas tecnologias adotadas na região, que sobressaem sobre a segunda maior região produtora, região Norte-Nordeste (FERREIRA NETO, 2005 apud PEDROSO JR, 2009).

### 2.3.4.1 A MECANIZAÇÃO NA REGIÃO CENTRO-SUL

Nas últimas quatro décadas, além de tecnologias que prolonguem a vida útil do canavial, surgiram métodos que permitem aos produtores utilizar insumos e mão de obra de forma mais eficiente, com intuito de aumentar a sustentabilidade dos sistemas (OLIVEIRA et al., 2012).

De acordo com Milan (2004) a adequação para sistemas mecanizados busca além da produtividade e do baixo custo, qualidade nas operações agrícolas, segurança e saúde dos funcionários, preservação do ambiente e alinhamento estratégico.

A comercialização do etanol, principalmente no mercado internacional, imposto um padrão de desenvolvimento sustentável tanto ambiental quanto social, principalmente em relação às condições de trabalho no corte da cana (DELGADO, 2012). A eficiência dos sistemas mecanizados se tornou um fator importante para o sucesso das empresas agrícolas e também para medir o desempenho sustentável do sistema (PELOIA e MILAN, 2010).

No Estado de São Paulo a mecanização foi impulsionada pelo Protocolo Agroambiental, que estabeleceu prazos para erradicação das queimadas (Lei Estadual 11.941/2002 estabeleceu o fim da queima, para áreas mecanizáveis, para 2014 e não mecanizáveis para 2017) (FREDO et al., 2008). Por ser o maior produtor nacional e por abrigar o maior número de tecnologias, as técnicas de mecanização incorporadas no Estado de São Paulo foram disseminadas para os demais estados da região Centro-Sul.

Graças a essas normas, a partir de 2002, teve início o processo de mecanização em áreas onde não se podia realizar a queima, como garantia às empresas que cumprissem as normas foi assegurado o selo ambiental que contribuiu para facilitar a comercialização do etanol (FREDO et al., 2008).

A implementação da mecanização do sistema de produção de cana-de-açúcar só pode ser realizada em áreas relativamente planas, esse foi o motivo pelo qual empresas do setor expandiram suas áreas de produção para regiões propícias do ponto de vista topográfico, declividade < 12%, principalmente para os Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Tocantins (SILVA, 2013). Nesses estados, atualmente, tanto a colheita quanto o plantio apresentam altas taxas de mecanização.

Os estados que apresentam maior porcentagem de mecanização do plantio no Centro-Sul, são Goiás e Mato Grosso do Sul. Na tabela 3 é possível analisar esses valores entre os anos de 2011 e 2012, de acordo com dados fornecidos pelo CTC (2012).

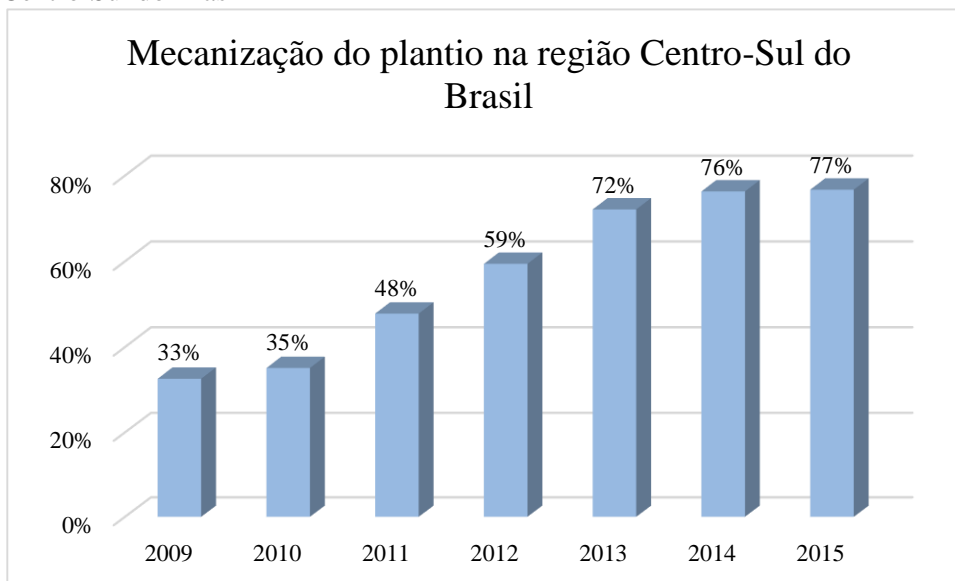
**Tabela 3** – Evolução dos percentuais de plantio. Taxa de mecanização entre as safras de 2011/2012.

Estado	Taxa de mecanização	
	2011	2012
<b>Goiás</b>	70%	90%
<b>Mato Grosso do Sul</b>	67%	77%
<b>Minas Gerais</b>	51%	70%
<b>São Paulo</b>	47%	53%
<b>Mato Grosso</b>	40%	51%
<b>Paraná</b>	9%	23%

Fonte: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), 2012.

As taxas anuais de crescimento do plantio mecanizado nos estados do Centro-Sul variaram em quatro anos aproximadamente 28%, graças à topografia favorável de Estados como Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás (CTC, 2012). A figura 6 apresenta a evolução anual da mecanização do plantio da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

**Figura 6** - Proporção de áreas com plantio mecanizado em estados e na região Centro-Sul do Brasil



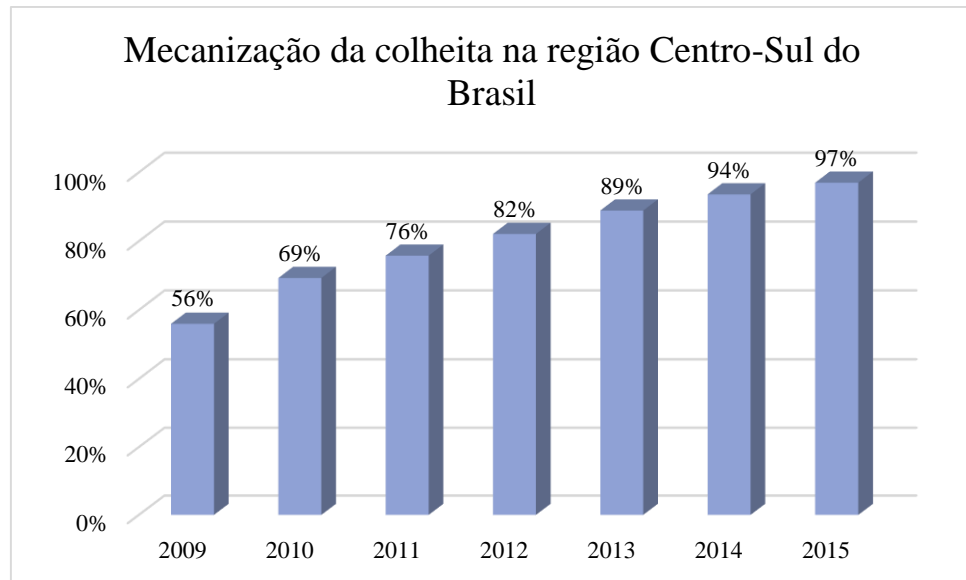
Fonte: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), 2014.

Quanto à mecanização da colheita da cana-de-açúcar esta adaptação ocorreu em ritmo acelerado. Na safra 2013/2014, de acordo com dados do CTC (2014) a mecanização atingiu 94% das lavouras da região Centro-Sul, e entre os anos de 2010 a 2014 a média anual de



crescimento foi de 9% ao ano. A figura 7 mostra a evolução da colheita mecanizada no período entre 2009 a 2015.

**Figura 7** - Evolução da colheita mecanizada na região Centro-Sul do Brasil

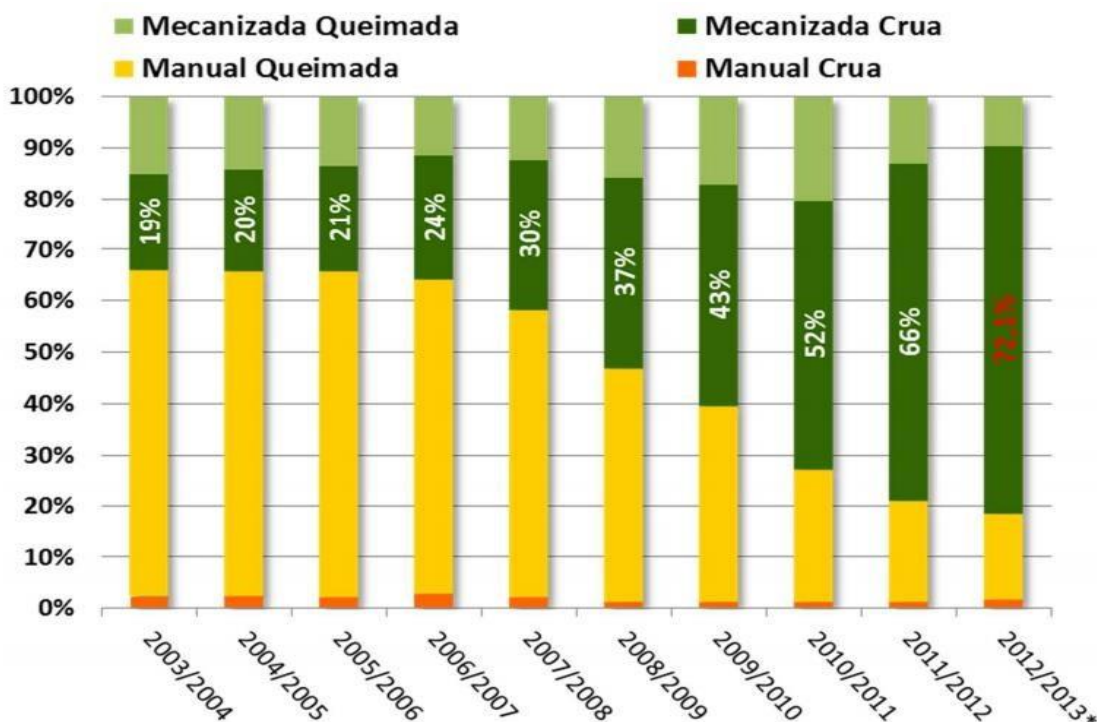


Fonte: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), 2014.

Entre os estados que apresentaram maiores taxas de colheita de cana crua estão Mato Grosso (88%), Mato Grosso do Sul (85%), São Paulo e Minas Gerais ambas com 81% (CTC, 2012).

Inversamente à mecanização, dados mostram que nos últimos 10 anos houve diminuição da colheita manual queimada em 40% das regiões. Entre 2003 e 2012 o aumento foi de 53% (CTC, 2012), sendo nesse último ano o que apresentou os maiores índices, como demonstra a figura 8.

**Figura 8** - Relação dos tipos de colheita realizada na região Centro-Sul entre as safras 2003/2004 a 2012/2013



Fonte: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), 2012.

#### 2.3.4.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTADOS DO CENTRO-SUL QUANTO À PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

O Brasil é conhecido pela alta produção de etanol, principalmente nos estados do Centro-Sul. Abaixo analisaremos as principais características de produção nos seis estados mais representativos da região envolvidos nesse projeto, que são: São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná.

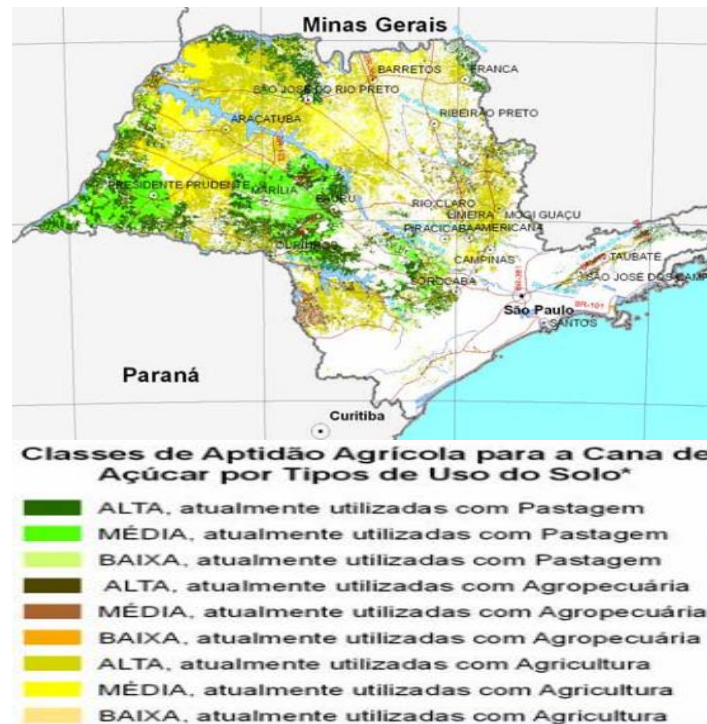
##### 2.3.4.2.1 SÃO PAULO

O estado é o maior produtor nacional e também um dos mais tradicionais em relação aos sistemas de cultivos. Na safra 2013/2014 a área total cultivada foi 5.768.186 hectares (UNICA, 2014).

Em São Paulo a cana tem se expandido para regiões nas quais predominavam pecuária de corte extensiva de baixa produtividade principalmente na região de Lins, Presidente Prudente e Pereira Barreto (AGROANALYSIS, 2013). Na safra 2013 as cidades que mais produziram

cana no estado foram Morro Agudo (7.963.342 ton.), Barretos (4.518.780 ton.) e Ituverava (3.995.000 ton.).

**Figura 9** - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no estado de São Paulo.



Grande parte da produção dessas novas regiões é feita por fornecedores responsáveis por cerca de 25% da cana processada no estado, na safra 2011/12 (ORPALANA,2010).

Em virtude do estabelecimento da Lei n. 11.241, houve antecipação para o fim da queima e o cronograma foi adiantado para 2014 em áreas mecanizáveis e 2017 para áreas não mecanizáveis (FREDO et al., 2014).

Fredo e colaboradores (2014) citam que existem cinco regiões no estado com taxas de mecanização acima de 90%, que envolvem Andradina, Assis, Lins, Jales e Fernandópolis. Na tabela 4 é possível analisar as principais regiões, suas taxas de mecanização, o número de hectares de cana envolvidos em cada índice e a quantidade de áreas mecanizadas.

**Tabela 4** - Taxas de mecanização atuais nos escritórios de desenvolvimento rural do estado de São Paulo.

Item	Região	Hectares de cana	%	Área mecanizada	%
Abaixo de 70%	1	371.473,0	6,8	1.994.194,5	4,4
Entre 70% e 80%	2	1.935.098,0	35,2	1.479.977,9	33,4
Entre 80% e 90%	3	2.465.696,0	44,8	2.075.141,0	46,5
Acima de 90%	4	727.255,6	13,2	680.066,1	15,4
<b>Total</b>	35 regiões	5.499.523,0	100,0		100

Fonte: FREDO et al., 2014.

Região 1: Itapetininga, Sorocaba, Campinas, Itapeva, Piracicaba, Bauru e Bragança Paulista

Região 2: Presidente Venceslau e Mogi Mirim

Região 3: Jaboticabal, Votuporanga e Araçatuba;

Região 4: Andradina, Assis, Lins, Jales e Fernandópolis

A mecanização das lavouras paulistas está atrelada ao transporte e colheita da cana, com regiões onde predomina o plantio manual. Assim com relação ao tipo de plantio nas regiões de Ribeirão Preto, Assis, Catanduva, Jaú, Araçatuba, Piracicaba predominam o plantio da cana convencional (semimecanizado) (NACHILUK e OLIVEIRA, 2013). Na tabela 5 é possível evidenciar o plantio manual em algumas regiões do estado.

**Tabela 5** - Tipos de sistema de produção utilizados nas regiões mais importantes do estado de São Paulo

Região	Sistema de Plantio	Sistema de colheita	Responsável
<b>Catanduva</b>	Manual	Mecânica	Usina
	Manual	Manual/Queimada	Usina
	Manual	Manual/queimada	Fornecedor
<b>Jaú</b>	Manual	Mecânica	Usina
	Manual	Manual crua	Usina
	Manual	Manual/Queimada	Usina
	Manual	Mecanizada	Fornecedor
<b>Piracicaba</b>	Manual	Mecânica	Usina
	Manual	Manual/Queimada	Usina
	Manual	Manual/Crua	Usina
<b>Ribeirão Preto</b>	Semimecanizado	Mecânica	Usina
	Manual	Mecânica	Usina
	Manual	Manual/Queimada	Usina
<b>Araraquara</b>	Semimecanizado	Mecânica	Usina
	Manual	Mecânica	Usina
	Manual	Manual/Queimada	Usina

Fonte: NACHILUK e OLIVEIRA, 2013.

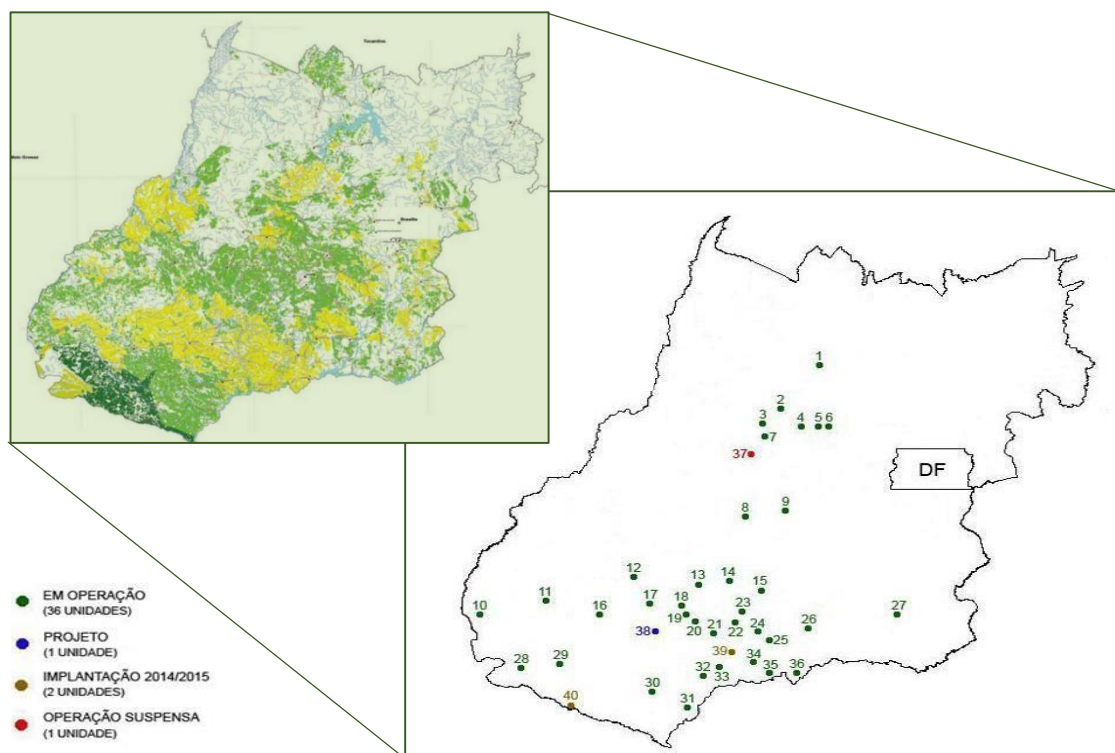
Regiões como Orlandia, Piracicaba, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto concentram mais de 25% do total de cortadores de cana do estado (FREDO et al, 2014). Segundo os autores as dificuldades na adoção das técnicas de mecanização estão vinculadas a declividade dos terrenos, ao tamanho das propriedades e também ao custo da aquisição de maquinários.

### 2.3.4.2.2 GOIÁS

Segundo dados do Sindicato da Indústria de Fabricação de Etanol do Estado de Goiás (SIFAEG) (2015) a produção de cana-de-açúcar no estado passou de 7.161.000 toneladas de cana-de-açúcar na safra 2000/2001 para 66.833.261 toneladas na safra 2014/2015. Dados do IBGES (2013) mostram que houve incremento de 14,8% na produção com relação à área colhida em razão aos novos investimentos no campo.

Características edafoclimáticas regionais favoráveis como verões chuvosos e invernos longos, quentes e secos têm possibilitado o investimento, por parte das usinas, em variedades de cana melhor adaptadas ao solo e as condições climáticas do estado. Além disso, conforme descrito por SILVA (2013) muitas empresas utilizam técnicas de agricultura de precisão para manter a alta fertilidade dos solos.

**Figura 9** - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no estado de Goiás.



Fonte: Manzatto et al., 2009) e mapa da localização das usinas no estado de Goiás (SIFAEG, 2015).

Comparando os novos estados de expansão da cultura, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, este último foi o que mais recebeu usinas (SILVA, 2013), atualmente no estado existem 40 usinas, sendo 36 em operação, uma unidade em projeto, duas que serão implantadas na safra 2014/2015 e uma em operação suspensa (figura 9).

O maior número de usinas se concentra na região sul do Estado, que abrangem regiões de Santa Helena de Goiás, Goianésia, Jandaia, Serranópolis e Quirinópolis (IBGE, 2011) e a maior expansão tem sido notada no Sudoeste, na microrregião dos chapadões onde a baixa declividade tem sido um fator importante para a adoção de sistemas de produção altamente mecanizados. Nessa região tanto os processos de plantio quanto de colheita são 100% mecanizados.

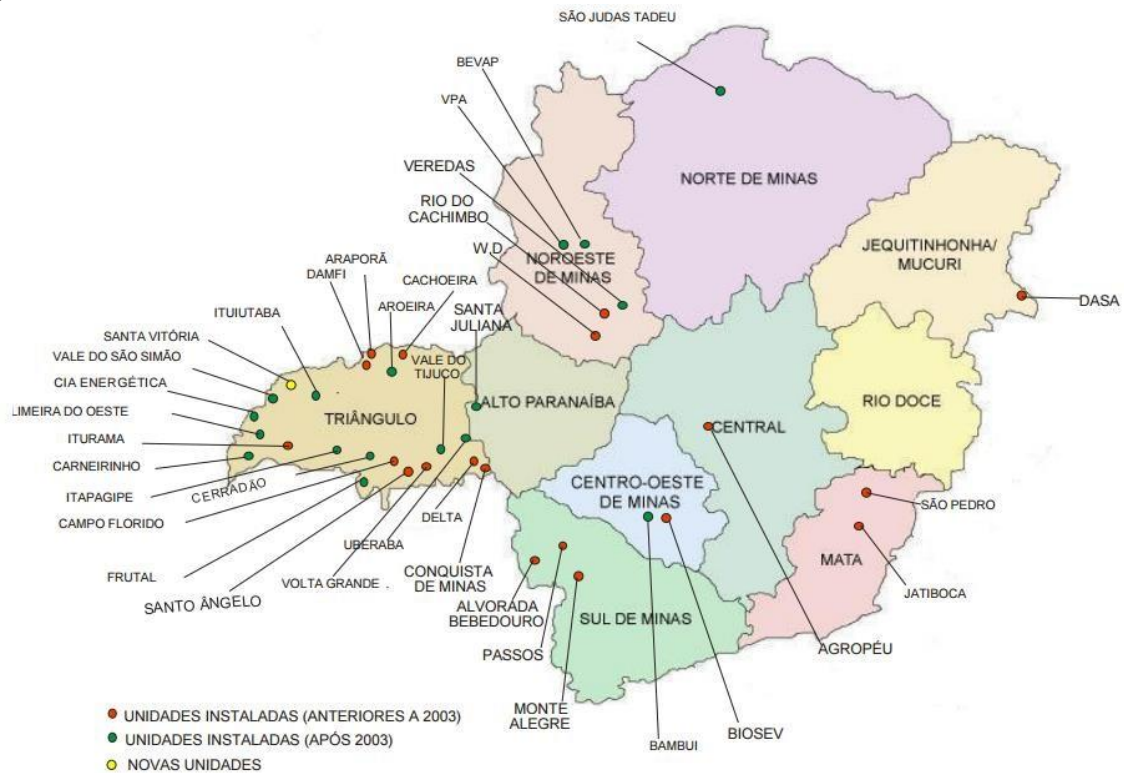
Entretanto em algumas áreas do estado predomina a queima da palhada para limpeza do solo, preparo para o plantio e colheita; no entanto uma liminar expedida em 2013 exige a interrupção gradativa da queima na região de Santa Helena de Goiás e Vale do Verdão, que deve ser de 5% para a safra 2014 aumentando para 50% na safra seguinte, obrigando assim a colheita de cana crua (SINDALCOOL, 2014).

#### **2.3.4.2.3 MINAS GERAIS**

Minas Gerais é o terceiro maior produtor do Brasil e teve sua expansão impulsionada pela proximidade dos centros de consumo e pela infraestrutura de escoamento da produção (AGROANALYSIS, 2013), principalmente sobre áreas de pastagens não prejudicando, portanto, áreas onde predominam outras atividades agrícolas, conforme informações do Sindicato da Indústria de Fabricação do Álcool no Estado de Minas Gerais (SIAMIG, 2014).

A produção concentra-se principalmente nas regiões do Noroeste de Minas, Central Mineira, Sul/Sudoeste e Triângulo Mineiro – figura 10 (OLIVEIRA, 2012). Sendo que nesta última concentram-se o maior número de usinas do estado, 22 unidades (SIAMIG, 2014).

**Figura 11** - Usinas produtoras de etanol e açúcar localizadas no estado de Minas Gerais de acordo com a região administrativa



Fonte: Sindicato da Indústria de Fabricação do Alcool no Estado de Minas Gerais (SIAMIG), 2014.

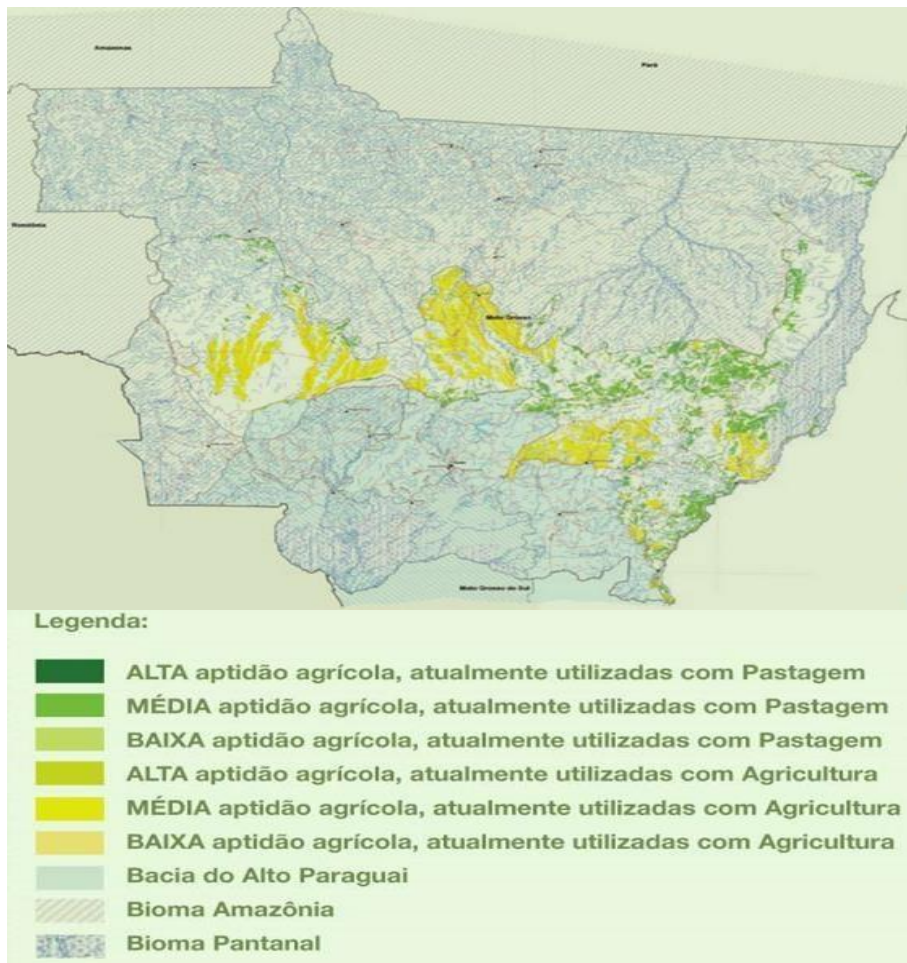
Em Minas Gerias são cultivados aproximadamente 890 mil hectares de cana-de-açúcar que são processados por 39 usinas instaladas em 31 municípios e abrangem a área de outros 121 municípios fornecedores (SIAMIG, 2014). Segundo dados da SIAMIG aproximadamente 25 dessas usinas são mistas, 12 produzem somente etanol e 2 somente açúcar.

Quanto ao sistema de produção de acordo com Neves et al. (2014) a colheita na região é 100% mecanizada, fruto de trabalhos prévios de impacto ambiental regional.

#### 2.3.4.2.4 MATO GROSSO

Por ser um importante produtor de grãos e possuir um dos biomas mais importantes do país, o Pantanal, a expansão canavieira no Estado do Mato Grosso deve ser bem planejada e executada (CORREA, 2013). Nesse contexto a área de produção do estado é pequena (figura 11) em relação a outras culturas e na região Sul se concentram as maiores áreas de produção canavieira no estado (AGROANALYSIS, 2013).

**Figura 12** - Zoneamento agroecológico da Cana para o estado do Mato Grosso



Fonte: Manzatto, 2009.

No estado 70% das usinas se concentram na Bacia do Alto Paraguai. Entre os municípios mais produtores destacam-se: Barra do Bugres, Denise, Campo Novo do Parecis, Alto Taquari e Nova Olímpia (SCHLESINGER, 2013). De acordo com dados do IBGE (2013) a área plantada e colhida no estado, na safra 2011/2012 foi de 246.298 hectares, e o aumento da produção em relação à safra anterior foi de 18,1%.

#### **2.3.4.2.5 MATO GROSSO DO SUL**

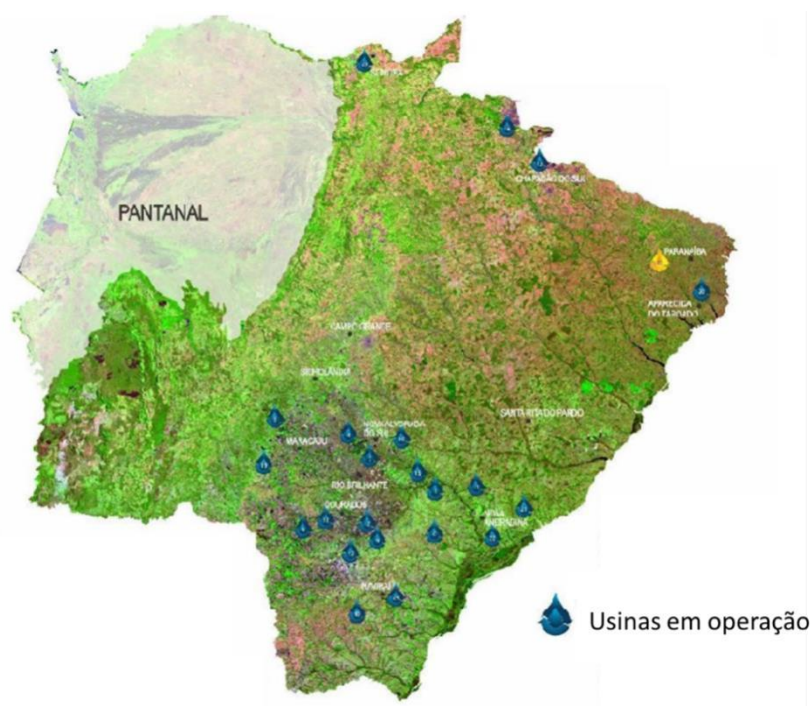
O Estado do Mato Grosso do Sul é composto por 78 municípios dos quais 80% são produtores de cana-de-açúcar (CORREA, 2013). Conforme descrição do autor a expansão canavieira no estado tem ocorrido principalmente sob regiões de pastagens degradadas. Em 30 de julho 2007, o estado como forma de direcionar a produção em áreas propícias para plantio e cultivo, criou a Lei n° 3.404 que direciona o processo de produção de álcool e açúcar em regiões aptas (DOMINGUES, 2012).



De acordo com Domingues (2012) existe um predomínio da produção na região Centro-Sul do estado, com exceção da região pantaneira protegida pelo Decreto nº6.961/2009 (ZAE Cana). Atualmente a área de abrangência da produção de cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul, está a mais de 100 km do bioma pantanal (CORREA, 2013).

As unidades agroindustriais estão instaladas principalmente nos municípios de Dourados, Maracaju, Nova Alvorada do Sul, Rio Brilhante e Sidrolândia (figura 12). Nesse estado as regiões de maior produção são Dourados e Sudoeste goiano onde o plantio ocorre na bacia do rio Paraná, região de predominância de latossolos férteis (CORREA, 2013).

**Figura 13** - Localização das usinas sucroalcooleiras no estado do Mato Grosso do Sul

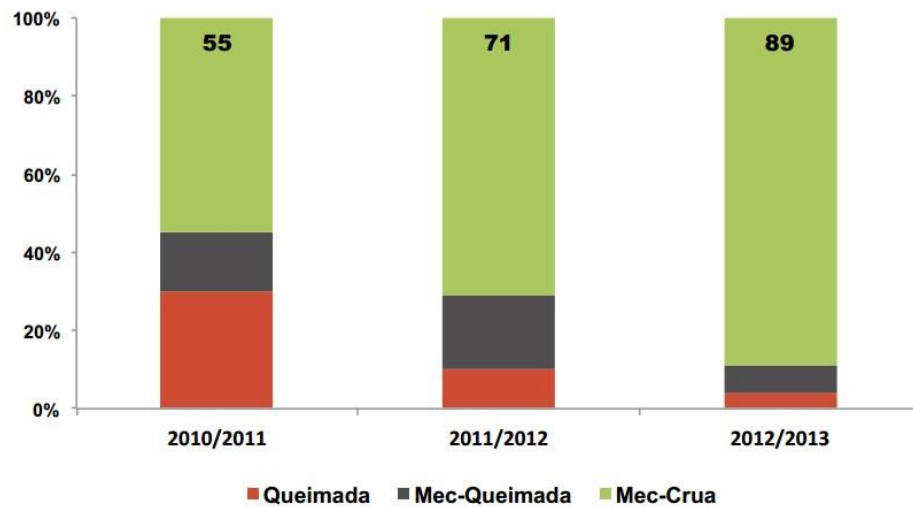


Fonte: Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul (BIOSUL), 2015.

O sistema de produção no estado é equivalente ao sistema paulista devido à presença de grandes grupos provenientes daquela região. Atualmente no estado 100% das atividades no campo são mecanizadas (DOMINGUES, 2012).

De acordo com dados da Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul (BIOSUL) (2013) 89% de colheita da cana foi realizada sem uso do fogo, cana crua, e de forma mecanizada (figura 13) e outros 72% do plantio foi realizado mecanicamente. Segundo a BioSul o estado é o mais avançado com relação a eliminação da queima na região Centro-Oeste do Brasil.

**Figura 14** - Dados de mecanização da colheita de cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul



Fonte: Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul (BIOSUL), 2013.

A maior distância dos principais centros de consumo e as características adversas de solo e clima são dificuldades a serem enfrentadas na região (AGROANALYSIS, 2013). Entretanto graças aos pacotes de incentivos fiscais, oferecidos pelo governo, muitas empresas têm optado por instalar suas unidades no estado (PEREIRA apud FAGUNDES e COSTA, 2013), pois este apresenta condições competitivas como o baixo custo de produção.

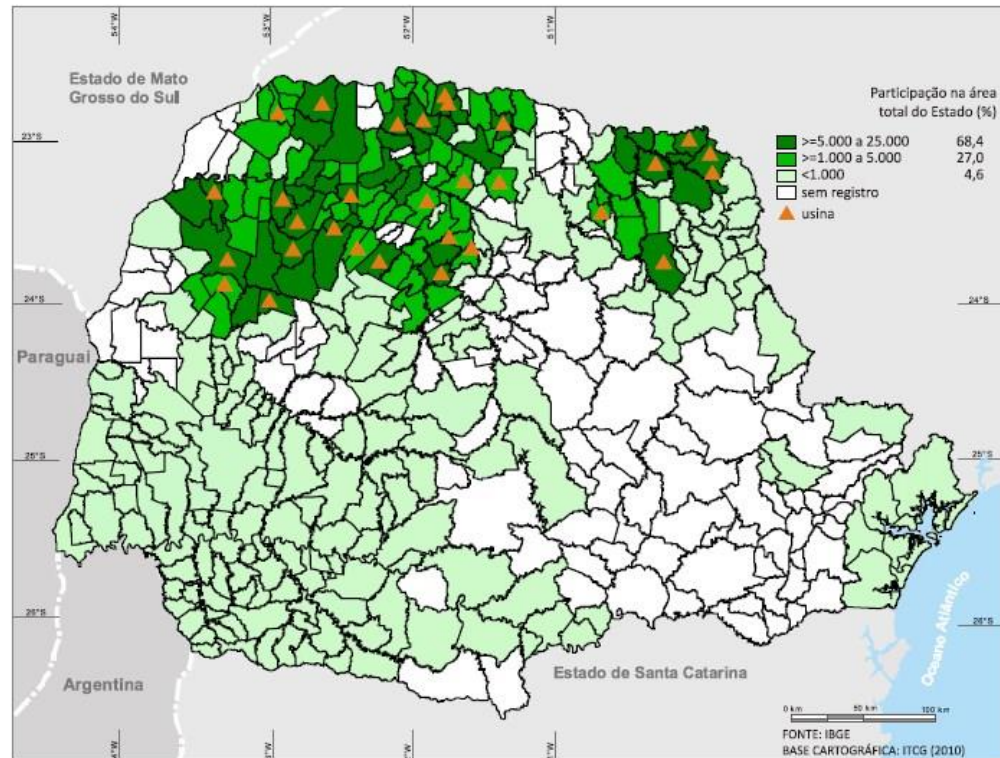
### 2. 3.4.2.6 PARANÁ

O estado do Paraná, conforme descrição de Fagundes e Costa (2013) apresenta baixa eficiência econômica e baixa competitividade. Apesar disso, a presença do porto de Paranaguá, maior exportador de produtos agrícolas do Brasil, gera economias no processo logístico sendo este um diferencial econômico do estado (FAGUNDES e COSTA, 2013).

Dentre os estados do sul do país o Paraná é o maior produtor de cana-de-açúcar. O estado é o terceiro maior produtor nacional, sendo as regiões Norte e Noroeste do estado onde se concentram as maiores áreas de produção (CONAB, 2014).

Quase a totalidade da agroindústria se concentra no Norte do estado (figura 14), região com excelentes condições edafoclimáticas para o cultivo da cana-de-açúcar (SHIKIDA, 2011). De acordo com a Associação dos Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná (ALCOPAR) (2014) nesta região estão instaladas aproximadamente 30 usinas que cobrem 142 municípios.

**Figura 15** - Mapa das áreas de produção e cana no estado do Paraná



Fonte: IBGE apud Delgado 2012.

De acordo com Delgado (2012) desde 2007 o número de trabalhadores envolvidos com o setor canavieiro paranaense vem diminuindo, fato associado a mecanização das lavouras. No ano de 2009 cerca de 78% das usinas do Paraná realizavam a colheita exclusivamente manual e 22% realizavam a colheita mecânica e manual, já em 2010 a mecanização da colheita atingiu 34% das áreas do estado (DELGADO, 2012).

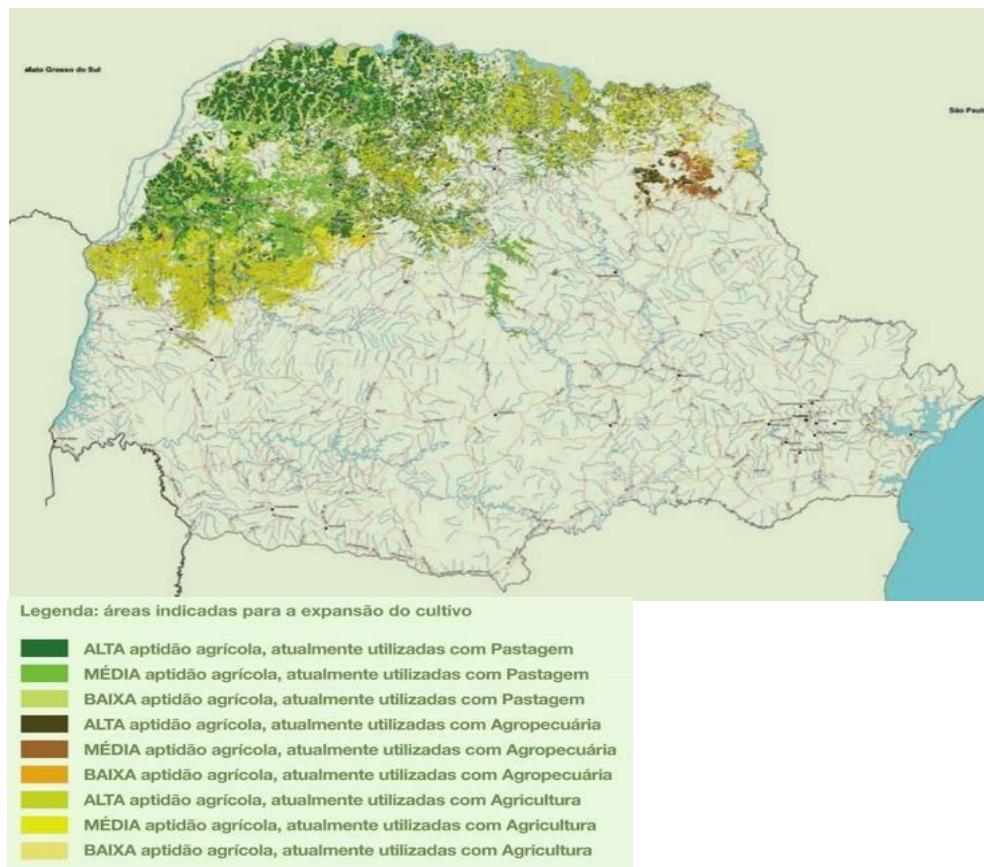
Em usinas afiliadas a ALCOPAR cerca de 20% já programaram o corte mecânico da cana e entre as que não implementaram cerca de 34,8% estão em fase de preparação para a substituição do corte manual pelo mecânico (FERNANDES et al., 2013).

Com relação à aptidão, dados levantados pelo ZAE Cana mostram que o estado possui 2.644 mil hectares com aptidão agrícola alta; 800 mil hectares com aptidão média e 595 mil hectares com baixa aptidão – figura 15 (SHIKIDA, 2011), atualmente no estado são plantados 586.400 mil hectares de cana-de-açúcar (CONAB, 2013).

No ano de 2010 foi assinada a Resolução da Secretaria de estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Paraná (SEMA) que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da cana no estado para 2025 em áreas mecanizáveis e 2030 para áreas não mecanizáveis (D.O.E. PR. N°8369 de 22/12/2010). O decreto foi considerado como uma necessidade do

princípio do desenvolvimento sustentável consagrado no art. 225 da Constituição Federal (LEI FEDERAL N°6938/1981).

**Figura 16** - Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar para o estado do Paraná



Fonte: Manzatto et al. 2009.

## 2.4 AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE

Na década de 1970 surgiram as primeiras preocupações na busca por alternativas de produção que não danificavam os recursos naturais e/ou afetavam a condição socioeconômica da população, conhecida como Agricultura Sustentável (BEZERRA e VEIGA, 2000; EHRLS, 1996).

Esse tipo de agricultura tem como principais objetivos a busca por melhorias na eficiência e nos padrões da agricultura atual (EHLERS 1995; LEHMAN et al., 1993; ALTIERI, 1993).

Autores como Paternini (2001) relatam que devido a mecanização e uso intenso de agrotóxicos contribuíram para o aumento da produtividade agrícola mundial (PATERNINI, 2001).

#### **2.4.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SETOR CANAVIEIRO**

Com relação a expansão da cana-de-açúcar tem promovido debates a respeito da sustentabilidade da produção, seus impactos sobre o meio ambiente e sobre a produção de alimentos.

Países importadores têm alegado que problemas sociais e ambientais podem ser encontrados nas lavouras canavieiras brasileiras e por isso estabeleceram regras para comercialização do etanol em seus mercados, e com isso surgiram os primeiros relatórios e certificações de sustentabilidade.

#### **2.4.2 RELATÓRIOS E CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE EMPREGADOS NO SETOR CANAVIEIRO BRASILEIRO**

Relatórios de sustentabilidade em sua maioria são públicos e realizados por empresas que buscam a especialização necessária em seus sistemas de produção para atenderem a demanda mundial por produtos certificados. As informações contidas nessas certificações apresentam caráter qualitativo e quantitativo sobre o desempenho ético/social, financeiro e econômico das empresas.

Tais relatórios retratam os desafios e experiências das empresas em busca da sustentabilidade e comumente contém informações sobre:

- gestão e aplicação de métodos para alcançar a sustentabilidade;
- preocupações sociais e trabalhistas;
- preservação do meio ambiente;
- transparência e ética na tomada de decisões empresariais e
- experiências de eco-eficiência como gestão e consumo da água, uso do solo, de energia, de matérias primas, produção de resíduos, emissões de gases, quantidade de produtos e serviços gerados.

Quanto aos valores para adesão às certificações, a Comissão Executiva da União Europeia incentivou as nações membro da União Europeia (EU), indústrias e Organizações não Governamentais (ONG) a criarem sistemas de certificação voluntárias (GAZZONI,2014).

Segundo Macedo (2002) as certificações são um forma de gratificar as empresas e setores que se adequam as exigências ambientais do mercado, reduzindo a poluição, a custos razoáveis e por outro lado penalizar ações poluidoras e degradadoras do meio ambiente.

No caso brasileiro as certificações são importantes, pois segundo Kohlhepp (2010) o etanol brasileiro, principalmente no mercado europeu, sofreu preconceitos devido a crenças sobre o modo de produção, a ocupação de terras em regiões de florestas, ou seja, críticas sobre a real sustentabilidade da produção da cana-de-açúcar.

Gazzoni (2014) reforça a idéia de sustentabilidade do sistema e relata que a teoria de desmatamento, do uso inadequado da terra e ameaça a produção de alimentos é controversa, pois apesar da produção recorde de biocombustíveis, a produção agrícola manteve sua taxa de crescimento dos anos anteriores, demonstrando que o impacto sobre a terra e demais recursos é limitado ou nulo.

Desta forma nesta etapa do trabalho apresentaremos alguns relatórios nacionais e internacionais importantes e que têm sido usados pelo setor canavieiro, como modelos para buscar a sustentabilidade.

### **2.4.3 RELATÓRIOS NACIONAIS**

Em resposta à falta de credibilidade, dos produtos da cadeia de produção da cana-de-açúcar no mercado internacional, surgiram algumas iniciativas com intuito de sinalizar a sustentabilidade do setor. No Brasil destacam-se o Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar (ZAE), Protocolo Agroambiental do estado de São Paulo e o relatório da União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA).

#### **2.4.3.1 ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR – ZAE**

Devido à possibilidade de se tornar um grande exportador de etanol e a demanda externa dos países desenvolvidos, referentes às normas de produção mais sustentáveis, foi editado em 17 de setembro de 2009 o Decreto nº 6.961 (DECRETO Nº 6.961, DE 17 DE SETEMBRO DE 2009) que aprovava o zoneamento agroecológico da cana a partir da safra 2009/2010. Pretendia-se com esse projeto evitar a expansão da cultura sobre áreas de cobertura vegetal, promovendo assim uma produção sustentável e limpa com baixa emissão de gases; além disso, seria importante promover a cogeração de energia elétrica, a conservação do solo e da água.

O Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar abrangeu todo território nacional exceto os biomas Amazônia, Pantanal e bacia do alto Paraguai. Os objetos gerais do projeto eram avaliar, indicar e espacializar o potencial das terras, através do uso de técnicas de processamento digital. Como objetivos específicos o projeto pretendia: oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais; disponibilizar dados espaciais para o

planejamento do cultivo sustentável das terras; fornecer subsídios para polos de desenvolvimento no espaço rural; alinhar estudo com as políticas governamentais sobre energia; indicar e espacializar áreas aptas a expansão do cultivo de cana e fornecer bases técnicas para a implementação e controle de políticas públicas (ZAE, 2010).

A partir desses objetivos foram avaliadas informações a respeito da aptidão climática (baseadas em séries históricas dos municípios brasileiros) ocorrência de geadas e veranicos, melhores áreas e épocas de cultivo, aptidão pedológica e potencial de produção agrícola de cada classe de solo para um determinado manejo (ZAE, 2010).

Para atingir o resultado esperado foram levantados indicadores, entre eles: vulnerabilidade das terras, risco climático, potencial de produção agrícola sustentável e legislação ambiental vigente, produtividade e disponibilidade de água nos ambientes de produção (ZAE, 2010).

Apesar dos pontos positivos relevantes considerados dentro do projeto inicial, o Governo Federal estabeleceu em 2011 o Projeto de Lei nº 626 (PROJETO DE LEI DO SENADO, Nº 621 DE 2011) que autoriza o cultivo sustentável de cana-de-açúcar em áreas alteradas e nos biomas Cerrado e Campos Gerais situados na Amazônia Legal. Essa expansão de acordo com o documento prevê a preservação do meio ambiente, a conservação da biodiversidade, a utilização racional dos recursos naturais, uso da tecnologia apropriada para produção em áreas alteradas do cerrado e campos gerais, respeito à função social, promoção do desenvolvimento social e econômico local; respeito ao trabalhador, respeito à livre concorrência, ocupação de áreas degradadas ou de pastagens e valorização do etanol como commodity energética (LEI Nº626).

Apesar de todos os pontos levantados, para ter sido considerado mais efetivo, o projeto deveria ter mapeado também áreas prioritárias a biodiversidade assim como considerar outras atividades agropecuárias localizadas na região de estudo.

#### **2.4.3.2 PROTOCOLO AGROAMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Criado pela Lei Estadual nº 10.547/2000 e alterado pela Lei nº 11.241/2002 o Protocolo Agroambiental faz parte do Projeto Etanol Verde que procura desenvolver ações que incentivem a sustentabilidade do setor da cana-de-açúcar.

O documento foi um acordo firmado em 2007 entre o Governo do Estado de São Paulo, a Secretaria do Meio Ambiente, da Agricultura e Abastecimento e a Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA) com o intuito de discutir formas e ações

que minimizem problemas provenientes da produção de cana-de-açúcar (TORQUATO e RAMOS, 2012).

A adesão voluntária ao protocolo tem como principais objetivos: o fim da queima da cana-de-açúcar, o controle da erosão, conservação e boas práticas de uso do solo, preservação de matas ciliares e nascentes, a redução no consumo de água na etapa industrial, antecipação do prazo para eliminação da queima de 2021 para 2014 nas áreas onde é possível a colheita mecanizada e de 2031 para 2017 nas áreas em que não existe tecnologia adequada a mecanização (UNICA, 2013).

De acordo com Torquato e Ramos (2012) graças a implementação do Protocolo foram observadas mudanças significativas no compromisso das usinas com relação às questões ambientais, já que o modelo antigo de produção não considerava tais questões.

Como reconhecimento às boas práticas as empresas adequadas recebem um certificado de conformidade que influencia de forma positiva na imagem das usinas e associações, tanto no mercado externo quanto interno. Atualmente cerca de 132 unidades agroindustriais e 29 associações de fornecedores aderiram ao acordo (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2014).

#### **2.4.3.3 UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA**

A UNICA foi a primeira associação de agronegócio mundial e a primeira brasileira a apresentar um relatório de sustentabilidade baseado no relatório do Global Reporting Initiative (GRI), entidade reconhecida mundialmente por apresentar parâmetros completos e respeitados na questão de sustentabilidade (UNICA, 2011).

De acordo com a entidade o relatório atende ao nível A+ da GRI e também foi assegurado pela norma AA 1000AS que atende aos princípios de inclusão, materialidade e capacidade de resposta da entidade as demandas das partes interessadas. O primeiro relatório da UNICA foi iniciado em 2008 e em 2010 cerca de 90 unidades de produção forneceram informações para o segundo relatório, que teve como objetivo apresentar avanços referentes às áreas social e ambiental da produção de cana-de-açúcar.

Os dados levantados no relatório foram fruto de informações pesquisadas entre universidades, instituições de pesquisa e representantes de associações. Segundo o comitê ocorreram algumas evoluções no setor como: verificação externa de dados socioambientais; alteração do período de ‘ano fiscal’ para ‘ano safra’, que vai de abril a março e consulta formal aos interessados.



De acordo com a UNICA (2011) ao implementar essa estratégia na área de sustentabilidade a entidade força sua atuação nos temas de certificação, meio ambiente, mudanças climáticas, comunicação, relações trabalhistas e de responsabilidade social. Segundo a entidade atualmente mais de 70 associados estão produzindo seus próprios relatórios, demonstrando uma nova tendência para o setor.

#### **2.4.4 ATOS REGULATÓRIOS E RELATÓRIOS INTERNACIONAIS**

No âmbito internacional existem diversos relatórios produzidos para analisar as condições de produção de cana-de-açúcar, seus impactos, a relação com os trabalhadores e com o meio ambiente.

Entre eles vamos citar as Diretivas Europeias, Bonsucro Better Sugar Cane Initiative (BSI), Roundtable on Sustainability Biofuels (RSB), Global Reporting Initiative (GRI), United State Environmental Protection Agency e California Environmental Protection Agency.

##### **2.4.4.1 DIRETIVAS EUROPEIAS**

Diretivas europeias são atos legislativos, previstos no Tratado Europeu, que fixam metas para todos os estados membros (COMISSÃO EUROPEIA, 2015). Algumas diretivas tiveram participação importante na entrada de investidores no setor da bioenergia do Brasil. Entre as principais diretivas impostas ao setor sucroenergético estão:

- Diretiva 2003/30/CE: relativa à promoção da utilização de combustíveis renováveis, entre eles o bioetanol, em uma proporção mínima de 2%. Os principais pontos da diretiva refletem sobre a quantidade de poluentes emitidos pelos combustíveis fósseis e a promoção do uso da mistura de biocombustíveis na gasolina (EUR-LEX,2003);
- Diretiva 2009/28/CE: referente ao estímulo à utilização de energia de fontes renováveis. Nessa diretiva é apresentada novamente a preocupação com as emissões de poluentes e estabelecem que as matérias-primas usadas para produção dos biocombustíveis obedeçam a requisitos ambientais sustentáveis (JORNAL DA UNIÃO EUROPEIA, 2009);

Com a publicação dessas diretivas, o Parlamento Europeu inovou ao estabelecer critérios e metas de sustentabilidade sobre os biocombustíveis. Entre as principais inovações estavam as exigências de redução nas emissões dos gases causadores de efeito estufa, nos locais de plantio, até 30% em 2013 e 60% até 2018 e a comprovação de que os locais de produção não seriam ricos em biodiversidade.

Atualmente um grande número de usinas brasileiras são certificadas para exportação de etanol para a Europa e Estados Unidos, o que define a participação dessas empresas é a capacidade de investimentos em melhoria para adequação as normas exigidas. Visando atender às normas europeias e às diretrizes de outros possíveis compradores de biocombustíveis surgiu a Better Sugarcane Initiative, Bonsucro.

#### **2.4.4.2 BONSUCRO BETTER SUGAR CANE INITIATIVE – BSI**

O Bonsucro é um desdobramento da BSI, grupo composto por partes interessadas no setor canavieiro, com sede em Londres. É uma associação de produtores e processadores de cana que teve início em 2005, mas somente em 2011 foi lançada como plataforma de avaliação, que tem como iniciativa promover a sustentabilidade do setor sucroalcooleiro (BSI, 2009).

Essa certificação é reconhecida pela Comissão Europeia como uma certificação voluntária, que cumpre com os critérios da Diretiva Europeia para Energias renováveis (UNICA, 2013). Seus principais objetivos são promover princípios, critérios, indicadores e padrões da sustentabilidade para a produção de cana-de-açúcar, levando em consideração as condições locais, com o intuito de minimizar impactos econômicos, ambientais e sociais do setor canavieiro.

A finalidade da associação é desenvolver um sistema de certificação para o setor, permitindo que os envolvidos – compradores, exportadores – obtenham commodities de acordo com os critérios estabelecidos pela organização. Como os demais sistemas de certificação, este é baseado em indicadores e foi o primeiro padrão métrico global para a cana-de-açúcar (BSI, 2009).

O certificado é constituído por princípios como cumprimento das leis, respeito aos direitos humanos e trabalhistas, gerenciamento e eficiência dos insumos da produção e do processamento, gerenciamento da biodiversidade e ecossistemas, melhoria contínua do negócio e cálculo das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor (BSI, 2009).

Com relação às certificações europeias somente 28 usinas são certificadas pelo Bonsucro no mundo, dessas 26 são brasileiras que fazem parte de 12 grupos sucroalcooleiros nacionais (UNICA, 2013).

#### **2.4.4.3 ROUNDTABLE ON SUSTAINABILITY BIOFUELS – RSB**

Roundtable on Sustainability Biofuels, teve início em 2007 na França, e atualmente está localizada em Genebra. A RSB é uma iniciativa internacional que engloba agricultores,

empresas, organizações governamentais e não governamentais interessadas em garantir a sustentabilidade da produção e processamento dos biomateriais.

Com princípios baseados nas normas europeias, o RSB, tem desenvolvido um sistema de certificação, supervisão de licenciamento e uso da marca que abrange critérios e princípios sociais, econômicos e ambientais, com intuito de promover o desenvolvimento econômico com proteção e respeito às comunidades e aos recursos naturais envolvidos (RSB, 2013).

#### **2.4.4.4 UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY**

Para a comercialização dos biocombustíveis nos Estados Unidos as normas de certificação são concedidas pela United State Environmental Protection Agency (EPA). A entidade certifica empresas que desenvolvem, a cada exportação, um dossiê para comprovar a rastreabilidade sustentável da cadeia de custódia do etanol, desde a produção até o embarque do produto final junto ao cliente.

Em última análise realizada pela EPA o etanol brasileiro foi enquadrado como combustível avançado, graças a baixa emissão de GEE em relação à gasolina (GAZZONI, 2014).

No Brasil 208 usinas estão certificadas e liberadas a exportar etanol para os Estados Unidos (NOVA CANA, 2015).

Das usinas do Centro-Sul do Brasil, 178 são autorizadas pela EPA a exportar para os Estados Unidos, sendo 15 de Goiás, 9 do Mato Grosso do Sul, 1 do Mato Grosso, 19 do Paraná, 16 de Minas Gerais, 3 no Espírito Santo e 115 no Estado de São Paulo. Destas 38 usinas estão autorizadas a exportar etanol para a Califórnia (NOVA CANA, 2015).

#### **2.4.4.5 CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY**

As certificações de biocombustíveis surgem, mundialmente, como possível alternativa para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Em 2009 a California Air Resources Board (CARB) liberou um conjunto de regras, que incluem impactos da ILUC (Indirect Land Use Change), e estabeleceu a norma California Low Carbon Fuel Standard, que começou a vigorar em 2011 (GAZZONI, 2014).

A certificação CARB analisa as emissões de gases durante todo o ciclo de vida da cana-de-açúcar, desde o preparo do solo até o transporte através do oceano, e comercialização final do produto (Califórnia Environmental Protection Agency, 2009). Segundo relato das usinas este certificado é o mais complexo para adequação de normas.

#### 2.4.4.6 GLOBAL REPORTING INITIATIVE – GRI

Dentre as principais iniciativas para implementação de medidas para o alcance da sustentabilidade destaca-se a Global Reporting Initiative (GRI), com sede na Holanda, é a organização líder no campo da sustentabilidade.

A organização, sem fins lucrativos, foi formada em 1997 entre a instituição americana CERES (Coalition for Environmental Responsible Economy) e o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Atualmente é considerada um dos mais importantes esforços para chegar a um consenso sobre avaliação de sustentabilidade (ALMEIDA, 2002; OLIVEIRA et al., 2009; BASSETTO, 2010).

A primeira versão das diretrizes foi lançada em 1999, resultado do engajamento de voluntários e se tornou um processo internacional cuja função foi desenvolver e disseminar globalmente diretrizes e incorporar indicadores de sustentabilidade para os relatórios. O primeiro ano de vigência do relatório se deu em 2000 com 10 empresas que publicaram relatórios no padrão estabelecido (GRI, 2007). A partir desse primeiro relatório as diretrizes foram sendo aprimoradas com versões publicadas nos anos de 2002, 2006 e 2011 e atingindo mais de 100 indicadores (GRI, 2013).

O objetivo do relatório de sustentabilidade do GRI é estabelecer um padrão internacional de relatório econômico, social e ambiental com estrutura de conceitos partilhada globalmente, linguagem consistente e métricas largamente compreendidas, a fim de comunicar de forma clara e transparente, questões relativas à sustentabilidade.

A missão da GRI é oferecer uma estrutura credível para a elaboração dos relatórios que possa ser utilizada pelas várias organizações independentemente da sua dimensão, setor ou localização (GRI, 2007).

De acordo com o relatório da GRI (2007) as empresas são encorajadas a reportar os processos de implementação de princípios, estabelecer metas, identificar melhorias alcançadas em diversos aspectos; reportar se os objetivos foram ou não alcançados e avaliar internamente, a política de sustentabilidade corporativa e sua realização.

Atualmente o Brasil ocupa o terceiro lugar em número de empresas que publicam relatórios de sustentabilidade, com mais de 160 relatórios anuais baseados na estrutura do GRI, entre elas a UNICA.

#### **2.4.5 AUTORIZAÇÕES PARA FUNCIONAMENTO DAS USINAS**

Além das certificações citadas acima que permitem a exportação do etanol existem as autorizações nacionais para funcionamento das usinas que são específicas para o setor. Por fazer parte do Ministério de Minas e Energia as usinas devem ser autorizadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Combustível (ANP), que é a agência reguladora, e que posteriormente terão seus cadastros publicados no Diário Oficial da União. Atualmente no Centro-Sul são 313 usinas autorizadas pela ANP para produção de etanol (NOVA CANA, 2015).

As usinas também devem estar cadastradas no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). De acordo com a entidade na região Centro-Sul do Brasil das 299 usinas em operação atualmente, 201 são mistas (produzem açúcar e etanol) e 90 produzem somente etanol (NOVA CANA, 2015). Segundo a NOVA CANA o número de usinas cadastradas na ANP e MAPA varia em torno de 27 usinas.

Além da autorização da ANP e MAPA um convenio firmado em 2009 entre o Governo Federal, entidades dos trabalhadores e empresários do setor sucroenergético, ficou conhecido como Compromisso Nacional para Aperfeiçoar as Condições de Trabalho na Cana-de-açúcar.

Seus principais objetivos são boas práticas trabalhistas, transparência na aferição da forma de pagamento da cana cortada; promoção da saúde e segurança do trabalhador, valorização da atividade sindical, fornecimento de transporte seguro e gratuito e melhoria nas condições de saúde e higiene do trabalhador. Em contrapartida o Governo Federal deve assegurar e adequar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI); ampliar os serviços do Sistema Público de Emprego; promover a alfabetização; promover a qualificação e requalificação dos trabalhadores e fortalecer ações e serviços sociais em regiões de emigração de trabalhadores (SECRETARIA GERAL, PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, 2014).

Atualmente 180 usinas aderiram a esse compromisso (NOVA CANA, 2014).

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A preocupação com a escassez de combustíveis de origem fóssil, a poluição causada por eles e os conflitos políticos nas maiores áreas de produção, tem levado muitos países a procurar novas matrizes energéticas que sejam limpas e renováveis, entre elas está o etanol brasileiro. A vasta experiência na produção de cana-de-açúcar, o baixo custo de produção, em relação a outros países produtores, e a implementação de políticas que impulsionaram o uso desse combustível limpo, tornaram o Brasil um grande exportador mundial. No entanto, esse conhecimento em produção de cana-de-açúcar, foi marcado durante séculos por práticas agrícolas inadequadas e uso de mão de obra escrava e migrante.

A melhoria dos métodos de produção agrícola e novas leis trabalhistas, que buscaram diminuir o ônus do trabalho no campo, surgiram atreladas a políticas que incentivaram a produção de etanol combustível. A partir dessas políticas ocorreu um amplo desenvolvimento industrial e tecnológico das lavouras e conseqüente aumento e expansão da produtividade, que ligado a consciência da sociedade em relação à degradação do meio ambiente conduziu a reflexão sistemática sobre um novo conceito dentro do sistema de produção de cana-de-açúcar – o de desenvolvimento sustentável. Esse conceito tornou-se fundamental principalmente em empresas que visam à exportação de produtos vinculados a práticas ambientais, sociais e econômicas positivas.

Para atender o desenvolvimento sustentável dos produtos, existem ferramentas que procuram avaliar o grau de desenvolvimento dos sistemas agrícolas, como os indicadores de sustentabilidade. Esses indicadores representam uma medida eficaz para enfrentar os desafios, cada vez maiores identificados por cientistas e legisladores, no que se refere à degradação do meio ambiente e questões socioeconômicas. Porém, grande parte dos métodos utilizados para avaliar a sustentabilidade dos produtos da cadeia de produção da cana-de-açúcar, não são específicos às condições brasileiras e a falta de consenso em seu emprego torna limitado o potencial de tais métodos.

Nesse contexto, a caracterização dos sistemas de produção da cana-de-açúcar no CentroSul, também permitirá representar com acuidade as particularidades desse sistema nas dimensões ambiental, social e econômica de cada região.

Atualmente há um grande número de dados sobre os sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos disponíveis na literatura, porém, além de dispersos, muitos não foram endossados pela comunidade científica e pelo setor. Assim o aperfeiçoamento desses dados unido ao conhecimento de especialistas do setor, seria a melhor maneira de auxiliar a

esclarecer questões relevantes quanto à sustentabilidade da produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

Desse modo, essas duas ferramentas (caracterização e indicadores de sustentabilidade dos sistemas de cana) possibilitarão aos tomadores de decisão, agentes públicos e legisladores contar com informações técnicas validadas, que podem culminar em propostas estratégicas para o alcance da sustentabilidade e apoiar na formulação e aplicação de políticas públicas que incentivem e/ou auxiliem o desenvolvimento do setor canavieiro.

Posteriormente essas informações poderão ser apresentadas à sociedade, apontando a realidade do setor canavieiro nacional, suas potencialidades, dificuldades e informações técnicas que podem auxiliá-los para que tornem seus produtos economicamente viáveis, socialmente justos e ambientalmente corretos.

#### 4. JUSTIFICATIVA

Informações da CONAB (2015) mostram que a importância econômica, estratégica e de liderança do setor sucroalcooleiro brasileiro é incontestável no cenário nacional.

O aumento de 2,2% na produção de cana-de-açúcar em relação à safra 2013/2014 deve influenciar positivamente no PIB nacional, movimentando em torno de R\$ 95 bilhões (CONAB, 2015; NOVA CANA, 2014). Esses valores somados aos valores que movimentam os elos da cadeia produtiva, formada por trabalhadores, fornecedores, arrendatários, produtores de insumos, empresas de tecnologia, de máquinas agrícolas, fornecedores de bens e capital geram milhões de empregos e impostos.

No entanto, apesar dos valores e do grande número de empregos gerados a expansão do setor para novas áreas, como a região Centro-Oeste, e o avanço sobre áreas de fruticultura e pastagens no estado de São Paulo passou a gerar preocupação com relação ao impacto desse sistema sobre a produção de alimentos, sobre o solo, água e sobre as condições de trabalho dos envolvidos.

Diante disso, esse trabalho justifica-se pela necessidade de caracterizar os sistemas de produção de cana mais significativos na região Centro-Sul do Brasil, que permitirão representar com acuidade suas particularidades na dimensão ambiental, social e econômica, levando em consideração a realidade nacional, sua territorialidade e competitividade. Essa caracterização poderá contribuir para elucidar questões relevantes aos impactos da produção e da utilização de tecnologias para o cultivo agrícola da cana-de-açúcar.

Os indicadores ambientais, sociais e econômicos, apoiados por uma construção atrelada ao conhecimento de especialistas do setor e seguida por criteriosa consulta permitirão esclarecer questões sobre os impactos das tecnologias usadas na produção de cana-de-açúcar, sobre os resíduos gerados e lançados ao ambiente, além de suas dificuldades e expectativas em relação ao futuro do setor.

Influenciados pela importância do setor para a economia nacional, pelo interesse dos países mais desenvolvidos por produtos viáveis e produzidos de acordo com as necessidades ambientais, onde se destaca o etanol como combustível renovável e os milhões de pessoas envolvidas no sistema esse trabalho justificará sua importância acadêmica como um direcionador para a avaliação da sustentabilidade do setor da cana-de-açúcar.

Sendo assim os maiores interessados nos resultados dessa pesquisa são os produtores de cana-de-açúcar e usinas que poderão utilizar as informações contidas no trabalho como referencial para aplicar políticas sustentáveis em sua cadeia de produção. O setor público, tomador de decisão, que influenciados por boas práticas agrícolas do setor poderão formular



políticas públicas favoráveis ao desenvolvimento e manutenção da economia canavieira e o setor acadêmico que terá informações disponíveis selecionadas a respeito de cada sistema de produção.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral desse trabalho foi caracterizar os sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do país com vistas a elucidar as práticas agrícolas e de manejo mais sustentáveis, que poderão apoiar produtores e embasar políticas públicas com informações técnicas legitimadas por especialistas.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Caracterizar os sistemas de produção no Centro-Sul, com relação aos aspectos agrônômicos, ambientais e socioeconômicos;

Formular e validar indicadores a partir da literatura;

Validar, com especialistas e setor produtivo, indicadores ambientais, econômicos e sociais que possam embasar políticas públicas para o alcance da sustentabilidade no setor canavieiro.

## **6. MATERIAL E MÉTODOS**

No capítulo anterior foram discutidos aspectos ligados à conceituação de sistemas agrícolas e sustentabilidade no setor agrícola, a produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil e os métodos internacionais de avaliação da sustentabilidade aplicados ao setor canavieiro.

Estes servem como base para definir o referencial teórico do presente estudo, o qual tem por objetivo apresentar os procedimentos metodológicos utilizados, o tipo de pesquisa delineado além de tipificar as organizações de onde foram extraídos os dados.

### **6.1 RECORTE DO TRABALHO**

Para atender as metas do projeto de pesquisa foi estabelecido o recorte do trabalho, que considerou a região Centro-Sul como área de estudo. Os pontos determinantes para limitar a região de estudo foram a importância econômica que o setor imprime à região, a alta tecnologia empregada nas lavouras e o relevo que possibilita a mecanização da área de produção. Dessa maneira Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, foram os estados escolhidos para fazer parte deste estudo.

Os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina não foram considerados neste trabalho devido ao baixo tradicionalismo na produção de cana e destino final do produto: alimentação animal e produção de outros bens como cachaça e/ou rapadura.

Apesar de grande e tradicional produtora, a região Nordeste também não foi considerada neste trabalho, já que naquela região o sistema de produção de cana-de-açúcar tem outras particularidades que o distingue dos sistemas de produção de cana-de-açúcar do Centro-Sul do país, como o emprego de baixa tecnologia devido ao relevo acentuado das regiões produtoras.

No mapa abaixo (figura 17) é possível observar áreas escuras em destaque, representando aglomerados de plantio de cana localizados nos estados centrais do país.

**Figura 17** - Mapa mostrando a principal região de cultivo de cana-de-açúcar brasileira, o Centro-Sul na safra 2013



Fonte: Monitoramento da cana-de-açúcar via imagens de satélite (Canasat), 2015.

É possível notar que os estados que apresentam áreas de cultivo estão na região CentroSul e foram destacados neste projeto.

## **6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE ESPECIALISTAS DE DIFERENTES INSTITUIÇÕES DURANTE ESTA PESQUISA**

Este trabalho fez parte de um projeto maior, SustenAgro, e envolveu um número considerável de participantes. Este fato foi determinante para o sucesso desses estudos, uma vez que a ampla consulta aos especialistas foi a estratégia de trabalho escolhida para o desenvolvimento da pesquisa.

Os especialistas participantes do projeto SustenAgro, participaram das etapas de discussão da caracterização, construção e avaliação dos indicadores formulados e posteriormente integraram a lista da consulta remota para validação. Esses especialistas pertencem a instituições como Laboratório Nacional de Ciência e tecnologia do Bioetanol (CTBE), Instituto de Economia Agrícola (IEA), Universidade de Campinas (UNICAMP), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA).

Conforme descrito por Van Widenfelt e colaboradores (2005) discussões e debates com especialistas, possibilitam ajustar e detectar incoerências como forma de validar a pesquisa em andamento; por isso são tão efetivas e importantes.

Dessa forma na etapa de caracterização dos sistemas mais representativos, os especialistas foram convidados a discutir em reuniões presenciais sobre as características levantadas dos principais sistemas de produção de cana-de-açúcar, na região Centro-Sul do Brasil.

Quanto aos indicadores, estes foram submetidos à avaliação e refinamento, aos especialistas da equipe. Pois devido à complexidade do sistema de produção da cana-de-açúcar era necessário formular indicadores de fácil compreensão, concisos e que representariam todas as etapas e métodos envolvidos no sistema de produção da cana-de-açúcar.

Em relação ao questionário web, um piloto foi gerado e encaminhado a alguns especialistas que opinaram sobre a: dificuldade em entender as questões, dificuldades em comentar sobre os indicadores, layout e instruções do questionário.

Dessa forma os especialistas do projeto SustenAgro auxiliaram na adequação dos resultados dessa pesquisa, apoiaram na caracterização do sistema de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil e na formulação de indicadores.

Assim os dados formulados e validados neste trabalho, podem ser usados por produtores, fornecedores e usinas de cana-de-açúcar para avaliar a sustentabilidade de seu sistema de produção e ainda podem ser considerados como base para formular políticas públicas, para melhorar os sistemas de produção da cana-de-açúcar no Brasil e/ou desenvolver uma nova imagem do setor mais atrelada a sustentabilidade.

### **6.3 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DOS DADOS**

A metodologia aplicada nessa pesquisa foi a pesquisa-ação. Os métodos utilizados nesse tipo de metodologia consideram problemas complexos e práticos sobre os quais se tem pouco conhecimento (COOPER e SCHINDLER, 2011). Também conhecida como pesquisa colaborativa ou participante a pesquisa-ação é capaz de fornecer critérios objetivos e precisos para avaliar cada situação e analisar as ações voltadas para a solução de problemas grupais e intergrupais (VERGARA, 2005), considerando que o mundo está em constante mudança e que pesquisador e pesquisa fazem parte dela.

Na metodologia usada é realizada a análise histórica de informações, o levantamento secundário de dados (fontes bibliográficas e documentais) entrevistas, pesquisas-piloto e grupos focais como alternativa para construção do estudo (COLLIS e HUSSEY, 2005). No entanto, conforme descrito pelos autores, diferente da análise confirmatória de dados, que busca poder concluir a partir de amostras para uma população inteira, os resultados desse tipo de pesquisa focam apenas em resumir, descrever ou apresentar dados relevantes sobre um tema.

Dessa forma baseada nesse tipo de metodologia, as fases de construção dos dados serão apresentadas por seção para facilitar o entendimento e divididas em três seções:

Primeira seção – Construção dos conceitos norteadores do projeto;

Segunda seção – Caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar na região CentroSul do Brasil;

Terceira seção – Formulação e validação dos indicadores de sustentabilidade.

### **6.3.1. PRIMEIRA SEÇÃO – CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS NORTEADORES DA PESQUISA**

A metodologia proposta para esse projeto de pesquisa prevê a consulta aos especialistas e prevê o esclarecimento, bem como o levantamento de dados em temas considerados complexos para a comunidade científica. Desse modo, iniciar a pesquisa com a construção dos conceitos norteadores foi considerada determinante para garantir a acuidade dos próximos passos.

Os conceitos considerados norteadores para essa pesquisa foram sistemas de produção de cana-de-açúcar e sustentabilidade.

Em conjunto com a equipe do projeto SustenAgro, foram elencados os questionamentos mais recorrentes quando os temas centrais do projeto são abordados. Esses foram sumarizados em um questionário padrão (anexo 1), com o intuito de esclarecer, nesse projeto, a visão dos envolvidos no sistema de produção da cana-de-açúcar suas expectativas e percepção sobre tais temas.

Cabe lembrar que o objetivo desta etapa não era construir um novo conceito, mas entender de que maneira estes temas teóricos e transversais são empregados na prática pelos especialistas acadêmicos e representantes do setor (Usinas e Fornecedores).

### 6.3.1.1 FORMULAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PADRÃO PARA CONSULTA REMOTA – FORMULAÇÃO DOS CONCEITOS NORTEADORES DA PESQUISA

A formulação de um questionário, com questões abertas, baseou-se nos temas norteadores da pesquisa e resultou em cinco questões formuladas da seguinte forma:

**Questão 1:** Do seu ponto de vista quais seriam os sistemas de produção mais relevantes na região Centro-Sul?

**Questão 2:** O que seria um sistema de produção sustentável?

**Questão 3:** Quais as principais dificuldades e obstáculos encontrados para promover a sustentabilidade no setor canavieiro na região Centro-Sul?

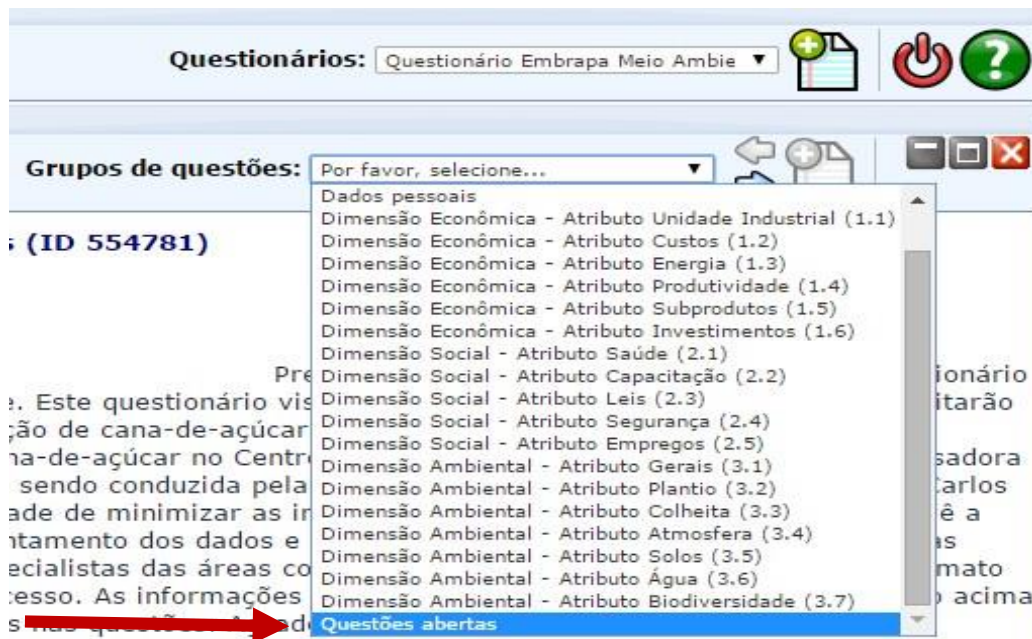
**Questão 4:** Nos últimos anos as adequações do setor em relação a sustentabilidade trouxeram melhorias e benefícios para os envolvidos? Quais?

**Questão 5:** Com relação ao setor qual (is) a(s) sua(s) expectativa(s), para os próximos anos em relação à sustentabilidade?

A escolha dos especialistas que receberiam o questionário foi determinante para a condução da pesquisa. Tendo em vista otimizar a abordagem desse painel, a consulta foi feita concomitante a etapa de validação dos indicadores a partir do questionário web disponibilizado no website da Embrapa Meio Ambiente (anexos 2, 3 e 4).

Na figura 18 é possível verificar a posição das questões norteadoras do trabalho. A posição das questões abertas no questionário justifica-se, pois, muitos especialistas ao se depararem com questões discursivas na primeira etapa poderiam deixar de responder as demais questões que seriam sobre os indicadores. Assim a estratégia de deixar essas questões por último foi considerada baseando-se nos elementos mais importantes da pesquisa, no caso, os indicadores.

**Figura 18** - Questões abertas enviadas aos especialistas sobre conceituação dos temas norteadores do projeto



Fonte: Elaborado pela autora.

### 6.3.1.2 ENTREVISTAS REMOTAS E VISITAS TÉCNICAS – FORMULAÇÃO DOS CONCEITOS NORTEADORES DA PESQUISA

Com a finalidade de garantir que os conceitos norteadores da pesquisa representassem com clareza a realidade dos sistemas de produção de cana no campo foram realizadas entrevistas, via telefone, com as usinas convidadas a participar da pesquisa e com as associações de fornecedores de cana-de-açúcar da Região Centro–Sul do Brasil.

Esse tipo de metodologia utilizada teve como principal intuito o levantamento de dados qualitativos relevantes. As entrevistas semiestruturadas iniciavam-se com questões específicas sobre o tema, sustentabilidade no setor canavieiro e posteriormente, conforme as respostas dadas, algumas informações podiam ser aprofundadas, com intuito de convergir os temas centrais da pesquisa.

Quanto a relevância desse tipo de metodologia, as entrevistas foram importantes para entender como o setor produtivo tem se organizado em relação ao tema sustentabilidade frente as exigências nacionais e internacionais para comercialização de seus produtos.

Ao todo foram consultados 60 grupos de usinas e 33 associações de fornecedores de cana. Nessa etapa do trabalho, procurou-se levantar características relevantes nos diferentes



estados consultados, como: as melhorias feitas em seus sistemas de produção, variedades, tipos de cultivos usados e a aceitação do tema sustentabilidade nas empresas.

Nessa etapa foi necessário conhecer e interpretar os termos utilizados pelo setor, delinear estratégias para alcançar o objetivo da consulta e ter conhecimento prévio sobre o setor, tanto prático quanto teórico.

Apesar das entrevistas terem sido realizadas por telefone, foi possível notar a disponibilidade dos representantes do setor em participar do trabalho.

Como forma de incorporar conhecimento a esse trabalho alguns campos de usinas foram visitados no estado de São Paulo, em diferentes regiões administrativas. Essas visitas tiveram como intuito embasar informações para a caracterização, entre eles, o uso de variedades mais ou menos produtivos, tipo de colheita e melhorias em relação aos trabalhadores e meio ambiente.

Assim tanto a entrevista via telefone como as visitas informais aos campos de produção foram estratégias usadas para analisar na prática como os produtores de cana-de-açúcar estão se adequando a nova realidade dos sistemas de produção, a mecanização atrelada a sustentabilidade. Conforme relata Minayo (2012), muitas vezes é necessário imergir na realidade do outro, aberto e atento a novos resultados, como uma alternativa para buscar informações que podem ter sido previstas ou não inicialmente.

### **6.3.1.3 ANÁLISE QUALITATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DOS ESPECIALISTAS – FORMULAÇÃO DOS CONCEITOS NORTEADORES DA PESQUISA**

As etapas da análise qualitativa dos dados formulados no questionário remoto, na entrevista remota e nas visitas a campo, foram baseadas em estudo realizado por Minayo (2012) e buscaram:

- organizar o material e as informações colhidas;
- fazer a transição entre a construção empírica e elaboração teórica;
- exercitar a interpretação;
- produzir um texto, fiel, contextualizado e acessível a todos os leitores e □ assegurar a validade das informações colhidas na pesquisa.

Dessa forma as interpretações das informações colhidas tinham como intuito definir os temas norteadores do projeto considerando o ponto de vista dos envolvidos e suas perspectivas frente aos temas norteadores. Essas informações foram relatadas, nos resultados, como o entendimento prático desses conceitos, pelos envolvidos no sistema.

### **6.3.2 SEGUNDA SEÇÃO: CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL**

Os dados empregados para a caracterização dos sistemas de produção de cana presentes no Centro Sul do Brasil foram coletados de artigos, documentos e relatórios disponíveis em bancos de dados especializados, além das informações levantadas a partir da contribuição dos especialistas da área.

As etapas realizadas para o levantamento de dados e consolidação do estudo foram:

Primeira etapa – Consulta documental e levantamento de dados sobre os sistemas de produção e cana do Centro-Sul do Brasil;

Segunda etapa – Identificação dos sistemas de produção de cana e descrição das suas características;

Terceira etapa – Reuniões presenciais com especialistas para consolidação da primeira proposta da ‘Caracterização dos sistemas de produção de cana’;

Quarta etapa – Validação da ‘Caracterização dos sistemas de produção de cana’ por especialistas externos.

#### **6.3.2.1 PRIMEIRA ETAPA – CONSULTA DOCUMENTAL E LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO E CANA DO CENTRO-SUL DO BRASIL**

A primeira etapa de construção desse trabalho foi baseada no estudo exploratório da literatura, onde houve triangulação de metodologias, ou seja, foram necessárias a utilização de mais de uma metodologia para entender a complexidade do fenômeno, assim nessa etapa foram realizadas a coleta e análise de dados.

Os dados utilizados para levantar informações sobre as principais características dos sistemas de produção de cana-de-açúcar foram coletados de documentos e artigos consultados em banco de dados de órgãos, citados pelos envolvidos na pesquisa como essenciais. Esses órgãos apresentam uma grande quantidade de dados e padrões de tomada de decisões com metodologias que se mostraram eficientes e ineficientes dentro do tema em estudo e que são ricas em fontes de hipóteses (COOPLER e SCHINDLER, 2011).

Inicialmente foram coletadas informações publicadas nas próprias entidades de pesquisa Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e na Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA) à qual pertence à Universidade Federal

de São Carlos (UFSCar) e de entidades dos participantes do projeto: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto de Economia Agrícola (IEA), União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA) e Associação dos Plantadores de Cana-de-açúcar da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA). Posteriormente foram levantadas informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sindicato da Indústria de Fabricação de Etanol do Estado de Goiás (SIFAEG), União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul (BIOSUL), Associação dos Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná (ALCOPAR).

Embora dados secundários sejam uma fonte essencial de pesquisa, Coopler e Schindler (2011) afirmam que somente parte do conhecimento está documentada nesse formato, sendo assim consideram que se faz necessária a complementação dos dados através do uso do levantamento de experiência. Nesse tipo de levantamento são investigadas, de forma flexível, ideias em relação a questões ou aspectos importantes do assunto tratado que relatam o que tem sido feito com sucesso, as áreas problemáticas e como a pesquisa pode ser participativa nesse contexto. Assim fundamentados no método de pesquisa de experiência que tem como intuito descobrir não apenas o que foi feito no passado, mas novos parâmetros, além de buscar mudanças viáveis dentro do sistema, foram realizados levantamentos em reuniões presenciais, com representantes dos fornecedores de cana da região Centro-Sul, ORPLANA, e da União da Indústria de Cana-de-açúcar, UNICA, que foram os grupos interessados em apoiar o estudo.

Esses questionamentos, conforme descrevem Coopler e Schindler (2011) devem gerar uma nova hipótese ou desconsiderar uma hipótese antiga, que poderia ser considerada primordial, mas que a partir dos dados levantados se tornou irrelevante. Dessa forma baseados na análise dos dados secundários e nos levantamentos de experiência as principais informações foram levantadas, analisadas e agrupadas, de acordo com as principais características dos sistemas produtivos de cana-de-açúcar no Centro-Sul do país.

### **6.3.2.2 SEGUNDA ETAPA – IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR MAIS REPRESENTATIVOS DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL**

Na etapa inicial de identificação dos sistemas mais representativos de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil, foram realizados estudos sobre os diferentes tipos de sistemas

de produção de cana-de-açúcar, suas principais características e técnicas agrônômicas empregadas.

As identificações dessas técnicas consideravam o planejamento das atividades agrícolas utilizadas durante o preparo do solo, plantio e colheita, os tratos culturais realizados nas lavouras e as inovações tecnológicas incorporados aos sistemas produtivos.

No Anexo 5 são apresentadas as características levantadas inicialmente de identificação e descrição das características dos sistemas de produção de cana-de-açúcar. Foram descritas desde as práticas agrícolas empregadas nos diferentes sistemas de produção, quanto os critérios de organização, tipos de produtores, e o nível de tecnologia empregado no sistema.

As características foram organizadas dentro das classes propostas para tipificar os sistemas mais representativos, dentre elas: i) Tipificação (Tipo de produtor; Posse da terra; Tipo de organização dos Produtores; Perfil de produtor / fornecedor); ii) Interferência política (Legislações vigentes); iii) Componente industrial (Novos Processos Agrícolas e Industriais; Uso de biomassa para produção de energia); iv) Componente agrícola; e v) Formas de manejo.

### **6.3.2.3 TERCEIRA ETAPA – REUNIÃO PRESENCIAL COM ESPECIALISTAS DO PROJETO SUSTENAGRO PARA CONSOLIDAÇÃO DA PRIMEIRA PROPOSTA DA ‘CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR’**

Após a identificação e descrição das características dos sistemas produtivos foi realizada reunião presencial com especialistas do projeto SustenAgro a fim de ajustar e consolidar a primeira proposta de ‘Caracterização dos sistemas de produção de cana do Centro-Sul’. No Anexo 6 é apresentada a lista de presença dos membros da equipe que participaram da avaliação dessa primeira proposta de caracterização.

Essa etapa do projeto fora definida como a união de um grupo de especialistas, grupo de discussão dos participantes do projeto, que visava o debate para aprimoramento das informações qualitativas analisadas na etapa de levantamento dos dados bibliográficos.

Os dados selecionados foram apresentados em formato de tabela pelo moderador, posteriormente os especialistas foram motivados a trocar experiência sobre cada um dos tópicos levantados e sobre os temas norteadores do projeto. O principal objetivo, dessa etapa, fora o enriquecimento da pesquisa e de sua hipótese (COOPLER e SCHINDLER, 2011). Conclusivamente, a partir das ideias e observações foram estabelecidas metas para a melhor categorização, como por exemplo as divisões entre os representantes do setor e os melhores métodos de identificação de tecnologias empregadas. Posteriormente os dados foram ajustados conforme recomendação dos especialistas e submetidos a validação final.

#### **6.3.2.4 QUARTA ETAPA – VALIDAÇÃO DA ‘CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA’ POR ESPECIALISTAS EXTERNOS**

Nesta etapa da caracterização, as informações elaboradas, e posteriormente consolidadas com os especialistas do projeto SustenAgro foram submetidas à nova análise por especialistas do setor, com intuito de melhorar a qualidade e a acuidade das informações representadas no formato das características dos sistemas de produção de cana.

No Anexo 7 são apresentados os nomes dos especialistas que participaram dessa etapa do projeto e as principais mudanças solicitadas para a validação final.

#### **6.3.2.5. QUINTA ETAPA – ETAPA FINAL DE ELABORAÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR MAIS REPRESENTATIVOS DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL**

A partir das solicitações feitas pelos especialistas externos ao projeto, as mudanças foram incorporadas a cada uma das classes dos sistemas de produção de cana-de-açúcar. Foram recomendadas alterações do ponto de vista de representação dos atores que compõe o setor produtivo por meio de perfis de classificação, a saber: Produtores e Usinas. Essas categorias foram subdivididas por aderência às tecnologias, tamanho de propriedade e capacidade de moagem.

Após essa etapa ficaram estabelecidos os critérios norteadores para caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do Brasil.

#### **6.3.3. TERCEIRA SEÇÃO: FORMULAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE**

Para formulação e validação dos indicadores de Sustentabilidade para o setor de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil, foram estabelecidos os seguintes passos:

Primeira etapa – Análise de fontes de dados primárias e secundárias;

Segunda etapa – Formulação dos indicadores e limiares de sustentabilidade dos sistemas de produção de cana no CS;

Terceira etapa – Elaboração do questionário Delphi para consulta aos especialistas;

Quarta etapa – Elaboração do questionário Web para a validação remota;

Quinta etapa – Pré-teste dos questionários web com a equipe do Projeto SustenAgro.

Sexta etapa – Formulação do painel de especialistas para a validação remota;

Sétima etapa – Análise quantitativa e estatística das respostas;

Oitava etapa – Análise das contribuições qualitativas.

### **6.3.3.1 PRIMEIRA ETAPA – ANÁLISE DE FONTES DE DADOS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS**

Nessa seção para alcançar o objetivo proposto optou-se por um delineamento exploratório de dados primários e secundários. Dados primários são aqueles sempre confiáveis pois não foram interpretados por uma segunda parte, e dados secundários são interpretações dos primários (COOPER e SCHINDLER, 2011). A eficácia na exploração desses dados consiste no entendimento de conceitos mais amplos, como no caso do sistema de produção de cana-de-açúcar, que envolve várias áreas de pesquisa e por isso se faz necessário um conhecimento amplo das operações envolvidas. Além disso, segundo Cooper e Schindler (2011), muitas variáveis podem ser ignoradas ou inviáveis quando esse tipo de exploração não for considerado.

Para realizar o levantamento de dados primários foram realizadas reuniões com representantes dos fornecedores de cana, ORPLANA, e da indústria sucroalcooleira, UNICA. A importância de considerar esses dois grupos remete ao fato de que tanto empresas quanto produtores não publicam dados sobre o setor, que são de domínio privado. Assim levantar dados diretamente com esses representantes torna os resultados mais confiáveis e diminui incoerências.

As fontes de informações de dados secundários analisados foram fontes governamentais como Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, MAPA, Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, Instituto de Economia Agrícola, IEA, e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Essas fontes são recursos obrigatórios para projetos de pesquisa que envolvem agricultura no Brasil, pois coletam, analisam e permitem o acesso a dados econômicos, sociais e demográficos das principais regiões produtoras de cana-de-açúcar, e outros produtos agrícolas, no Brasil.

Outro grupo de entidades consultado foram as cooperativas do setor que elaboram suas próprias estatísticas a partir de informações repassadas por associados. Entre as associações foram pesquisados documentos da UNICA, Sindicato da Indústria de Fabricação de Alcool do Estado de Goiás, SIFAEG, União dos produtores de Bioenergia, UDOP, Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul, BIOSUL e Associação dos Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná, ALCOPAR.

### 6.3.3.2 SEGUNDA ETAPA – FORMULAÇÃO DOS INDICADORES E LIMIARES DE SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA NO CENTRO-SUL

Como foi observado anteriormente a partir dos dados secundários – artigos, documentos e relatórios – foram formulados indicadores, que serão submetidos a análise de especialistas, como forma para avaliar a sustentabilidade do sistema de produção de cana-de-açúcar nas dimensões social, ambiental e econômica.

Durante esse processo de formulação, foram coletadas informações como: nome, justificativa, medidas de manejo e limiares de sustentabilidade desses possíveis indicadores (SCHOMAKER, 1997). Todos os indicadores formulados seguiram os requisitos estabelecidos por Schomaker (1997), Tabela 6.

**Tabela 6** - Normas para formulação de indicadores conforme descrito por Schomaker (1997)

<b>Requisitos para formulação de indicadores</b>	
<b>1. Claros</b>	Sem ambiguidades e relacionados especificamente ao sistema estudado;
<b>2. Mensuráveis</b>	Para que possam ser comparados a outros sistemas ou ao mesmo sistema em outras circunstâncias;
<b>3. Executáveis</b>	Alguns indicadores necessitam de grande aporte de recursos para serem monitorados, então são preferíveis informações de fácil acesso
<b>4. Relevantes</b>	Devem retratar um aspecto importante, essencial e crítico do sistema;
<b>5. Passíveis de padronização</b>	Devem basear-se em uma norma, um processo ou procedimento bem definido;
<b>6. Sensíveis</b>	A mudanças temporais;
<b>7. Ter um aferidor, limiar ou valor de referência:</b>	A fim de permitirem a comparação e a interpretação do resultado.

Fonte: Schomaker, 1997.

Os primeiros indicadores formulados nesse projeto, em número aproximado de 90, foram submetidos à análise dos especialistas de entidades reconhecidas - que trabalham diretamente com os envolvidos na produção de cana-de-açúcar, como o Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) - quanto a sua pertinência e relevância para o tipo de avaliação esperada. As reuniões para discussão dos indicadores foram realizadas com os especialistas dessas empresas nas cidades de Campinas e Jaguariúna.

Nessas reuniões os especialistas concluíram que dos 90 indicadores propostos, havia necessidade de desdobramentos posteriores ou até mesmo de exclusão (anexo 8). Dessa forma, após a conclusão dos especialistas e inclusão das informações solicitadas, foram consolidados 56 indicadores como pertinentes para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil (anexo 9). Posteriormente esses 56 indicadores foram agrupados nas dimensões ambiental, social e econômica e a eles foram estabelecidos limites de sustentabilidade de acordo com a sua pertinência para alcançar a sustentabilidade.

Após concluirmos essa etapa de formulação e validação preliminar, os indicadores foram submetidos ao Método (Técnica) Delphi de consulta aos especialistas para validação externa.

### **6.3.3.3 TERCEIRA ETAPA – ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DELPHI**

#### **6.3.3.3.1 A TÉCNICA DELPHI**

A técnica Delphi, que consiste de uma ferramenta para a formação de consenso, foi desenvolvida por Norman Dalkey e Olaf Helmer (1963) pela RAND Corporation (Santa Monica, Califórnia, USA) na década de 1950 (LUDWIG, 1997)

O método, que é baseado em questões quantitativas, é recomendável quando não existem esses tipos de dados ou estes não podem ser projetados para o futuro devido a mudanças estruturais (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000). Conceitualmente seu objetivo original, conforme descrito por Dalkey (1969) era buscar o refinamento e a aceitação de determinados eventos a partir da consulta a um grupo de especialistas.

TUROFF (1970) sugere que a técnica pode ser usada para: a) determinar e desenvolver um padrão de alternativas; b) explorar ou expor informações que levem a diferentes resultados; c) buscar informações que gerem consenso entre os entrevistados; d) correlacionar as informações levantadas sobre o tema; e e) educar o grupo pesquisado sobre a influência do tema.

Por outro lado, Dalkey (1969) estabelece três principais vantagens para o método: a) respostas anônimas, expressas em um questionário formal, evitando influências entre os participantes; b) interação e realimentação controlada, pois a consulta é realizada em diversas etapas e os respondentes são comunicados sobre elas; c) definição estatística de resposta, as opiniões dos respondentes são agregadas definindo o ponto de vista da maioria e evitando a dominância de respostas individuais.



O uso do método se inicia com a elaboração de um questionário explícito, não ambíguo ou tendencioso, com perguntas relevantes a respeito de uma determinada tecnologia (WRIGHT e GIOVANAZZO, 2000). Conforme descrito pelos autores há possibilidade de inserir respostas dissertativas que facilitam o registro e a comparação entre grupos de respondentes. Na figura 16 são apresentados os passos de elaboração do questionário Delphi.

O segundo passo consiste na seleção de um painel de especialistas envolvidos com o problema em estudo (HSU e SANFORD, 2007). O contato inicial com os especialistas selecionados pode ser através de e-mails, telefonemas ou cartas convite informando sobre os objetivos do estudo e solicitando a colaboração nessa etapa do projeto. Quanto ao número de participantes não existe um número mínimo e máximo, ou seja, o que delimita o tamanho é a abrangência e o tipo do problema que está sendo investigado.

Após a elaboração do questionário e seleção do painel de especialistas é iniciada a primeira rodada de consulta. O prazo médio de uma consulta remota varia entre um e doze meses, dependendo da complexidade do tema (CARDOSO, 2013). Ademais conforme as necessidades são enviados convites regulares, estratégia para aumentar o retorno da pesquisa (DILLMAN, 1991).

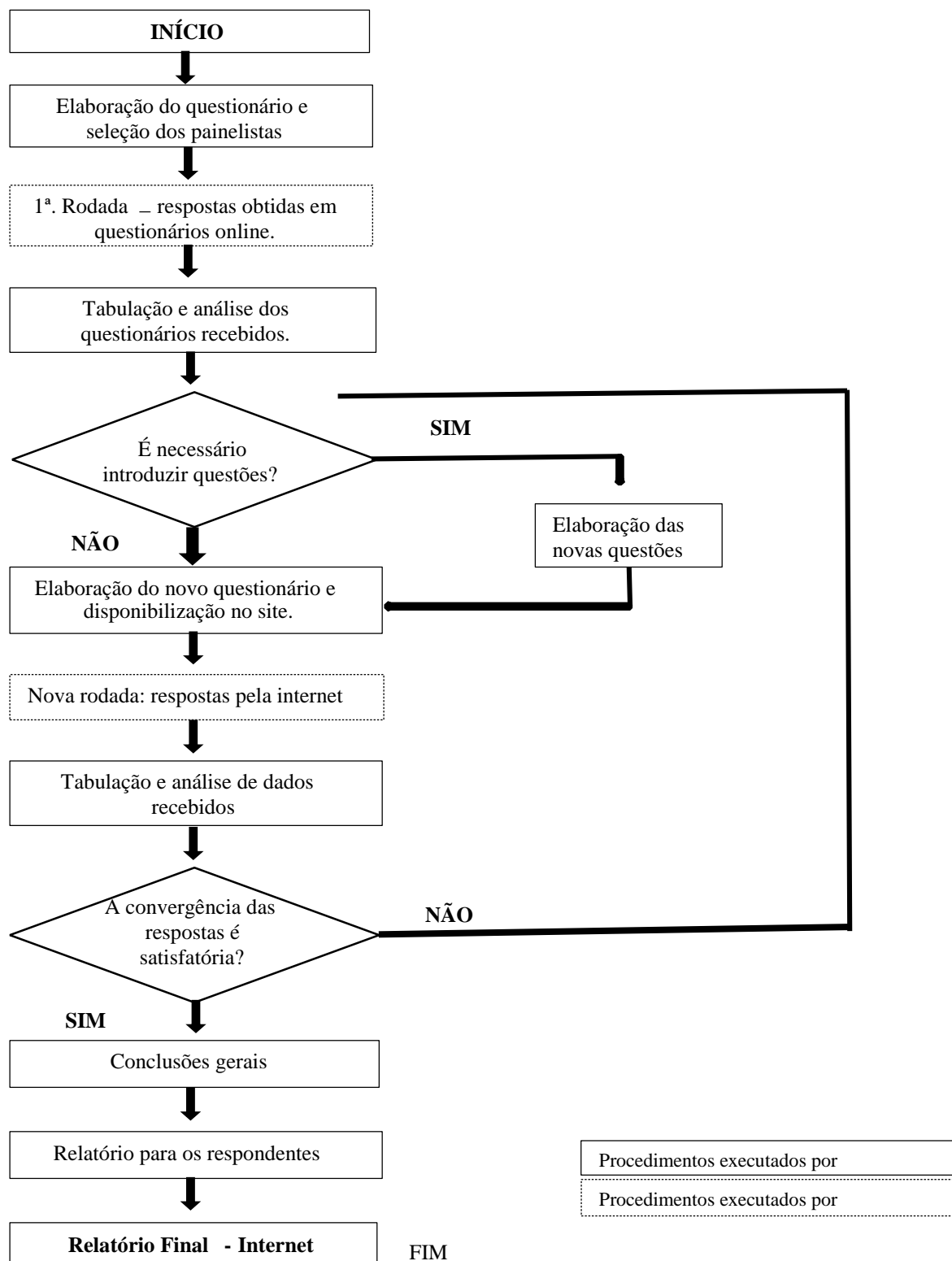
O número de rodadas, a ser realizado nesse tipo de ferramenta, depende dos custos envolvidos no painel e no tempo disponível para realização da pesquisa, tanto dos membros da equipe quanto dos participantes.

De acordo com Wright e Giovinazzo (2000) a abstenção nesse tipo de técnica costuma ser alta, variando entre 30 e 50% na primeira rodada e entre 20 e 30% na segunda rodada. Segundo Miller (2006) é possível considerar alta convergência quando a porcentagem de respostas é maior que 50%. Segundo o autor apesar da alta taxa de abstenção o que define uma boa rodada de respostas é o grau satisfatório de convergência entre elas. Por outro lado quando os retornos das respostas não são satisfatórios, o questionário é reformulado considerando os pontos de discordância e uma nova rodada é realizada. Somente quando o retorno e a convergência forem satisfatórios são tiradas as conclusões e são apresentados os relatórios finais.

Quanto as respostas, dadas pelos participantes, essas são tabuladas recebendo um tratamento estatístico simples (média) e os resultados são analisados quanto à convergência e retorno das respostas.

Abaixo, na figura 16 são apresentadas as sequencias de atividades realizadas durante o emprego da técnica Delphi.

**Figura 19 - Sequência de atividades da técnica Delphi**



Fonte: Wright e Giovinazzo, 2000.

Logicamente como acontece em outros métodos científicos a técnica Delphi apresenta pontos positivos e negativos que devem ser considerados. Seus pontos positivos são o baixo custo e o anonimato das respostas. Entre os pontos negativos está a seleção de um banco de especialistas que não correspondam a realidade ou podem não ser capacitados para responder

as questões levantadas (WOUDENBERG, 1991). Por isso, é importante considerar o tempo de experiência no setor e o cuidado no levantamento dos entrevistados.

Outro ponto negativo é a dificuldade em redigir questões concisas, onde o respondente não tenha dificuldade em avaliar o assunto, e sem ambiguidade, pois nessa técnica é importante que o especialista não seja influenciado durante a avaliação do questionário (ROWE e WRIGHT, 1999).

#### **6.3.3.3.2 O EMPREGO DA TÉCNICA DELPHI**

Em questionários Delphi normalmente são aplicadas escalas para definição da importância de cada um dos indicadores, no caso desse trabalho foi usada a Escala Likert com intervalos variando de 1 a 5. A escala Likert (GLIEM e GLIEM, 2003) permite registrar o nível de concordância ou discordância do respondente numa série com cinco proposições, onde se pode inquirir apenas uma opinião, como sendo:

1. Não importante
2. Pouco importante
3. Medianamente importante
4. Importante
5. Muito importante

Assim baseados na técnica Delphi foram elaboradas questões de escala visual análoga de resposta psicométrica a Escala Likert e questões dissertativas para conseguir levantar o maior número de informações possíveis. O questionário Delphi (anexo 10) desenvolvido para a consulta aos especialistas apresentou questões agrupadas em dimensões e atributos, como:

- a) Dimensão Econômica – Atributos: Unidade Industrial, Custos, Energia, Produtividade, Subprodutos e Investimentos.
- b) Dimensão Social – Atributos: Saúde, Capacitação, Leis, Segurança e Empregos.
- c) Dimensão Ambiental – Atributos: Gerais, Plantio, Colheita, Atmosfera, Solos, Água e Biodiversidade.

Além da classificação dos indicadores, de acordo com a escala Likert, os respondentes poderiam comentar e/ ou detalhar outras informações e aspectos não retratados.

A última etapa consistia de questões abertas que foram montadas com a preocupação de analisar a sustentabilidade e o sistema de produção canavieiro, do ponto de vista dos envolvidos na pesquisa, suas dificuldades e expectativas (informações apresentadas no item ‘Formulação dos conceitos norteadores da pesquisa’).

#### 6.3.3.4 QUARTA ETAPA – ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO WEB

Para a elaboração do questionário Web foi utilizado o software livre para formulação de questionários *on-line* – LimeSurvey, desenvolvido em PHP e que utiliza o banco de dados MySQL, baseado no padrão SQL.

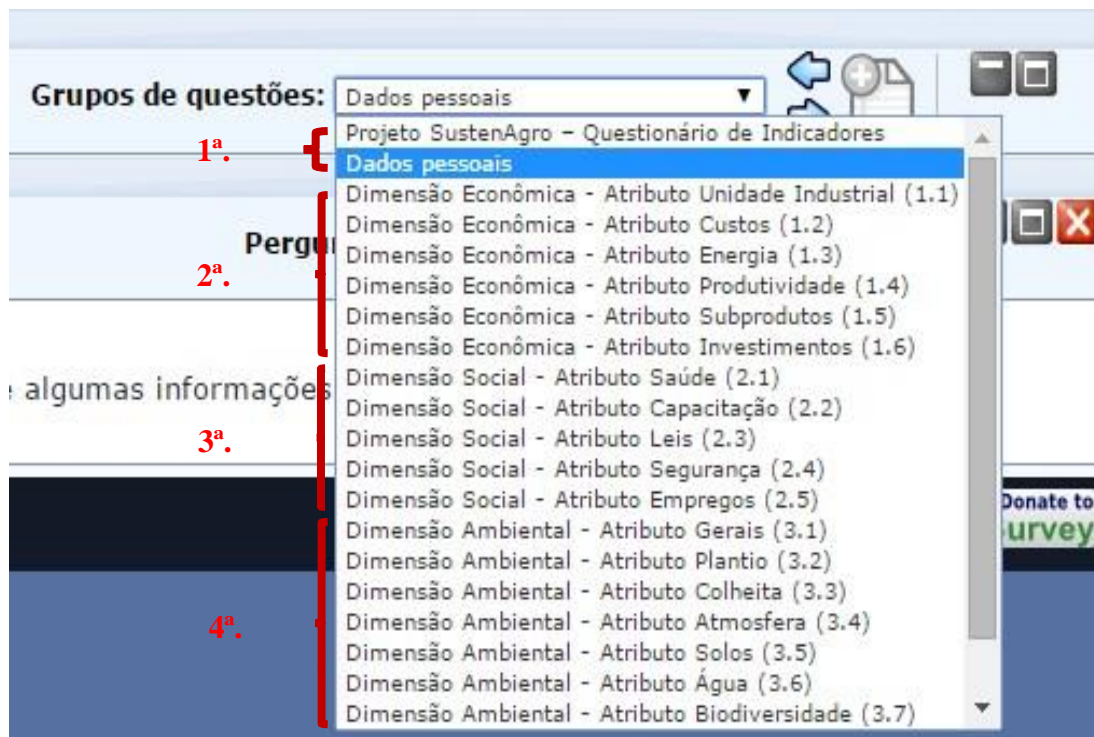
Esta plataforma foi eleita devido às facilidades oferecidas durante a montagem, análise e coleta dos dados. A EMBRAPA tem utilizado esse tipo de construção no *site* institucional da empresa devido a sua credibilidade e facilidade de interação com o usuário já que as pesquisas podem incluir projetos personalizados, de acesso controlado ou público (CARDOSO, 2013). O questionário formulado de acordo com a técnica Delphi (anexo 11) foi disponibilizado no website da Embrapa Meio Ambiente, no endereço: <<http://www.cnpma.embrapa.br/limesurvey/index.php?token=p9ib9azrk8xbswb+&sid=554781&lang=pt-BR&newtest=Y>>. Na figura 19 é possível visualizar a primeira página do questionário online. Com relação ao banco de dados do programa este ficou hospedado no website da Embrapa meio Ambiente em Jaguariúna/SP.

O questionário foi respondido *on-line* pelos especialistas convidados e disponibilizado em seções para preenchimento:

- Primeira Etapa – Identificação do respondente, os participantes deveriam incluir informações como: nome, instituição/empresa, profissão, área de trabalho e tempo de atuação no setor;
- Segunda Etapa – Indicadores econômicos, separados por atributos;
- Terceira Etapa – Indicadores sociais, agrupados de acordo com seus atributos;
- Quarta Etapa – Indicadores ambientais, também separados conforme seus atributos.

A quinta etapa, que se refere ao questionário qualitativo onde foram apresentadas as questões abertas para descrição dos conceitos norteados do projeto, como apresentado na Figura 19.

**Figura 19** - Página inicial do questionário *on-line* com as informações sobre o projeto



Fonte: Elaborada pela autora.

Para responder as pesquisas, os participantes receberam convites, individuais, enviados via endereço eletrônico, *e-mail*. Os convites continham a contextualização da pesquisa e informação sobre a importância de cada um dos especialistas selecionados em participar da etapa de validação dos indicadores. A figura 20 apresenta a carta convite enviada aos especialistas.

No convite continha um *link* que direcionava o especialista para a página inicial do questionário. Foi frisado que os links eram únicos (token), pois o Limesurvey gera senhas individuais e automaticamente, para cada um dos respondentes, assim as informações preenchidas foram mantidas sigilosas.

O questionário web foi lançado no dia 17 de março de 2015 e encerrado no dia 24 de abril. No entanto, houve necessidade de prolongar este prazo por mais dez dias, devido a pedidos dos próprios participantes. Portanto, o questionário ficou no ar para consulta por 40 dias, neste período houve tempo para responder e encaminhar as respostas.


Durante o processo de aplicação do questionário Delphi, foram encaminhados e-mails de lembretes para participação no questionário a cada sete dias, assim como foram enviados e-mails e realizadas ligações telefônicas individuais.

**Figura 20** - Etapas para validação dos indicadores pelos especialistas do setor de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil

Certificada ISO 9001:2008

**Embrapa**  
Meio Ambiente

**Questionário Embrapa Meio Ambiente/ Universidade Federal de São Carlos**

  
Sustentabilidade na agricultura

Prezado,

O(A) Senhor(a) está recebendo o questionário da 1ª rodada da consulta aos especialistas que deve ser respondido individualmente.

Este questionário visa à obtenção de informações que nos possibilitarão elucidar questões relevantes para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar. O questionário corresponde a uma ação de pesquisa do projeto "Avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil", sob a coordenação da pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Dra. Katia Regina Evaristo de Jesus. Esta consulta está sendo conduzida pela doutoranda da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) Catiana Regina Brumatti Zorzo.

Esta proposta metodológica tem a finalidade de minimizar as incertezas quanto ao tema. O questionário prevê a consulta aos especialistas (Técnica Delphi) com o objetivo de fazer o primeiro levantamento dos dados e a partir deste, proporcionar a convergência das respostas representando uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo de especialistas das áreas correlatas da Sustentabilidade Agrícola. O anonimato dos respondentes e o *feedback* das respostas do grupo são partes inerentes ao processo.

As informações fornecidas servirão unicamente para o projeto acima referido.

Para o correto preenchimento do questionário siga as instruções fornecidas nas questões.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração. Informações adicionais podem ser obtidas no tel. (11) 955561011 ou e-mail: [catianaregna@gmail.com](mailto:catianaregna@gmail.com)

Obrigada.

Catiana Regina Brumatti Zorzo (Doutoranda)

Katia Regina Evaristo de Jesus (Embrapa Meio Ambiente)

Sérgio Alves Torquato (APTA Regional)

Luis Carlos Trevelin (UFSCAR)

Manoel Regis Lima Verde Leal (CTBE)

Daniel Capitani (FCA/UNICAMP)

Daniel Garbelini Duft (CTBE/FEM-UNICAMP)




Pedro Gerber Machado (UNICAMP)

Agradecimentos especiais:

Geraldo Majela de Andrade da Silva (ORPLANA)

Dr. Enio Roque de Oliveira (ORPLANA)

**OBS: Favor retornar o questionário respondido até 24 de Abril de 2015**

Próximo >>

Carregar questionário não concluído

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa  
Todos os direitos reservados, conforme Lei n.º 9.610.  
Política de Privacidade:  
[www.cnpma.embrapa.br/sac](http://www.cnpma.embrapa.br/sac)

Embrapa Meio Ambiente  
Rodovia SP 340 - Km 127,5 Caixa Postal 69  
Jaguaruna - SP - Brasil - CEP: 13820-000  
Fone: (19) 3311.2641 - Fax: (19) 3311.2641

Fonte: Elaborada pela autora.

### **6.3.3.5 QUINTA ETAPA – PRÉ-TESTE DOS QUESTIONÁRIOS WEB COM A EQUIPE DO PROJETO SUSTENAGRO**

Após a formatação do questionário, foram realizados pré-testes com os membros da equipe. Nessa etapa o questionário foi submetido a várias condições e aplicações de análise do conteúdo e da estrutura das respostas. O objetivo de aplicar o pré-teste foi refinar o questionário instrumento primordial para validação dos indicadores.

### **6.3.3.6 SEXTA ETAPA – FORMULAÇÃO DO PAINEL DE ESPECIALISTAS**

Os convidados a participar da pesquisa pertenciam a dois grupos: especialistas acadêmicos e especialistas do setor canavieiro (fornecedores e usinas).

#### **a) Levantamento dos especialistas acadêmicos**

Para a identificação dos especialistas nas áreas de sustentabilidade e cana-de-açúcar, foi realizado um levantamento junto à base do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Nessa fase foram utilizadas as palavras-chave “cana-de-açúcar”, “sistema agroindustrial”, “sustentabilidade” e “sistema produtivo de cana-de-açúcar”. Além disso, foi observada a data de última atualização do Lattes, que não deveria ultrapassar um ano, além do “indicador de frequência relativa dos termos pesquisados”, o qual foi considerado até 50%. Na primeira etapa de coleta foram levantados aproximadamente 400 profissionais.

De posse desta lista inicial foi realizado um segundo levantamento no Currículo Lattes desses especialistas, com o intuito de verificar sua contribuição na área de sustentabilidade e cana-de-açúcar. Após esse levantamento, foi feita uma análise, na qual foram selecionados um total de 233 especialistas para compor o painel (ANEXO 2). Nessa etapa também houve o levantamento para obtenção do e-mail e telefone dos envolvidos.

Dessa forma, pode ser observado que apesar de muitos pesquisadores indicarem o tema sustentabilidade nos seus currículos muitos admitem não ter experiência ou tempo de atuação suficiente na área.

Logo após o estabelecimento correto da lista de especialistas a eles foi encaminhado o convite para participação na pesquisa.

#### **b) Levantamento das usinas de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil**

Tendo em vista, garantir a representação do setor produtivo foi realizado um levantamento dos especialistas do setor a partir de contatos com a Organização dos Plantadores de Cana do Centro-Sul (ORPLANA) e União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA).

Com esses dois grupos, usinas e associações, além de contato por e-mail foi realizado contato telefônico para reforçar quais seriam as pessoas mais indicadas dentro da empresa a responder a pesquisa.

Desse modo, tanto usinas como associações, definiram somente um especialista por empresa para participar da pesquisa. Por fim, os especialistas totalizaram 93 empresas, sendo:

- 60 representantes de grupos usineiros e/ou usinas, que respondem por 172 unidades industriais ou usinas de processamento de açúcar e etanol (ANEXO 3) e;
- 33 de associações de fornecedores de cana da região Centro-Sul do Brasil (ANEXO 4).

### **6.3.3.7 SÉTIMA ETAPA – ANÁLISE QUANTITATIVA E ESTATÍSTICA DAS RESPOSTAS**

Para análise dos indicadores validados pelos especialistas a partir da técnica Delphi utilizaremos a representação estatística para distribuição dos resultados. Ou seja, após a obtenção dos dados do retorno do questionário as ferramentas escolhidas nessa abordagem serão quantitativas e qualitativas.

A pesquisa quantitativa usada teve como intuito reunir dados que forneçam uma descrição detalhada do sistema em estudo enquanto a pesquisa qualitativa deverá considerar o entendimento teórico dos fatos (COOPER e SCHINDLER, 2011).

Normalmente, como descrito por Cooper e Schindler (2011) os dados quantitativos devem ser codificados ou reduzidos a números para que os dados possam ser manipulados por análise estatística. Dessa maneira, as respostas quantitativas serão tabuladas, recebendo tratamento estatístico simples, como mediana e médias. Para a validação dos indicadores, as respostas 1, 2 e 3, ou seja, não importante, pouco importante e medianamente importante, foram agrupadas como sendo todas de "baixa importância". As respostas dos especialistas que equivalem a 4 e/ou 5, importante e muito importante, foram alocadas como de "alta importância".

Assim, foram considerados indicadores validados aqueles cuja porcentagem de aceitação pelos pesquisadores (respostas 4 e/ou 5) era maior ou igual a 70% (0,7).



#### **6.3.3.8 OITAVA ETAPA – ANÁLISE QUALITATIVA DAS RESPOSTAS**

As respostas qualitativas, equivalentes à opinião dos respondentes sobre cada indicador, serão consideradas e relacionadas às questões quantitativas. Posteriormente poderão ser apresentadas como sugestões para cada um dos indicadores.

Essa etapa de metodologia é importante pois extrai detalhes que normalmente não captados na pesquisa quantitativa e que são essenciais para a obtenção de resultados concisos.

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados foram organizados da seguinte maneira:

- Primeira seção apresenta a conceituação dos termos norteadores do projeto por especialistas do setor acadêmico e representantes do setor agroindustrial canavieiro, em seguida será apresentada a entrevista remota que serviu para validar os termos e auxiliar na caracterização do setor;
- Segunda seção apresenta a caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar nos principais estados produtores da região Centro-Sul do Brasil; e
- Terceira seção apresentação, descrição, validação dos indicadores da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil.

### **I – PRIMEIRA SEÇÃO**

#### **7.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO DAS QUESTÕES REFERENTES AOS TEMAS PERTINENTES À PESQUISA**

O levantamento de informações pertinentes à sustentabilidade do sistema de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul, não poderia ser conduzida sem uma prévia definição de como os termos sustentabilidade e sistema de produção são usados na prática pelos especialistas do setor.

Assim após analisarmos todas as respostas sobre a conceituação de cada termo, primeiramente as informações foram organizadas, em seguida foram realizadas as transcrições dos dados qualitativos para a pesquisa.

##### **a) Questão 1: Do seu ponto de vista, quais seriam os sistemas de produção mais relevantes na região Centro-Sul do Brasil?**

Conforme relato dos especialistas os sistemas de produção mais relevantes da região Centro-Sul são apresentados na figura 21.

**Figura 21** - Sistemas de produção mais relevantes da região Centro-Sul do Brasil de acordo com os especialistas acadêmicos e do setor de cana-de-açúcar



Fonte: Elaborada pela autora.

Os respondentes relataram que entre esses sistemas de produção relevantes na região Centro-Sul do Brasil a cana-de-açúcar e os grãos são os sistemas e mais representativos da região. Posteriormente aparecem laranja e frutas em geral, gado de leite e de corte, aves e suínos, sistemas de integração lavoura pecuária floresta, sistemas agroflorestais, gás natural, petróleo e siderurgia, não necessariamente nesta ordem.

Com relação às características dos sistemas, os especialistas citaram como as principais, as informações contidas no Anexo 12. Devido ao grande número de informações não foi possível estabelecer valores a todas as características citadas, somente características mais relevantes foram consideradas e relatadas com valores numéricos.

De maneira geral, segundo relatos dos envolvidos na pesquisa, os sistemas de produção na região envolvem grandes, médios e pequenos proprietários de terras que em suas lavouras aplicam alta tecnologia e métodos de gestão mais eficientes que em outras regiões do país. Entre esses métodos citam a mecanização e informatização com intuito de melhorar o planejamento das atividades agrícolas e aumentar a produção das lavouras.

Informações citadas e exemplificadas pelos especialistas como pertinentes ao sistema de produção de cana-de-açúcar. Para 80% dos especialistas consultados este sistema pode ser considerado o mais representativo da região Centro-Sul do Brasil, devido à sua grande escala de produção e ao grande número de empregos que gera.

Na consulta 100% dos especialistas concordaram que os sistemas de produção de cana-de-açúcar são diversos e que existe um misto de técnicas que vão desde o uso de métodos conservacionistas até o uso de atividades de gradagem pesada e aplicação intensa de corretivos no solo, como acontece em áreas novas de cultivo de cana-de-açúcar.

Na região Centro-Sul do Brasil, conforme relatos de 60% dos especialistas existem dois sistemas mais significativos de produção de cana-de-açúcar: de grande e de pequena

propriedade. Em ambas as propriedades, podem ocorrer, o manejo adequado aliado ao planejamento das atividades agrícolas onde são analisadas as características climáticas da região, do local onde se pretende iniciar o cultivo; o tipo de solo e suas deficiências, que permite quantificar os adubos químicos e fertilizantes necessários para sua correção; a disponibilidade de água, que permite estabelecer se há ou não necessidade de irrigação e a declividade dos terrenos, que possibilita introduzir a mecanização.

Quanto ao uso do solo, 50% dos especialistas consultados, alegam que a conscientização dos produtores aumentou. De acordo com as informações fornecidas, nos últimos anos técnicas de plantio direto, cultivo mínimo e agricultura de precisão associadas ao controle de tráfego, tem permitido a preservação dos solos e da matéria orgânica presente neles. Esses métodos, conforme descrições, se tornaram importantes aliados para minimizar a compactação e evitar gradagens pesadas, utilizadas anteriormente na maioria das áreas de produção consideradas de cultivos tradicionais. O relato dos especialistas consultados coincide com o trabalho de Lins e Saavedra (2007) que relatam que o não estabelecimento de aspectos ambientais e o uso inadequado do solo podem levar a erosão, redução da biodiversidade e esgotamento das propriedades físico-químicas.

Quanto aos sistemas de plantio da cana-de-açúcar, segundo os produtores, consultados na pesquisa, os mais descritos e utilizados na região Centro-Sul, são:

- a) Sistema de cultivo mínimo;
- b) Plantio direto e
- c) Plantio duplo combinado – 1,50 X 0,50 – com preparo de solo profundo.

Devido à amplitude das áreas e as características regionais o plantio pode ser mecanizado ou manual. O uso desses tipos de atividades está relacionado à baixa quantidade de mão de obra disponível nas regiões de cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

Referente aos períodos de cultivo, segundo descrições, é frequente o cultivo de cana de ano e meio, com renovação dos canaviais a cada cinco anos, nos períodos de reforma. Em períodos que variam entre 3 e 6 meses, segundo os respondentes, as áreas, de fornecedores, ficam em pousio ou nelas são cultivados grãos como amendoim, soja, feijão, milho e/ou crotalária.

Sobre a colheita na região Centro-Sul do Brasil, aproximadamente 90% dos respondentes afirmaram que esta é totalmente mecanizada e crua, ou seja, sem uso do fogo. Em alguns estados ainda é comum o corte manual da cana-de-açúcar, no entanto, o uso do fogo, apesar de estar relacionado à colheita manual, não foi mencionado pelos especialistas.

Na consulta, 20% dos respondentes alegaram que na região Centro-Sul o sistema de colheita mecanizada apresenta elevadas perdas de matéria-prima, já que a palha e os ponteiros são deixados no campo, sendo este um ponto negativo da mecanização. Moraes (1992) avalia que as perdas no campo, quando realizada a colheita de cana crua, podem chegar a 10% enquanto que em áreas com cana queima essa perda por reduzida para 2%.

Por isso nesta pesquisa os especialistas concordam que devem ser elaboradas políticas públicas para incentivar o recolhimento e a produção de bioeletricidade nas usinas, a partir de restos vegetais descartados no campo.

Além das técnicas associadas a colheita e plantio os especialistas relataram que a manutenção da palha no campo tem permitido a retenção de água no solo e menor impacto, ocasionada pelo tráfego de máquinas.

Os especialistas avaliaram que, em todas as áreas produtivas de usinas, são utilizados resíduos industriais como torta de filtro e vinhaça para complementar a adubação química tradicional. No entanto, 15% dos respondentes relataram que a fertirrigação com esses resíduos é feita de maneira consciente para evitar danos ao solo e ao lençol freático enquanto outros 7% avaliaram que o uso da vinhaça no campo é realizado sem considerar o tipo de solo e a proximidade de lençóis freáticos.

Conforme relataram 35% dos respondentes os sistemas mais significativos da maior região produtora de cana-de-açúcar do país, a região Centro-Sul, deveria considerar o sistema de rotação com outras culturas e também com culturas alimentícias.

De acordo com estes especialistas a cada ano são renovados de 15 a 20% dos canaviais dessa região, a associação com outras culturas, como grãos, poderia manter a cobertura vegetal nos meses mais chuvosos além de promover na região o cultivo de atividades lucrativas para os produtores e essenciais para o consumo humano. Segundo eles o consorciamento e a rotação, tornaria o sistema de cana-de-açúcar cada vez mais sustentável e melhor visto pela sociedade. Ainda de acordo como os especialistas o sistema de produção de cana-de-açúcar é o mais fiscalizado, em relação a outros cultivos agrícolas, no que se refere ao cumprimento de normas e leis, trabalhistas e ambientais.

Aproximadamente 12% dos especialistas avaliaram que o setor de produção de cana-de-açúcar não cumpre as legislações ambientais e por esse motivo tem sido alvo de fiscalizações.

Relativo às questões ambientais, os respondentes alegaram que as certificações são essenciais para o sistema canavieiro, entretanto devido às diferentes condições regionais, essas técnicas devem ser variáveis e avaliadas independentemente, de acordo com sua região de

implantação. Todos os especialistas concordam que do ponto de vista ambiental as culturas agrícolas por serem integradas ao meio ambiente não podem ou não deveriam causar danos e impactos ao meio ambiente.

Com relação às leis trabalhistas na região Centro-Sul, conforme relatos, os sistemas mais relevantes consideram e respeitam as leis trabalhistas. Quanto ao descumprimento a essas leis não houve relato.

Sobre o relacionamento entre fornecedores de cana e usinas, muitos entrevistados argumentaram que este é extremamente importante, no entanto algumas associações relataram que faltam políticas públicas suficientes para melhorar a interação entre as partes envolvidas no sistema, fornecedores e usinas.

Segundo os fornecedores, um sistema relevante de cana-de-açúcar deveria considerar de 0 a 20% de cana própria das usinas, e 100% ou 80% restantes de fornecedores produzindo em área própria. Outra situação descrita seria 20% de cana própria e o restante de matéria-prima de fornecedores, em área própria ou arrendamentos.

Por fim todos os especialistas concordam que os sistemas de produção, devem priorizar as legislações nacionais, ambientais e sociais, privilegiando o meio ambiente e o bem-estar do trabalhador.

Segundo os entrevistados muitas usinas de cana-de-açúcar da região consideram a sustentabilidade um item essencial, assim além de se adequarem a programas de certificações ambientais nacionais outras possuem ainda selos de certificação internacional, que possibilita a exportação para países europeus e Estados Unidos.

## **b) Questão 2: O que seria um sistema de produção agrícola sustentável?**

A respeito da definição de um sistema sustentável ficou evidente que enquanto os especialistas do setor definem o termo como algo palpável o setor acadêmico utiliza definições baseadas na literatura, e também a relacionam com questões sociais, ambientais e agrícolas, ou seja, o setor acadêmico define a sustentabilidade de maneira mais geral.

Para sete em cada 10 acadêmicos consultados a maior preocupação foi com relação a adequação às leis ambientais e trabalhistas, enquanto o pilar econômico foi citado por eles apenas de forma geral não como um item importante para alcançar a sustentabilidade. Por outro lado, 9 em cada 10 respondentes do setor produtivo relacionavam as três dimensões (econômicas, sociais e ambientais) como importantes e fundamentais para alcançar a sustentabilidade.

Além disso, alguns acadêmicos, 1 a cada 10, mostraram-se incomodados em definir um sistema de produção sustentável, alegando que cada um pode interpretar o termo de acordo com seu ponto de vista.

Apesar dos entraves, a maioria dos respondentes se mostraram confortáveis para descrever estes sistemas e aproximadamente 30% deles avaliaram que considerando a diversidade que existe, o atual sistema de produção de cana-de-açúcar realizado na região Centro-Sul do Brasil, pode ser considerado sustentável, desde que respeite as leis ambientais e trabalhistas.

Portanto, para ser sustentável de acordo com os respondentes, um sistema de produção de cana-de-açúcar deve apresentar as seguintes características:

- a) preservar as características físicas e químicas dos solos e respeitar suas limitações, (baixa fertilidade, retenção de água, acidez e forte declividade) (1 de 6 respondentes);
- b) preservar o solo, fazendo uso de técnicas de plantio direto ou outras técnicas conservacionistas (1 de 3 respondentes);
- c) utilizar resíduos industriais, vinhaça e torta de filtro, de maneira controlada (1 de 7 respondentes);
- d) utilizar o controle biológico de pragas, fazendo uso de baixa aplicação de agrotóxicos (1 de 3 respondentes);
- e) considerar o uso de variedades mais produtivas e adequadas ao ambiente de produção (1 de 2 respondentes);
- f) plantio integrado a produção de alimentos (1 de 10 respondentes);
- g) preservar, recuperar e ampliar áreas verdes (1 de 15 respondentes);
- h) evitar que o sistema seja conduzido à monocultura e a concentração fundiária (1 de 20 respondentes);
- i) fazer uso da colheita mecanizada, com controle de tráfego, e realizado sem auxílio do fogo, cana crua (9 de 10 respondentes)
- j) utilizar técnicas de planejamento e modelo integrado de produção (1 de 12 respondentes);
- k) reutilizar todos resíduos do campo (palha e materiais vegetais) e da indústria (água, vinhaça, torta de filtro) (1 de 2 respondentes);
- l) diversificar a cadeia de produção (1 de 20 respondentes);
- m) gerar, utilizar e exportar bioeletricidade (1 de 2 respondentes);
- n) economizar água (1 de 10 respondentes);

- o) substituir combustíveis fósseis por renováveis na frota da empresa (usinas e/ou fazendas) (1 de 30 respondentes);
- p) fazer uso de um modelo integrado de produção agrícola com unidades industriais de agregação de valor, determinação das escalas mínimas e máximas de viabilidade (1 de 20 respondentes);
- q) respeitar as leis trabalhistas (10 de 10 respondentes);
- r) valorizar os envolvidos no sistema, os produtores (pequenos, médios ou grandes) e trabalhadores, promovendo seu bem-estar e manutenção na atividade (1 de 23 respondentes);
- s) preservar as técnicas adequadas à realidade dos produtores, tentando identificar os fatores limitantes da sua produtividade (1 de 5 respondentes);
- t) atuar de forma a mitigar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e apoiar ações de adaptação às mudanças climáticas, de forma a diminuir o impacto e os prejuízos futuros devido ao clima (10 de 10 respondentes);
- u) conhecer todas, ou a maioria, das saídas de energia do sistema (poluentes, produtos ou ações com potencial de perturbação), e que sejam conhecidas, controladas, estudadas e analisadas para melhoria de todo o processo, objetivando o menor impacto das ações humanas sem que haja detrimento da qualidade de vida financeira da empresa e de seus colaboradores (1 de 3 respondentes);
- v) interconectar plantas industriais, onde o resíduo de uma indústria seria a matéria-prima para outra (1 de 10 respondentes);
- w) ganhar na escala de produção, para reduzir custos (1 de 5 respondentes); e
- x) ser economicamente viável para os trabalhadores, produtores, fornecedores e usineiros, gerando benefícios econômicos para o país (1 de 2 respondentes).

As informações levantadas pelos entrevistados coincidem com estudo de Lins e Saavedra (2007) que mostram que de maneira geral, as práticas ambientais e sociais para promoção da sustentabilidade já foram identificadas pelo setor, no entanto muitas delas precisam ser adotadas de maneira eficiente. Conforme relatam os autores a sustentabilidade do setor canavieiro somente será alcançada quando as organizações incorporarem o tema as estratégias corporativas de crescimento das empresas.

**c) Questão 3: Quais as principais dificuldades e obstáculos encontrados para promover a sustentabilidade no setor canavieiro na região Centro-Sul?**



Sobre as dificuldades e obstáculos os dois grupos de especialistas relataram como as principais aquelas atreladas a economia. Altos custos de produção e de mão de obra, falta de incentivos governamentais, instabilidade do mercado, fragmentação econômica do setor, falta de perspectivas de longo prazo, poucos investimentos em tecnologia, dificuldade cultural, dificuldade no escoamento e armazenamento da produção e falta de planejamento energético são alguns problemas inerentes ao sistema, citados por especialistas e representantes do setor produtivos e acadêmicos.

Quanto às leis ambientais e trabalhistas, a adoção a elas são obstáculos que devem ser superados em curto prazo. No entanto os produtores manifestaram dificuldade para atender e implantar o atual código florestal, além de retratarem objeções aos excessos presentes nas legislações trabalhistas.

Os respondentes evidenciaram ainda dificuldades para obter financiamentos e refinanciamentos das dívidas contraídas nos últimos anos. Com relação às políticas públicas, o setor entende que existe a necessidade de financiamentos subsidiados como nos países concorrentes, produtores de açúcar e etanol. Assim seria fundamental, a desvinculação dos preços do etanol da gasolina, uma política de preços diferenciada para produtos sustentáveis e investimentos em tecnologias e variedades de cana mais produtivas.

Ademais, conforme descrição dos respondentes, existe a necessidade de investimentos em inovação e tecnologia, principalmente no campo, buscar rotas tecnológicas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa, apoio governamental para conscientização da sociedade e do setor sobre a importância da sustentabilidade, necessidade de investimento para viabilizar a produção em áreas com declividade acentuada. Soma-se a isso a necessidade de cumprimento às legislações e fiscalização para coibir práticas desleais de concorrência.

Há ainda, necessidade de criação de estoques reguladores controlados pelo estado e investimentos em infraestrutura para manutenção da vantagem competitiva das empresas brasileiras. No Anexo 13 são apresentadas as principais dificuldades citadas pelos especialistas. Por fim, é possível concluir que existe a necessidade de recomendações de novas políticas públicas para o setor que possibilitem a modernização e implantação de práticas mais sustentáveis para o sistema de produção de cana-de-açúcar. Tais políticas devem ser implementadas ao setor como forma de redirecionar sua economia de maneira que as atividades que não cumprirem com as leis ambientais e trabalhistas sejam freadas (CAVALCANTI e BEGOSSI, 1997). Assim conforme descrito pelo autor a sustentabilidade não pode ser obtida se o capital natural for incapacitando, por isso deve-se deixar claro que a noção de desenvolvimento sustentável representa uma alternativa ao conceito de crescimento econômico.

**d) Questão 4: Nos últimos anos as adequações do setor em relação a sustentabilidade trouxeram melhorias e benefícios para os envolvidos? Quais?**

Com relação às melhorias, 100% dos respondentes acreditam que as adequações do setor em relação à sustentabilidade trouxeram benefícios ambientais e sociais ao setor, como sendo os mais concretos. Desses, 98% dos respondentes citaram o fim da queima e a implantação da mecanização dos canaviais como os principais ganhos.

Conforme relatos dos especialistas do setor, o controle da queima motivou a mecanização e melhorou a qualidade de vida de muitos trabalhadores, porém por outro lado excluiu outros do mercado de trabalho. Estes relatos coincidem com trabalho realizado por Moraes e colaboradores (2008) que relatam em estudo o aumento do desemprego ocasionado pela mecanização nas lavouras de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. O desemprego causado pela mecanização das lavouras foi mencionado por aproximadamente 40% dos representantes do setor, representantes do setor acadêmico não avaliaram ou comentaram sobre o desemprego nas lavouras.

Quanto à falta de planejamento no tocante aos prazos de mecanização das lavouras impostos principalmente no estado de São Paulo. Os comentários obtidos na consulta foram concordantes com a literatura, segundo ABREU e colaboradores (2009), apesar do dano social causado pela mecanização, principalmente a trabalhadores considerados analfabetos funcionais, as vantagens econômicas e ambientais tornam o processo irreversível.

Conforme relataram, 30% dos fornecedores e acadêmicos que responderam à pesquisa a manutenção da palha no campo aumentaram a fertilidade dos solos e a produtividade dos canaviais, possibilitando ainda o uso da matéria-prima seca para produção de bioeletricidade. Conforme dados da UNICA (2015) 400 usinas de açúcar e etanol existentes no país são autossuficientes em energia, e cerca de 100 delas geram excedentes comercializáveis. Na consulta, cerca de 45% dos especialistas relataram que a extinção do fogo no campo trouxe benefícios, mas a manutenção da palha aumentou o risco de pragas como cigarrinhas que necessitam de grandes quantidades de agrotóxicos para seu controle. Estas informações coincidem com os relatos de ALVES (2009) que avalia que com o corte mecânico há aumento na ocorrência de pragas, conseqüentemente esse aumento reflete diretamente no controle fitossanitário gerando maiores custos a produção dos canaviais.

Quanto aos aspectos ambientais, 98% dos respondentes relataram que houve ganhos ambientais como a recuperação de áreas verdes, o uso controlado de resíduos no campo e a implantação de sistemas eficazes de lavagem da cana-de-açúcar que reduziram a quantidade de água na indústria e evitaram o lançamento de resíduos nos rios. Esses dados coincidem com os

dados relatados no Protocolo Agroambiental (2015) do Estado de São Paulo que mostra uma redução de cinco para 1,12 m<sup>3</sup> de água por tonelada de cana processada entre a década de 1990 e a safra 2014/2015.

No Anexo 14 são apresentadas as principais melhorias obtidas pelo setor com após as adequações as normas de sustentabilidade.

Por fim 80% especialistas avaliam que a adequação das empresas a sustentabilidade trouxe aprimoramento industrial para as usinas sucroalcooleiras, contribuição na matriz energética nacional, com a entrada da bioeletricidade, e atraiu o capital estrangeiro para os produtos da cadeia da cana-de-açúcar. Conforme descreve Carvalho, Vian e Braun (2011) as empresas do setor de cana-de-açúcar no Brasil estão em constante busca pela sustentabilidade.

**e) Questão 5: Com relação ao setor, qual (is) a(s) sua(s) expectativa(s) para os próximos anos em relação à sustentabilidade?**

Com relação às expectativas da sustentabilidade do sistema de produção de cana-de-açúcar conforme relato dos respondentes para os próximos anos houve discordância em relação à opinião dos especialistas consultados.

Para 61% dos representantes do setor produtivo a perspectiva é pessimista, resultado da crise atual. Segundo as contribuições, a atual escassez de recursos impede o desenvolvimento e a implantação de novas tecnologias na indústria e no campo e conseqüentemente atingirá as esferas social, ambiental e principalmente econômica do setor canavieiro. A perspectiva pessimista em relação a sustentabilidade do setor pode ser definida como salienta Lins e Saavedra (2007) como uma má interpretação do conceito que dificulta na não identificação das oportunidades estabelecidas pelo conceito.

Na consulta 70% dos respondentes do setor relataram que atualmente o pilar econômico encontra-se enfraquecido no Brasil e para sua reestruturação somente políticas claras encabeçadas pelos governos estaduais e federais poderiam reverter os prejuízos do setor.

Por outro lado 99,9%, dos acadêmicos mostraram-se otimistas com relação às expectativas da sustentabilidade do setor nos próximos anos e descreveram que haverá ganhos crescentes atrelado a produção limpa de biocombustíveis e energia. Ademais, conforme relataram, é esperada a entrada de novas variedades de cana-de-açúcar mais produtivas, implantação de tecnologias para conservação do solo, aumento da eficiência dos sistemas produtivos, implantação de tecnologias de captura de carbono e por fim acreditam que possivelmente serão desenvolvidas tecnologias mais sustentáveis para diminuir os desperdícios.

Apesar da diferença de opinião com relação ao futuro, ambos os grupos concordam que medidas de encorajamento aos fornecedores e usinas, estímulos para aumentar o crescimento vertical das lavouras, qualificação profissional e relocação dos trabalhadores, incentivo para desenvolvimento e produção de etanol de segunda geração, políticas governamentais que impulsionem as atividades do setor, e priorizem o cumprimento das leis são medidas que devem ser tomadas para melhorar o status atual do setor.

Essas medidas citadas como necessárias ao encorajamento do setor canavieiro coincidem com aquelas apresentadas por Rodrigues e Ortiz (2006) que relatam ainda que no Brasil as ações prioritárias a curto e médio prazo, como novas linhas de financiamento para usinas e fechamento dos circuitos de água demandam investimentos em pesquisa e alterações nas práticas produtivas.

### **7.1.1 PERCEPÇÃO DO SETOR PRODUTIVO SOBRE O TEMA SUSTENTABILIDADE – RELATO DAS ENTREVISTAS REMOTAS**

Nessa etapa da pesquisa foram consultados os membros das usinas que respondem sobre o tema sustentabilidade em suas empresas, Anexo 3, e as associações de fornecedores de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil, Anexo 4.

Inicialmente, na entrevista, era solicitado o contato com o responsável pelo setor de sustentabilidade da empresa e posteriormente era apresentado o projeto. Importante lembrar que em muitas empresas o tema sustentabilidade é normalmente atrelado a questões de meio ambiente, recursos humanos ou área agrícola.

Nas entrevistas aproximadamente 10% dos respondentes questionaram sobre o tipo de sustentabilidade estudado, se este considerava todas as dimensões (ambiental, social ou econômica) ou se estava focado apenas em temas ambientais e/ou sociais. Segundo eles a pergunta era necessária, pois em muitas consultas, realizadas por entidades de pesquisa, o tema sustentabilidade está relacionado a somente um dos pilares, ou ambiental ou social ou econômico.

De maneira geral os entrevistados explicaram que a sustentabilidade se refere ao cumprimento das leis ambientais e trabalhistas, a preservação dos solos, a mecanização das lavouras, a diminuição no uso da água na indústria, a reutilização de resíduos como a vinhaça no campo e a produção de bioeletricidade.

Quanto ao cumprimento das leis ambientais e trabalhistas 100% dos entrevistados relataram que o aumento das fiscalizações no campo e a abertura à exportação, principalmente

para países europeus, que exigem produtos certificados ambientalmente, deram um novo rumo ao setor sucroalcooleiro brasileiro.

Cerca de 90% dos especialistas relataram que a sustentabilidade trouxe muitas vantagens sociais e ambientais do que econômicas para o setor. Como benefícios os envolvidos no setor esperavam que os governos estaduais e federais possibilitassem incentivos às empresas mais sustentáveis, mas segundo eles não houve sinalizações.

No entanto recentemente com o retorno da Contribuição para Intervenção no Domínio Econômico (Cide) e o aumento da mistura de etanol na gasolina algumas usinas tomaram fôlego para enfrentar a próxima safra, e assim saldar dívidas com fornecedores de cana-de-açúcar, empresas de insumos e maquinários.

Com relação às questões ambientais os entrevistados relataram que tem sido realizado a conservação de áreas de proteção ambiental e o reflorestamento de áreas desmatadas, segundo eles, isso tem aumentado o fluxo de animais nas áreas de produção agrícola.

Sobre as questões trabalhistas, as entrevistas mostraram que o cumprimento ao grande número de leis, regras e normas tornaram o sistema de produção de cana um exemplo para os demais setores de produção agrícola do país. A mecanização, segundo os especialistas, diminuiu o uso da colheita manual, mas por outro lado, acabou com o emprego de famílias inteiras que devido à falta de escolaridade não conseguiram ser realocadas dentro das usinas por falta de vagas destinadas a esses trabalhadores.

Quanto à sustentabilidade no campo uma das principais preocupações, demonstradas pelos entrevistados, tem sido a substituição de técnicas agressivas de preparo do solo, como gradagens pesadas, por técnicas como o cultivo mínimo e o plantio direto da cana-de-açúcar. Quanto à adubação, os relatos foram em relação ao uso controlado dos resíduos – torta de filtro e vinhaça – que é usado apenas nas usinas. Sobre as adubações nitrogenadas têm sido mantidas, pois, diferente do que se pensa, segundo os entrevistados, os solos brasileiros são poucos produtivos e precisam de correção ao longo do plantio e manutenção das lavouras. No tocante a água, a reutilização desse recurso ao longo dos processos industriais tem sido muito efetiva e grande parte das usinas da região já utilizam o circuito fechado como forma de economizar esse recurso.

Foi possível notar nas entrevistas que o setor tem trabalhado para aumentar a produtividade nas áreas de produção. Conforme relatos aumentar a produtividade nas áreas atuais de plantio, evitaria choques com outras culturas tradicionais nas diversas regiões onde a cana-de-açúcar ainda não chegou. Além disso, aumentar a produtividade nas áreas efetivas

evitaria o confronto com entidades que alegam que a cultura toma o lugar de culturas alimentícias e diminuiria os custos de preparo em novas de produção.

Quanto à adesão as novas tecnologias de mecanização do campo, aproximadamente 20% dos entrevistados relataram que algumas empresas e fornecedores conseguem destinar recursos para esses processos. Normalmente, segundo eles, estas são empresas de médio a grande porte, por outro lado usinas menores, e com menos recursos, tem sofrido para se adequarem às novas tecnologias, mas mesmo assim buscam o aprimoramento de seus processos.

Neste ponto, ficou evidente que as leis estabelecidas que impuseram metas e prazos para a mecanização consideraram apenas questões ambientais, como o impacto da fuligem e fumaça sobre cidades próximas e suas populações, porém não se preocuparam com os milhares de trabalhadores envolvidos na colheita e que se deslocaram ao longo dos anos a procura de emprego nessas áreas.

Ficou claro nessa etapa da entrevista que os envolvidos no sistema tiveram grande preocupação em relação a esse ponto, no entanto, pouco puderam fazer em relação ao desemprego de seus funcionários.

Assim, foi possível verificar que apesar da sustentabilidade estar dividida em três pilares (social, ambiental e econômico) estes são muito bem analisados e desenvolvidos pelos envolvidos no setor. No entanto a preocupação atual está relacionada à economia do sistema que é considerado a mais preocupante, atualmente, e primordial dentro das unidades de produção.

Portanto foi possível notar que o sistema necessita de políticas públicas que restaurem o significado real do termo e que possibilitem que os três pilares da sustentabilidade andem juntos, além de serem aprimorados ao longo do tempo, de acordo com as necessidades vigentes.

### **7.1.2 CONTRIBUIÇÃO DAS ENTREVISTAS E VISITAS A CAMPO PARA A PESQUISA**

Ao longo dessa entrevista, que tinha como intuito apresentar o projeto e nos aproximar do setor produtivo, ficou claro que o setor ainda sofre com a visão negativa dos brasileiros frente à agricultura, principalmente ao cultivo de cana.

Nas entrevistas ficou evidente que o termo sustentabilidade causa desconforto, não devido a definição do tema, mas como um receio de que entidades governamentais ou acadêmicas imponham novas regras ao setor. Com relação à contribuição ao trabalho as

entrevistas serviam para esclarecer a percepção do termo sustentabilidade e suas principais características.

Foi possível notar que as empresas têm cumprido as leis ambientais e sociais, mas a visão de exploração, do uso de mão de obra escrava e o uso de técnicas impactantes ao ambiente são as únicas informações divulgadas. Talvez seja esse o motivo de cautela em relação a participação em temas como sustentabilidade.

Ao longo dessas entrevistas, foi possível notar que as usinas instaladas no Centro-Sul do país e os fornecedores, tem procurado aprimorar seus processos agrícolas com o intuito de aumentar a produção das lavouras.

Por fim as entrevistas foram úteis, pois demonstraram que o setor tem muito a mostrar, isto se justifica pela existência de um grande número de experimentos que vem sendo realizados nas áreas de produção e mantidos pelo setor.

Quanto às visitas estas contribuíram para o entendimento das técnicas utilizadas no campo e serviram para exemplificar alguns sistemas característicos da região Centro-Sul do Brasil.

## **II – SEGUNDA SEÇÃO**

### **7.2 RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO SUL DO BRASIL**

Para finalidade analítica desse trabalho os sistemas de produção de cana-de-açúcar foram classificados de acordo com o perfil dos seus representantes. Assim nesse estudo os produtores foram caracterizados como: fornecedores (pequenos, médios e grandes) e usinas (pequenas, médias e grandes).

Considerou-se também a importância de agrupar esses produtores conforme o grau de aderência a tecnologia empregada nos sistemas de produção. Dessa forma os grupos foram classificados, conforme orientação dos especialistas do CTBE em relação ao grau de tecnologia em baixa, média e alta adesão a tecnologia.

A categorização dos produtores e a divisão de acordo com a adesão a tecnologia empregada na produção de cana, as características específicas e importantes estabelecidas possibilitam o aprofundamento e compreensão dos sistemas de produção de cana-de-açúcar mais característicos na região Centro-Sul do Brasil.

### **7.2.1 CARACTERÍSTICAS ESTABELECIDAS COMO PERTINENTES PARA CATEGORIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Durante o processo de elaboração da caracterização dos sistemas foram consideradas particularidades importantes para auxiliar na elaboração dos sistemas de cana-de-açúcar mais sustentáveis da região Centro-Sul. Assim os sistemas foram elencados conforme suas características gerais e tipificação, interferência política, componentes indústrias, componentes tecnológicos e agrícolas e formas de manejo.

Cada um desses itens foi desdobrado com intuito de facilitar o entendimento e funcionamento dos sistemas de produção. Assim quanto às características gerais e tipificação dos atores envolvidos na estrutura do setor esses são apresentados quanto ao tipo de produtor; posse da terra e perfil dos produtores/fornecedores. Posteriormente são apresentados os componentes de interferência política.

Quanto aos componentes industriais estes foram divididos em novos processos agrícolas e industriais e uso de biomassa para produção de energia. Os componentes tecnológicos e agrícolas do sistema são apresentados de acordo com o tipo de plantio, tipo de colheita e preparo do solo.

A respeito das formas de manejo utilizadas nos sistemas de produção da região CentroSul estas foram elencadas quanto o uso de rotação de culturas, mudas, variedades, uso de irrigação, retirada da palha, produtos fitossanitários, controle de pragas e planejamento conservacionista do ambiente de produção.

Para melhor esclarecimento de cada um dos itens abaixo são detalhadas todas as informações estabelecidas para caracterizar os sistemas de produção mais representativos da região Centro-Sul do Brasil.

Após a definição de cada uma das características é apresentada uma tabela com as informações pertinentes a cada sistema de produção.

### **7.2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ENVOLVIDOS NO SISTEMA**

#### **a) Tipo de produtor/fornecedor**

A elevada heterogeneidade do sistema de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul implica em um misto de grupos envolvidos no sistema de produção, que podem ser separados entre pequenos, médios e grandes fornecedores e/ou usinas de cana-de-açúcar.



Fornecedores (pequenos, médios e grandes) são produtores rurais que utilizam terras próprias, ou arredam de outros produtores, para o plantio comercial da cana-de-açúcar. Em suas propriedades realizam, dependendo do tamanho e capacidade tecnológica, parcerias com usinas, para realização das atividades de manejo da cana-de-açúcar.

Com relação as usinas da região estas também podem ser divididas em pequenas, médias e grandes. De acordo com dados da Nova Cana (2015) em média, por safra na região, processam 1,5 milhão de toneladas de cana.

## **b) Posse da terra**

A posse da terra é um dos fatores mais importante na produção agrícola (CARDOSO, 2013). Na região Centro-Sul do Brasil existe um misto de produtores e usinas que produzem em áreas próprias e em áreas arrendadas. Em trabalho realizado por Sant'Anna e colaboradores (2015) a autora observa que nos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul a área arrendada para terceiros é inferior à área pertencente aos proprietários de terra, já que nesses estados predominam fornecedores de terras próprias que possuem extensas áreas destinadas ao plantio.

## **c) Perfil dos produtores/fornecedores**

Quanto ao perfil, na região Centro-Sul existem produtores independentes que produzem a matéria-prima e entregam para as usinas e sistemas de parcerias onde as usinas fornecem as mudas, insumos, maquinários e mão de obra que são descontados no valor final da produção. A carência de maquinários e pessoal habilitado para as etapas de sistematização, plantio e colheita das lavouras é a principal justificativa que os produtores usam para fazerem parcerias com as usinas.

## **Interferência política**

## **d) Legislações vigentes**

Quanto ao cumprimento das legislações tanto produtores quanto usinas cumprem as legislações estaduais, pois na região Centro-Sul os estados possuem leis específicas quanto à proximidade de determinadas regiões, como é o caso do pantanal, e também com relação à mecanização e a queima, como o Protocolo Agroambiental no Estado de São Paulo. Além disso,

os envolvidos na produção de cana-de-açúcar cumprem as legislações nacionais tanto ambientais quanto trabalhistas.

## **Componente Industrial**

### **e) Novos processos agrícolas e industriais**

Conforme descrito por Garbiani (2011) as inovações tecnológicas das empresas de cana-de-açúcar ocorrem tanto no campo quanto na indústria. Essas inovações segundo ele, são importantes para a adequação ao dinamismo de concorrências e competições.

Entre as inovações no campo pode ser citada a introdução de novas variedades de cana específicas para os diferentes ambientes de produção que apresentam alta produtividade e longevidade. Novas técnicas de propagação e plantio de mudas são continuamente testadas por empresas do setor. Além disso, variedades adequadas a mecanização e com altas taxas de ATR e biomassa tem sido introduzidas com o intuito de aumentar a produção de etanol.

Adequações quanto ao sistema de manejo, planejamento agrícola, controle da produção e gestão de operações mecanizadas são comuns em empresas que investem em tecnologia. O solo tem sido uma das principais preocupações de sistemas que buscam a alta tecnologia, o uso de técnicas de conservação dos solos, mapeamento dos ambientes de produção e máquinas adaptadas às condições brasileiras, que causem baixo impacto e compactação são essenciais.

A compactação dos solos é um problema que se intensificou com o aumento do tráfego e do tamanho das máquinas agrícolas. Conforme descrito por (REICHERT et al., 2007) a compactação afeta a infiltração de água no solo e conseqüentemente restringe seu crescimento.

No caso da cana-de-açúcar o tráfego intenso afeta a produtividade dos canaviais, por isso operações que priorizem técnicas conservacionistas são continuamente aprimoradas por empresas que procuram a alta adesão as tecnologias

A palha e restos vegetais deixados no campo pelas colheitadeiras, tem sido uma alternativa para a cobertura do solo e minimização dos impactos causados pelo tráfego de máquinas. Dessa forma empresas com alta adesão a tecnologias têm buscado aplicar inovações as suas lavouras, como técnicas de georeferenciamento e máquinas com sistemas de injeção de insumos, que dosam as quantidades exatas de fertilizantes a serem aplicadas, são ferramentas típicas de empresas que promovem a agricultura de precisão.

Na indústria o monitoramento de emissões de gases, o uso de caldeiras mais eficientes, com sistemas fechados dos circuitos de circulação de água, com o intuito de reutilização em outros processos industriais, a adoção de leveduras mais produtivas e a adequação a novos

processos biotecnológicos para produção de enzimas que melhoram a produção de etanol de segunda geração são as principais metas das usinas de alta e altíssima tecnologia.

Além disso empresas que buscam a eficiência de seus processos utilizam palha e bagaço para produção de etanol de segunda geração e bioeletricidade.

#### **f) Uso de biomassa para produção de energia**

A obtenção de fontes alternativas de energia limpa como caminho para minimizar os impactos ambientais, entre eles as emissões de gases de efeito estufa, tem sido uma busca constante em diversas regiões do planeta. Em relação a este ponto o setor canavieiro pode ser considerado sustentável, pois a grande maioria das usinas da região Centro-Sul utilizam o bagaço, resíduo da produção de açúcar e etanol, para gerar a bioeletricidade que é utilizada em suas unidades industriais.

Em vários casos muitas empresas exportam o excesso da bioeletricidade para as redes de transmissão elétrica, demonstrando o alto potencial de geração elétrica do setor. Assim é possível afirmar que com relação a bioeletricidade há apenas necessidade de incremento de políticas para expansão do setor, fato este também evidenciado em trabalho realizado por Silva (2014).

### **Componente tecnológico e agrícola**

#### **g) Sistema de plantio**

Quanto ao sistema de plantio da cana-de-açúcar na região Centro-Sul, os mais comuns são o plantio convencional, reduzido e plantio direto, dependendo do grau de tecnologia empregado nos sistemas.

Nos últimos anos com o aumento da mecanização no campo uma das principais metas das empresas que visam à sustentabilidade de suas lavouras, tem sido a diminuição da compactação dos solos, fato evidenciado também por Benedini e Conde (2008) que relatam que a diminuição do tráfego nas entrelinhas de plantio, tem sido uma preocupação constante já que este impacta diretamente na produtividade e longevidade dos canaviais.

#### **h) Sistema de colheita**

Com relação ao sistema de colheita na região predomina a colheita mecanizada de cana crua e em regiões com declividade acentuada é comum a prática da colheita manual. Nessas técnicas o principal indicativo de aderência a novas tecnologias é o controle de tráfego.

Importante lembrar que a mecanização do plantio e da colheita não podem ser somente eles um indicativo de melhoria da sustentabilidade do campo, pois conforme salienta Rodrigues e Ortiz (2006) a melhoria deve estar atrelada a melhores condições de trabalho aos envolvidos no campo, ao controle de tráfego e a minimização dos impactos causados pelo movimento constante nas lavouras.

### **i) Preparo do solo**

As técnicas de preparo do solo têm como objetivo melhorar as condições químicas e físicas do solo em áreas onde haverá o estabelecimento de determinadas culturas.

Nas áreas de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil são utilizadas técnicas de preparo convencional, que revolvem o solo para a incorporação de corretivos e fertilizantes, e cultivo mínimo, que equivale a eliminação de soqueiras e a sulcação do solo para plantio entre as entrelinhas antigas, essa técnica tem como intuito minimizar o impacto da produção agrícola sobre o ambiente. Operações de gradagem pesada, sulcação e subsolagem, são utilizadas apenas em regiões novas de plantio ou com solos muito compactados. Quanto ao uso de corretivos químicos estes são utilizados em áreas de expansão ou com deficiência nutricional; além disso, o uso de leguminosas como corretivos são de extrema importância.

## **Formas de manejo**

### **j) Rotação de culturas**

Devido ao aumento das atividades antrópicas o manejo sustentável do solo é uma das principais preocupações da agricultura moderna (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007). Uma das alternativas para promover a melhoria desse recurso é o uso de rotação de culturas ou períodos de pousio.

A rotação de culturas ocorre em áreas tanto de usinas quanto de fornecedores e pode ser realizada com leguminosas (soja, feijão, amendoim) ou não leguminosas (milho, sorgo) ambas com ou sem fins comerciais (crotalária).

Quanto ao pousio existe a possibilidade de ocorrerem em áreas onde houve manejo intenso. Nesse período o solo deixa de ser manejado para regeneração natural, por períodos que variam de acordo com o tipo de ambiente.

#### **k) Mudanças utilizadas no plantio**

De acordo com as informações coletadas nas etapas de caracterização, as mudas utilizadas no plantio da cana-de-açúcar podem ser provenientes de áreas comerciais, cultivadas em viveiros de mudas sadias com controle fitossanitário, cultivadas em viveiros de mudas convencionais sem cuidados fitossanitários e viveiros de mudas pré-brotadas (MPB). Quanto aos viveiros de mudas essas são áreas específicas para o cultivo de variedades que serão posteriormente utilizadas na propagação para os campos comerciais. Viveiros são normalmente encontrados em áreas de fornecedores e usinas preocupados com a produtividade de seus canaviais. É comum a presença de variedades muito produtivas, com altos índices de ATR, específicas para cada período de colheita e tipo de solo.

Quanto ao controle fitossanitário de mudas este equivale ao combate de doenças que podem ser prejudiciais aos futuros canaviais. Em viveiros de mudas é constante a preocupação com o manejo das plantas, para verificar a presença de patógenos, e análises quanto a presença de doenças, como o raquitismo das soqueiras que é causado pela bactéria *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* e que causa danos no crescimento e desenvolvimento das plantas (GILLASPIE e DAVIS, 1992).

#### **l) Variedades**

A produtividade dos canaviais é influenciada por fatores que formam o ambiente de produção, como o tipo de solo e as condições climáticas regionais, conforme descrito por Vitti e Prado (2012). Assim o uso adequado de variedades específicas para cada ambiente de produção é imprescindível para obter altos índices de produtividade no campo.

As empresas de melhoramento de cana disponibilizam variedades para determinados tipos de solo, exigências em relação aos ambientes de produção, velocidade de crescimento, resistência a doenças, teores de fibras e sacarose entre outras informações. Essas características são importantes para aumentar a produtividade das lavouras, e empresas que empregam alta tecnologia normalmente utilizam essas características para melhorar a produtividade e disponibilizar matéria prima em diferentes épocas do ano.

### **m) Uso de irrigação e fertirrigação**

A água é um fator limitante para o crescimento das plantas. O uso da irrigação tem como finalidade disponibilizar água a cultura durante seu período de desenvolvimento (BERNARDO, 2006). Conforme descrito pelo autor, a irrigação aumenta a sustentabilidade da cultura, pois em áreas com baixos índices pluviométricos o cultivo irrigado da cana-de-açúcar reflete diretamente no aumento da sua produtividade, no lucro dos produtores e aumento do número de empregos na região.

Quanto ao uso de irrigação, em áreas de produção comercial de cana-de-açúcar altos índices de déficit hídrico esta pode ser usada em períodos específicos de crescimento das lavouras. Esse tipo de irrigação é utilizado em áreas onde a precipitação hídrica é baixa, como o cerrado, após o plantio ou colheita da cana-de-açúcar (ASSAD e ASSAD, 1999).

Em área de cultivos de usinas é comum o uso da fertirrigação com vinhaça, como corretivo para o solo ou para suprimento de água. Com relação ao suprimento de água proporcionado pela vinhaça, de acordo com Santos (2005), ele é significativo para as plantas.

### **n) Uso/retirada da palha no campo**

Um dos principais benefícios do fim da queima da palha da cana-de-açúcar no campo é a diminuição na liberação de GEEs e a preservação da umidade do solo. Por outro lado, muitas empresas consideram sua retirada já que pode ocorrer diminuição da rebrota da cana soca, aumento na incidência de doenças e pragas, assim como acréscimo no nível de potássio em solos que recebem vinhaça (SORDI e MANECHINI, 2013).

Uma alternativa seria a retirada da palha para produção de bioeletricidade ou a produção etanol de primeira e de segunda geração. Porém, conforme levantado nesta pesquisa, ainda deve se aprofundar em pesquisas para esclarecer quais as porcentagens de retirada ou manutenção dos restos vegetais no campo.

### **o) Uso de produtos químicos e fitossanitários**

O uso de produtos fitossanitários no campo é intenso em grande parte das lavouras. No cultivo de cana-de-açúcar os herbicidas são os produtos mais aplicados. Conforme descrito por De Armas e colaboradores (2005) o uso intenso desses produtos pode ocasionar a contaminação

dos cursos d'água próximos às áreas de plantio, por isso cuidados e o uso correto nos volumes de aplicações são de suma importância para a sustentabilidade da cultura.

Nessa pesquisa considerou-se que empresas com mais tecnologias utilizam esses produtos com cautela devido ao comprometimento com questões ambientais.

#### **p) Controle de pragas**

No cultivo da cana-de-açúcar medidas como o controle químico e biológico, são essenciais para a sanidade da cultura no campo. Nas lavouras de cana-de-açúcar o controle químico é utilizado quando o controle biológico não foi suficiente para eliminar as pragas. Ultimamente o controle biológico vem sendo muito utilizado na região Centro-Sul como alternativa ao controle químico já que este é mais sustentável, pois não é poluente, não provoca desequilíbrios biológicos, é duradouro e aproveita o potencial biótico do agroecossistema, não é tóxico para o homem e animais e pode ser aplicado com máquinas convencionais ou com pequenas adaptações (FILHO et al., 2003).

#### **q) Planejamento conservacionista do ambiente de produção**

O planejamento conservacionista do ambiente de produção considera áreas de preservação ambiental, restringe o uso intenso de máquinas, que pode provocar danos aos solos, e utiliza um sistema de manejo com diferentes tipos de cobertura de solo, para evitar a erosão e incrementa a umidades dos solos como citado De Souza Borges et al., 2014.

Devido às características sustentáveis desse tipo de planejamento ele tem sido uma alternativa em empresas que visam a sustentabilidade de seus sistemas de produção.

### **7.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS EM RELAÇÃO À TECNOLOGIA APLICADA**

O objetivo dessa etapa foi analisar os sistemas e as tecnologias empregadas no setor canavieiro. Além disso, esta classificação permite categorizar fornecedores e usinas dentro dos limites e capacidade de implantação de novas tecnologias, considerando que grande parte dos produtores de cana-de-açúcar são proprietários de pequenas áreas que usam tecnologia suficiente para se manterem competitivos e sobreviver no mercado.

Assim os grupos foram organizados com relação a adesão a tecnologia aplicada em seus sistemas em baixa, média, alta e altíssima adesão à tecnologia, considerando nesse último um

cenário futuro de 5 anos. O emprego de tecnologias nos sistemas de produção da cana equivale à soma de (SHIKIDA e BACHA, 1998):

- a) inovações biológicas utilizadas no sistema como o uso de variedades de cana-de-açúcar adaptadas a determinados tipos de clima;
- b) inovações físico-químicas no caso do uso consciente da vinhaça, na fertirrigação e para produção de biogás, e da torta de filtro;
- c) inovações associadas ao planejamento das atividades agrícolas que reduzem os custos das atividades e aumentam a produtividade das lavouras;
- d) inovações mecânicas, como uso de maquinários eficazes no plantio e colheita;
- e) inovações laborais que se referem ao estabelecimento de normas de organização do trabalho e
- f) inovações industriais aplicadas a nas usinas para diminuir o número de resíduos.

Após analisar e verificar todas essas informações surgiu a necessidade de estipular dentro de cada um desses grupos, as características do sistema de produção. Dessa forma, as descrições identificadas para cada um dos sistemas foram organizadas de acordo com os itens abaixo:

- a) Especificações gerais (tipo e perfil de produtor/usina);
- b) Componente agrícola (preparo do solo, tipo de plantio e colheita);
- c) Material propagativo (mudas, variedades);
- d) Atividades de planejamento (planejamento agrícola e conservacionista do ambiente de produção);
- e) Atividades de manejo (rotação de cultura, palha, produtos fitossanitários, controle de pragas);
- f) Componente industrial (novos processos agrícolas e industriais).

Quanto às regiões de produção canavieira não foi possível dividi-las seguindo um padrão regional de aplicação de tecnologias, devido à heterogeneidade do setor. Esta é uma característica peculiar da agricultura brasileira que poderia ser mais uniforme se fosse aumentada a capacidade de absorção tecnológica em pequenas ou grandes áreas de produção.

De acordo com Santos e Vieira Filho (2012) a heterogeneidade dos sistemas produtivos deve ser considerada nas análises dos sistemas, pois esse tipo de comportamento se deve a fatores estáticos e dinâmicos como a efetiva produção e a competitividade dos produtos. Assim considerando o sistema canavieiro, para melhor entendimento de suas partes, esses foram subdivididos em sistemas de baixa, média, alta e altíssima tecnologia.



### 7.3.1 SISTEMAS DE BAIXA ADESÃO A TECNOLOGIAS

Quanto aos sistemas de baixa adesão a tecnologias, como o nome sugere, esses envolvem pouco conhecimento científico e tecnológico. Neles são utilizados processos manuais e mecânicos desde o preparo do solo até o transporte da matéria-prima, e em alguns estados, onde ainda é permitido, ocorre a queima das lavouras antes da colheita.

#### a) Especificações gerais

Esses sistemas são normalmente realizados por pequenos produtores, com propriedades de até 50 hectares, e por pequenas unidades industriais administradas por famílias tradicionais do setor que processam matéria-prima produzida em até 18.000 mil hectares de terra (tabela 7).

Com relação a posse da terra, usinas com baixa tecnologia são usinas menores que processam cana-de-açúcar produzida em terras próprias e/ou arrendadas e também compram de pequenos fornecedores. Uma área característica desse tipo de produção é encontrada na região de Capivari, estado de São Paulo, nessa região predominam pequenos produtores com área média de 35 hectares, segundo dados da ORPLANA (2010).

As atividades de planejamento que envolvem análises de solo são pouco consideradas assim como são desconsideradas ou desconhecidas as caracterizações das áreas de acordo com o ZAE.

**Tabela 7** - Caracterização das usinas e fornecedores dos sistemas de baixa adesão a tecnologias

	<b>Usinas</b>	<b>Fornecedores</b>
<b>Área</b>	Até 18.000 hectares	Até 50 hectares
<b>Status da terra</b>	Proprietário/arrendatários	Proprietários

Fonte: Elaborada pela autora.

#### b) Componente agrícola

Devido a mudanças na economia e/ou pragas que devastaram lavouras, como a citricultura no estado de São Paulo e Minas Gerais, muitos pequenos produtores migraram para o cultivo de cana-de-açúcar. Essas áreas de antigas pastagens ou mesmo citricultura são consideradas áreas novas e necessitam de preparo intenso do solo para produção.

Em propriedades e usinas pequenas o preparo do solo envolve técnicas convencionais como: gradagem pesada, sulcagem profunda e subsolagem (tabela 8).

**Tabela 8** - Atividades de preparo do solo, tipo de plantio e colheita utilizados em sistemas com baixa adesão a tecnologias.

<b>Usinas/Fornecedores</b>	
<b>Preparo do solo</b>	Convencional com controle de tráfego
<b>Tipo de plantio</b>	Manual/Semimecanizado
<b>Tipo de colheita</b>	Manual/Semimecanizada

Fonte: Elaborada pela autora.

A correção do solo é feita com calcário, adubos e leguminosas, quando há tempo hábil. A aplicação de insumos, por falta de análises adequadas do solo acontece de maneira desordenada e até desnecessária.

Técnicas de conservação do solo como o uso de terraceamento, para evitar a perda e os nutrientes por lixiviação, são bastante comuns. Dependendo da região o controle de tráfego e o pisoteamento é constante sendo necessário o uso de sulcagem intensa durante o preparo do solo para renovação das áreas comerciais, em áreas onde são feitos esclarecimentos aos produtores as práticas de cultivo mínimo e controle de tráfego estão sendo implantadas. O plantio é realizado manualmente com auxílio de tratores e os colmos são cortados diretamente nos sulcos.

No período de colheita, dependendo da região e das leis ambientais estaduais, este é realizado com auxílio de fogo quando o corte é manual e/ou com auxílio de colheitadeiras sem fogo – cana crua.

### **c) Material propagativo**

Com relação ao material utilizado por essas empresas, as mudas empregadas no plantio de novos campos, são provenientes de áreas de plantio comercial, pois o uso de variedades mais produtivas, pertencentes a empresas de melhoramento, é pouco comum devido ao custo.

Em visita realizada a Usina Malosso, situada no município de Itápolis, Estado de São Paulo, o gerente agrícola nos informou que devido ao pagamento de *royalties* usinas pequenas costumemente trabalham com variedades antigas e, conseqüentemente, de menor produtividade.

### **d) Manutenção da lavoura**

Com relação aos produtos fitossanitários estes ainda são usados em larga escala e em poucas propriedades são realizadas atividades de controle biológico, devido ao alto custo e necessidade de mão de obra especializada. O controle fitossanitário nos canaviais é realizado com controle biológico em casos específicos, com agrotóxicos e com técnicas preventivas como o *Roguing*<sup>9</sup>.

### 7.3.2 SISTEMAS DE MÉDIA ADESÃO A TECNOLOGIAS

#### a) Especificações gerais

Produtores de cana-de-açúcar que utilizam esse tipo de sistema possuem áreas que variam entre 50 a 1300 hectares de terra no caso dos fornecedores e de 18 mil a até 30 mil hectares, próprios ou arrendados no caso das usinas (tabela 9).

**Tabela 9** - Caracterização das usinas e fornecedores dos sistemas de média adesão tecnológica.

	<b>Usinas</b>	<b>Fornecedores</b>
<b>Área</b>	De 18 a 30 mil hectares	De 50 a 1300 hectares
<b>Status da terra</b>	Proprietário/arrendatários	Proprietários/arrendatários

Fonte: Elaborada pela autora.

#### b) Componente agrícola

O preparo do solo é feito convencionalmente com análise do solo, gradagem, aragem, subsolagem e sulcação. O preparo direto do solo é feito com incorporação e dessecação da matéria orgânica. São usadas técnicas de conservação do solo como terraceamento embutido e escoadouro com a construção de curvas de nível. O plantio pode ser realizado manual ou mecanicamente, enquanto a colheita é realizada mecanicamente, com emprego de fogo em algumas áreas da região Centro-Sul (tabela 14).

As colhedoras utilizadas possuem até duas linhas. Nesse tipo de sistema o tráfego de máquinas costuma ser feito com cautela para evitar pisoteamento.

<sup>9</sup> Roguing – técnica de examinar cuidadosamente as plantas no campo e em viveiros com o objetivo de eliminar a incidência de patógenos e evitar a mistura de variedades. É uma operação fundamental para a obtenção de viveiros saudáveis, pois prevê a eliminação de todas as plantas doentes (TOKESHI, 1997).

No sistema de médio aporte tecnológico as usinas e fornecedores realizam o mapa de variedades adequadas com a realidade do ambiente de produção e escolhem variedades de acordo com o tipo de solo e características regionais. Empresas que não realizam tais atividades podem sofrer com a falta de matéria-prima.

Além disso, uma atividade importante é o planejamento de uso de variedades, feito em alinhamento com as necessidades de produção da usina considerando variedades precoces, tardias e de inverno.

**Tabela 10** - Atividades de preparo do solo, tipo de plantio e colheita utilizados em subsistemas de média adesão tecnológica.

<b>Usinas/Fornecedor</b>	
<b>Preparo do solo</b>	Convencional com controle de tráfego
<b>Tipo de plantio</b>	Semimecanizado com controle de tráfego
<b>Tipo de colheita</b>	Mecanizada com uso de queima ou colheita de cana crua.

Fonte: Elaborada pela autora.

Nesse tipo de sistema, assim como em sistema de alta e altíssima adesão a tecnologias, o uso de vinhaça e torta de filtro é aplicado de acordo com as necessidades e tipo de solo.

### **c) Material propagativo**

Nesse tipo de sistema as mudas utilizadas podem ser de viveiros convencionais, sem cuidados fitossanitários, e/ou provenientes de áreas comerciais. As mudas utilizadas por esses produtores podem ser submetidas à avaliação fitossanitária, em laboratórios cadastrados, quando o produtor ou usina fazem parte de associações atuantes comprometidas em melhorar a sanidade dos canaviais.

## **7.3.3 SISTEMA COM ALTA ADESÃO A TECNOLOGIAS.**

### **a) Especificações gerais**

As empresas que apresentam alta adesão tecnológica normalmente são fornecedoras e/ou usinas com extensas áreas de plantio. Essas áreas estão localizadas em regiões de expansão que anteriormente utilizavam a pecuária como principal atividade agrícola.

Fornecedores que aplicam atividades de alta tecnologia possuem extensas áreas de cultivo (tabela 11).

**Tabela 11** - Caracterização das usinas e fornecedores dos subsistemas de alta tecnologia

	<b>Usinas</b>	<b>Fornecedores</b>
<b>Área</b>	Acima de 30 mil hectares	Entre 1300 e 5000 hectares
<b>Status da terra</b>	Proprietário/arrendatários	Proprietários/arrendatários

Fonte: Elaborada pela autora.

## **b) Componente agrícola**

Após a escolha das variedades inicia-se o preparo da área. Considerando o solo como item mais importante do sistema é comum trabalhar com técnicas de proteção, que diminuem a compactação e o trânsito de máquinas. Neste sistema, o uso de técnicas de plantio reduzido ou sistema conservacionista, que evitam a compactação do solo, tem sido muito propagado. Além disso, a preocupação com o ambiente de produção tem levado ao uso intenso de técnicas de Geoprocessamento, levantamento topográfico, diferentes técnicas de terraceamento (embutido ou invertido, de base larga ou em formato de canal) e o uso de colheitadeiras de alto rendimento. Nas fases de plantio e colheita são utilizados equipamentos mecanizáveis, mas a preocupação com a compactação dos solos tem motivado o uso de máquinas adaptadas que evitam o tráfego intenso (tabela 12).

**Tabela 12** - Atividades de preparo do solo, tipo de plantio e colheita em sistema de altíssima adesão tecnológica.

	<b>Usinas/Fornecedor</b>
<b>Preparo do solo</b>	Mecanizado com controle de tráfego
<b>Tipo de plantio</b>	Mecanizado com controle de tráfego
<b>Tipo de colheita</b>	Mecanizada/cana crua com controle de tráfego.
<b>Técnicas utilizadas</b>	Geoprocessamento para auxiliar na construção de terraços, plantio e colheita.

Fonte: Elaborada pela autora.

## **c) Material propagativo**

Devido ao grande capital envolvido empresas ou fazendas com alta adesão a tecnologias possuem maior facilidade de manter as atividades agrícolas de suas propriedades graças ao eficaz planejamento econômico. Sendo assim uma das primeiras etapas é a produção ou comercialização de mudas que serão utilizadas nas áreas de plantio.

Empresas com alta tecnologia possuem viveiros próprios, fiscalizados, com material de alto valor genético e mudas certificadas, que garantem ao produtor plantas com alto teor de açúcar ou de fibras, dependendo do destino final do produto, características definidas em relação à maturação e resistência a doenças.

As mudas utilizadas em áreas extensas são provenientes de tecnologias MPB (Mudas Pré-Brotadas) e/ou criadas em viveiros de mudas sadias, irrigadas do plantio à fase de multiplicação. O material usado passa por tratamento para eliminação de doenças, e são tratadas para que produzam plantas vigorosas que formem canaviais com menos falhas, mais produtivos e alta longevidade.

Com relação às variedades são consideradas as características do local, período de colheita e informações edafoclimáticas como tipo de solo, disponibilidade hídrica e regime de chuvas. De acordo com Cesnik (2004), os produtores são incentivados a plantar variedades com tempo de colheita diferente como precoces médias e tardias em uma mesma propriedade, assim haverá demanda de matéria-prima ao longo de todo ano.

### **7.3.4 SISTEMAS COM ALTÍSSIMA ADESÃO A TECNOLOGIAS (CENÁRIO FUTURO)**

#### **a) Especificações gerais**

Os sistemas com altíssimo aporte tecnológico estão sendo utilizados em algumas propriedades pioneiras que buscam a produção mais sustentável da cana-de-açúcar e por grandes usinas e grupos de usinas que são exportadoras de etanol ou açúcar que seguem critérios ambientais e ecológicos definidos por seus importadores.

O perfil das áreas normalmente varia de acordo com os investimentos, no entanto Greenfields (que são empresas que incipientes que constroem novas estruturas para produção de bens e serviços) com áreas acima de 30.000 hectares tem aplicado altíssima tecnologia.

#### **b) Componente agrícola**

Atividades de planejamento, plantio e colheita são realizados com cuidados e tecnologia necessária para evitar empobrecimento do solo, pisoteamento e perda de matéria-prima. No plantio as atividades de cultivo mínimo e plantio direto são aplicadas pois são consideradas técnicas sustentáveis.

### **c) Material propagativo**

Quanto ao material propagativo as variedades utilizadas são certificadas, produzidas em viveiros próprios e adaptadas às novas condições de espaçamento e colheita mecanizada, em muitas áreas são utilizadas mudas pré brotadas com intuito de aumentar a produção das lavouras.

#### **7.3.5 CARACTERIZAÇÃO DOS REPRESENTANTES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL DE ACORDO COM A TECNOLOGIA APLICADA.**

A divisão por adesão a tecnologia possibilita elucidar importantes questões dos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil, mas não é suficiente para retratar as particularidades de cada um deles. Devido à complexidade e diversidade desses sistemas WÜNSCH (1995) considera necessário compreender as inovações tecnológicas utilizadas por eles, para assim assimilar suas principais necessidades caso haja necessidade de propor políticas públicas para o setor.

A classificação dos grupos de produtores (fornecedores e usinas) envolvidos no setor foi baseada, entre outros pontos, no perfil de produção, na posse da terra, no tipo de tecnologia aplicada no preparo do solo, plantio e colheita da cana-de-açúcar e nas mudas utilizadas.

Para melhor representá-los e caracterizá-los foi necessário classificá-los em categoria por agentes de produção:

- 1) produtores artesanais;
- 2) fornecedores com baixa, média e alta adesão a tecnologia;
- 3) usinas com baixa, média e alta adesão a tecnologia e
- 4) grupos de usinas com altíssima adesão a tecnologia (cenário futuro).

##### **7.3.5.1 PRODUTORES ARTESANAIS**

Nesse tipo de sistema, os produtores são considerados representantes que empregam baixa tecnologia, pois as técnicas de preparo do solo utilizadas são rudimentares, como plantio e a colheita que são realizados manualmente.

**Baixa adesão a tecnologias**

- a) produtores familiares com área própria;
- b) realizam em suas propriedades o preparo do solo convencional com sistematização do terreno e atividades de terraceamento;
- c) utilizam técnicas agrícolas rudimentares;
- d) utilizam equipamentos adaptados de outras culturas para plantio de cana-de-açúcar;
- e) o sistema de plantio utilizado é o convencional;
- f) o plantio e a colheita são manuais ou semimecanizados;
- g) a quantidade de cana-de-açúcar produzida é suficiente apenas para produção de produtos manufaturados (cachaça e rapadura) e alimentação animal;
- h) as mudas utilizadas no plantio são de variedades crioulas próprias para produção dos manufaturados;
- i) esses produtores utilizam a rotação de cultura com leguminosas, com finalidade comercial para diversificação de produtos;
- j) esses produtores cumprem as leis ambientais estaduais;
- k) no caso de produtores de cachaça alguns adotam certificações próprias à produção;
- l) esses produtores requerem o financiamento agrícola destinado a pequenos produtores;
- m) as áreas mais representativas com produtores artesanais na região centro-sul são: Minas Gerais e Rio de Janeiro (VERDI, 2006).

Existem produtores de cachaça que empregam média e alta tecnologia em suas lavouras, porém o intuito deste trabalho não era considerar produtos manufaturados e sim açúcar e etanol, por isso estes produtores não foram considerados.

**7.3.5.2 FORNECEDORES**

Os fornecedores, neste estudo, foram divididos em três categorias: fornecedores de baixa, média e alta adesão a tecnologias.



### **a) Fornecedores com baixa adesão a tecnologias**

Fornecedores classificados como de baixa adesão tecnológica são considerados pequenos produtores de cana-de-açúcar e que destinam sua produção diretamente as indústrias. A grande maioria desses produtores estão presentes em regiões tradicionais de cultivo e devido ao tamanho das propriedades e, algumas vezes, a declividades dos terrenos as atividades de preparo, plantio e colheita são realizadas parte manualmente e parte mecanicamente com infraestrutura (máquinas e trabalhadores) das usinas as quais fornecem sua matéria-prima. Suas principais características são:

- a) empregam baixa tecnologia agrícola e utilizam maquinários adaptados de outras culturas;
- b) preparam convencionalmente o solo;
- c) utilizam terraceamento (embutido ou escoadouro) e realizam o levantamento topográfico das áreas de plantio;
- d) usam técnicas de conservação do solo;
- e) realizam o plantio manual e/ou semimecanizado;
- f) colhem a cana-de-açúcar manual ou de maneira semimecanizada com ou sem queima (de acordo com o estado);
- g) utilizam mudas provenientes de áreas comerciais sem cuidado fitossanitário;
- h) fazem a rotação de culturas com leguminosas ou outras espécies com fim comercial;
- i) em suas propriedades 100% da palha permanece no campo ou é queimada (de acordo com as normas ambientais estaduais);
- j) cumprem as legislações trabalhistas e ambientais;
- n) realizam o financiamento agrícola destinado a pequenos produtores;
- k) áreas representativas: São Paulo média de 81 hectares (BASTOS e MORAES, 2014), município de Piracicaba possui o maior número de pequenos fornecedores da região Centro-Sul (PEREZ et al.2006,).

### **b) Fornecedores com média adesão a tecnologias.**

Fornecedores elencados como de média tecnológica são produtores que possuem tecnologia suficiente para fornecer acima de 10.000 toneladas de matéria-prima para a indústria. Esses fornecedores produzem em áreas próprias ou arrendadas e a grande maioria utiliza

infraestrutura (máquinas e trabalhadores) das usinas as quais fornecem a matéria-prima. Suas principais características são:

- a) realizam análise física, química e biológica do solo anualmente, após o período de corte da cana, ou de acordo com as necessidades;
- b) preparam o solo de maneira convencional e plantio direto;
- c) utilizam técnicas de conservação do solo
- d) usam terraceamento (embutido ou escoadouro);
- e) utilizam o plantio semimecanizado;
- f) colhem suas lavouras com auxílio de técnicas semimecanizadas ou manuais (áreas com declividades acima de 12%) ou mecanizadas com e/ou sem queima (de acordo com o estado);
- g) empregam técnicas de mecanização de baixo impacto;
- h) utilizam mudas provenientes de áreas comerciais ou viveiros comerciais;
- i) fazem rotação de culturas com leguminosas ou outras espécies com fins comerciais;
- j) em suas áreas 100% da palha permanece no campo ou é queimada (de acordo com as normas ambientais estaduais);
- k) cumprem as legislações trabalhistas e ambientais;
- o) realizam o financiamento agrícola destinado a médios produtores. As áreas mais representativas com fornecedores de médio aporte tecnológico são: minas gerais, área média 225 hectares (ORPLANA, 2010) e Paraná, área média 235 hectares (SHIKIDA, et al., 2005).

### **c) Fornecedores com alta adesão a tecnologias**

Fornecedores que aderiram a alta tecnologia são aqueles que produzem grande quantidade de matéria-prima destinadas as usinas, em terras próprias ou arrendadas. Esse tipo de fornecedor diferente daqueles de baixa e média adesão tecnológica possuem infraestrutura, maquinário e tecnologia para produção própria da matéria-prima, a qual destina posteriormente as usinas. Esses grandes fornecedores:

- a) realizam análise física, química e biológica do solo anualmente ou de acordo com as necessidades;
- b) planejam as atividades agrícolas como plantio, colheita e ambiente de acordo com o ambiente de produção;
- c) realizam o levantamento topográfico nas áreas de plantio;

- d) utilizam técnicas de conservação do solo com estudo do ambiente de produção e aplicam o planejamento caso a caso;
- e) utilizam diferentes tipos de terraceamento (embutido, invertido, base larga, canal de captação de água) ou redução do número de terraços e introdução de TBL (terraço de base larga);
- f) utilizam o plantio mecanizado e plantio direto associado a técnicas de baixo impacto;
- g) a colheita é mecanizada sem queima, em áreas onde a declividade é acentuada empregam a colheita manual;
- h) utilizam mudas provenientes de áreas de viveiros saudáveis com cuidado fitossanitário;
- i) programação de introdução de novas variedades e plantio de mudas pré brotadas;
- j) utilizam a rotação de culturas com leguminosas ou outras espécies com fins comerciais (milho) ou para alimentação animal;
- k) empregam o controle biológico de pragas;
- l) monitoram o uso de compostos químicos nas lavouras;
- m) em algumas propriedades parte da palha é retirada do campo e vendida a usina para produção de bioeletricidade;
- n) cumprem as legislações trabalhistas e ambientais;
- o) utilizam o financiamento agrícola destinados a grandes produtores. Áreas mais representativas estão localizadas no estado de Goiás, área média 348 hectares, e Mato Grosso, área média 342 hectares (ORPLANA, 2010).

Existem algumas empresas de fornecedores que empregam altíssima tecnologia em seus campos, porém por serem poucas deverão ser tratadas posteriormente em outros estudos, já que as informações sobre eles ainda são escassas.

### **7.3.5.3 USINAS**

Nesse estudo elas foram divididas em usinas de baixa, média e alta adesão tecnológica. Usinas de altíssima tecnologia foram consideradas como grupos de usinas que são aquelas que envolvem mais de uma unidade processadora de matéria-prima.

### **a) Usinas com baixa adesão a tecnologias**

Usinas com baixa adesão a tecnologias são empresas normalmente familiares que produzem etanol e/ou açúcar.

- a) usinas familiares;
- b) realizam a análise dos solos quando necessário;
- c) utilizam técnicas convencionais de preparo do solo;
- d) realizam a correção do solo com produtos químicos e com leguminosas, com intuito de diversificar a produção e recuperar o solo;
- e) utilizam o plantio manual ou semimecanizado;
- f) a colheita é semimecanizada crua ou, dependendo do estado, queimada;
- g) as mudas utilizadas em áreas comerciais são provenientes de áreas de plantio comercial e sem cuidados fitossanitários;
- h) agrotóxicos são utilizados em larga escala e técnicas de controle biológico são empregadas;

Os principais representantes se encontram na região de Jaú.

### **b) Usinas com média adesão a tecnologias**

A adesão das usinas às tecnologias, nesse trabalho, se refere a capacidade de moagem da unidade industrial e a quantidade de tecnologia empregada tanto no campo quanto na indústria.

Usinas com média tecnologia:

- a) cultivam a cana-de-açúcar em terras próprias, arrendadas e parcerias;
- b) realizam análise física, química e biológica do solo anualmente;
- c) utilizam técnicas de preparo convencional do solo;
- d) realizam o plantio semimecanizado e manual;
- e) usam técnicas de terraceamento e técnicas de conservação do solo;
- f) realizam colheita manual com e sem queima em áreas com declividade acima de 12% e colheita mecanizada;
- g) utilizam mudas provenientes de áreas de comerciais ou de viveiros sem cuidado fitossanitário;
- h) empregam o controle biológico de pragas;
- i) em suas áreas parte da palha é retirada do campo e destinada a usina para produção de bioeletricidade;

- j) realizam a fertirrigação suplementar e complementar com vinhaça;
  - k) utilizam técnicas de rotação de culturas com leguminosas ou grãos com fim comercial;
  - l) utilizam produtos químicos de maneira pouco controlada;
  - m) cumprem as legislações trabalhistas e ambientais;
  - n) utilizam o financiamento agrícola destinado a médios e grandes produtores;
- As empresas mais representativas desse grupo encontram-se no estado de São Paulo.

### **c) Usinas com alta adesão a tecnologias**

Usinas com alta tecnologia são consideradas muito eficientes, pois moem até 3 milhões de toneladas de cana por safra, utilizam em suas lavouras técnicas onde procuram maximizar a produção e evitar o desperdício de matéria-prima. Usinas de alta eficiência apresentam as seguintes características:

- a) produzem em terras próprias, arrendadas e parcerias;
- b) estudam o ambiente de produção, realizam o levantamento topográfico, sistematização do terreno e técnicas de conservação do solo associadas a técnicas de georreferenciamento;
- c) planejam as atividades agrícolas de acordo com o ano safra;
- d) utilizam técnicas de terraceamento;
- e) realizam o controle de pisoteamento;
- f) utilizam técnicas conservacionistas no ambiente de produção;
- g) realizam análise física, química e biológica do solo;
- h) utilizam corretivos químicos no solo;
- i) utilizam técnicas de preparo convencional, mínimo e reduzido do solo;
- j) utilizam técnicas de cultivo mínimo, plantio direto e mecanizado associado ao baixo impacto;
- k) a colheita é totalmente mecanizada (exceto em áreas com declividades acentuada);
- l) usam técnicas de mecanização de baixo impacto;
- m) utilizam mudas com alto desempenho em cada ambiente de produção, adequadas a mecanização, variedades certificadas e com alto valor de ATR e biomassa;
- n) as mudas são provenientes de viveiros de mudas pré-brotadas, sadias e certificadas;

- o) utilizam a fertirrigação como salvamento e aplicação da vinhaça com intuito de corrigir áreas com deficiência em potássio;
- p) em suas propriedades parte da palha é retirada do campo e destinada a usina para produção de bioeletricidade;
- q) usam produtos químicos de maneira controlada;
- r) o controle de pragas é feito química e biologicamente;
- s) monitoram pragas e doenças;
- t) na indústria utilizam sistemas fechados para circulação da água, os processos de fermentação são mais eficientes, realizam o monitoramento das emissões de gases e buscam a melhoria na eficiência das caldeiras;
- u) geram bioeletricidade;
- v) cumprem com as legislações trabalhistas e ambientais;
- w) adotam certificações nacionais e internacionais;
- x) realizam altos financiamentos agrícolas.

Empresas que aderem a este tipo de tecnologia são encontradas em todos os estados da região Centro-Sul do Brasil.

#### **d) Usinas com altíssima adesão a tecnologias (cenário futuro)**

Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) (2015) atualmente as cinco maiores empresas do setor canavieiro são grupos que se concentram principalmente nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Muitos desses grupos de usinas foram formados graças às fusões e a entrada de grupos internacionais de investimento no setor após ao período de desregulamentação da indústria de etanol na década de 1990.

Assim alguns desses grupos e usinas classificadas como de altíssima adesão tecnológica empregam atividades de ponta tanto no campo como na indústria. Unidades industriais com altíssima tecnologia apresentam as seguintes características:

- a) cultivam a cana-de-açúcar em terras próprias, arrendadas e de parceiros;
- b) estudam o ambiente de produção;
- c) realizam atividades de planejamento da área: levantamento topográfico com auxílio de técnicas de georeferenciamento, para melhor definição dos talhões e sistematização da área, técnicas essenciais para maximizar a produção no campo;
- d) utilizam técnicas de conservação do solo com estudo do ambiente de produção e planejamento caso a caso;

- e) produzem mapas de variedades considerando as características edafoclimáticas regionais;
- f) usam técnicas de terraceamento de acordo com a tecnologia empregada;
- g) realizam o controle de tráfego e pisoteamento;
- h) realizam a análise física, química e biológica do solo;
- i) utilizam de corretivos químicos de acordo com as necessidades e tipo de solos;
- j) em áreas de expansão, a correção do solo, pode ser feita com leguminosas;
- k) utilizam técnicas de preparo convencional, reduzido e cultivo mínimo;
- l) utilizam técnicas de conservação do solo;
- m) utilizam técnicas de plantio direto e totalmente mecanizado, associados ao controle de tráfego no campo;
- n) realizam a colheita totalmente mecanizada associada as atividades de baixo impacto;
- o) utilizam técnicas de mecanização de baixo impacto;
- p) utilizam mudas de variedades de cana-de-açúcar com alto desempenho, específicas para cada ambiente de produção, adequadas a mecanização, certificadas e com alto teor de ATR e biomassa;
- q) utilizam a fertirrigação como salvamento em áreas novas de plantio e de rebrota com intuito de corrigir áreas com deficiência de potássio;
- r) possuem viveiro de mudas pré-brotadas, sadias e certificadas;
- s) utilizam variedades específicas para produção de biomassa, etanol e/ou açúcar;
- t) realizam o empacotamento da palha e de restos vegetais deixados no campo e direcionam para produção de bioeletricidade ou etanol de segunda geração;
- u) priorizam o controle biológico de pragas;
- v) na indústria – utilizam sistemas fechados para circulação da água, utilizam leveduras melhoradas nos processos de fermentação, monitoram as emissões de gases e possuem caldeiras de alta eficiência;
- w) de acordo com a necessidade adaptam sistemas e processos industriais para culturas energéticas;
- x) geram bioeletricidade para consumo próprio e exportação;
- y) cumprem as legislações trabalhistas e ambientais;

z) adotam sistemas de certificações nacionais e internacionais;

aa) realizam altos financiamentos agrícolas;

Empresas representativas que aderem a esse tipo de tecnologia são encontradas nos estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso.

A tabela 13 sintetiza todos os processos definidos, nesse trabalho, como importantes para caracterizar os sistemas de produção de cana-de-açúcar na região Centro Sul do Brasil.



**Tabela 13** - Grupos envolvidos na produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil, caracterizados de acordo com a adesão as tecnologias empregadas em seus sistemas produtivos.

<b>Adesão a tecnologia</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>Altíssima (Cenário futuro)</b>
<b>Produção Artesanal</b>	a) produtor familiar, produz em terra própria; b) utiliza terraços no campo para conservar o solo; c) prepara do solo convencional; d) plantio manual ou semimecanizado; e) colheita manual com e sem queima; f) mudas utilizadas são provenientes de áreas comerciais; g) realizam a rotação de culturas com e sem fins comerciais.	*Existem produtores de cachaça no estado de São Paulo que possuem de média a alta adesão a tecnologias tanto no campo quanto na indústria. No entanto, como o produto final, foco do trabalho, deveria ser açúcar e etanol esses sistemas de produção não foram considerados nesse trabalho.		

<b>Fornecedores</b>	<p>a) produzem em áreas próprias,  b) realizam levantamento topográfico;  c) executam terraços para conservação dos solos;  d) fazem análise química, física e biológica dos solos;  e) usam corretivos químicos sem controle;  f) preparo convencional do solo;  g) atividades de plantio e colheita são manual e/ou semimecanizadas com e sem queima (em áreas com declividade superior a 12%);  h) mudas de áreas comerciais;  i) fazem rotação de culturas;  k) utilizam produtos químicos para controle de pragas.</p>	<p>a) produzem em áreas próprias;  b) realizam levantamento topográfico;  c) executam terraços;  d) fazem análise física, química e biológica do solo;  e) usam corretivos químicos sem controle;  f) preparo do solo é convencional;  g) atividades de plantio e colheita são semimecanizado com e sem queima (em áreas com declividade superior a 12%) associadas ao controle de tráfego;  h) mudas são provenientes de áreas comerciais;  i) realizam a rotação de culturas;  k) utilizam produtos químicos de maneira controlada;  l) controlam o pisoteamento.</p>	<p>a) produzem em áreas próprias e arrendadas;  b) realizam o levantamento topográfico e estudam o ambiente de produção;  c) executam terraços para conservação dos solos;  d) realizam análise química, física e biológica dos solos;  e) usam corretivos químicos de maneira controlada;  f) utilizam técnicas convencionais de preparo do solo assim como plantio direto e de cultivo mínimo. Utilizam técnicas associadas ao planejamento conservacionista dos solos. Técnicas de georeferenciamento são utilizadas;  g) atividades de plantio e colheita são totalmente mecanizadas. A colheita</p>	<p>*Algumas empresas de fornecedores possuem altíssima tecnologia empregada em suas áreas de produção. Essas empresas estão presentes em alguns estados da região Centro-Sul, sua descrição está atrelada ao emprego de técnicas similares a alta adesão tecnológica. Entre os principais representantes podemos citar a Agrícola Rio Claro.</p>
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Adesão a tecnologia	Baixa	Média	Alta	Altíssima (Cenário futuro)
			<p>pode ser crua ou com queima (em áreas com declividade superior a 12%), ambas associadas ao controle de tráfego;</p> <p>h) mudas são provenientes de viveiros sadios com cuidado fitossanitário e uso de mudas pré brotadas;</p> <p>i) realizam a rotação de culturas com fins comerciais ou para alimentação animal;</p> <p>j) usam produtos químicos de maneira controlada e empregam o controle biológico como alternativa para controle de pragas;</p> <p>k) em algumas propriedades parte da palha é retirada e destinada a produção de bioeletricidade;</p> <p>l) controlam o pisoteamento e utilizam técnicas de mecanização de baixo impacto.</p>	
Adesão a tecnologia	Baixa	Média	Alta	Altíssima (Cenário futuro)

<p><b>Usinas e grupos de usinas</b></p> <p>a) produzem em áreas próprias, arrendadas e de parceiros;  b) realizam levantamento topográfico;  c) executam terraços para conservação do solo;  d) realizam análise química, física e biológica dos solos;  e) preparam o solo convencionalmente;  f) usam corretivos e produtos químicos sem controle;  g) atividades de plantio e colheita são semimecanizadas com/sem queima (em áreas com declividade superior a 12%); h) mudas são provenientes de áreas comerciais;  i) utilizam fertirrigação suplementar e complementar;  j) realizam a rotação de culturas com fins comerciais;  k) não retiram a palha do campo.</p> <p><input type="checkbox"/> Na indústria  l) caldeiras antigas, monitoram a emissão de gases.</p>	<p>a) produzem em terras próprias, arrendadas e de parceiros;  b) realizam o levantamento topográfico;  c) utilizam terraços para conservação dos solos;  d) realizam análise química, física e biológica dos solos;  e) utilizam técnicas de preparo convencional do solo;  f) usam corretivos químicos sem controle;  g) atividades de plantio são semimecanizadas, plantio direto e mecanizada. A colheita pode ser mecânica ou manual com/sem queima (em áreas com declividade superior a 12%);  h) utilizam mudas provenientes de áreas comerciais com e sem controle fitossanitário;  i) utilizam fertirrigação suplementar e complementar;  j) realizam a rotação de culturas com fins comerciais;  k) não retiram a palha do campo;  l) utilizam produtos químicos de maneira controlada e empregam o controle biológico de pragas;</p> <p><input type="checkbox"/> Na indústria  m) introdução de sistemas fechados de circulação de água e monitoramento das emissões de gases.</p>	<p>a) terras próprias, arrendadas e parcerias;  b) realizam atividades de planejamento da área: estudo do ambiente de produção; levantamento topográfico com auxílio de técnicas de georeferenciamento;  c) terraços para conservação dos solos;  d) análise química e física dos solos;  e) utilizam técnicas de preparo do solo convencional, mínimo e reduzido. Estudam o ambiente de produção, realizam levantamento topográfico, sistematização do terreno e técnicas de conservação do solo e controle de pisoteamento;  f) usam corretivos químicos quando necessário e em quantidade controlada;  g) plantio pode ser direto e mecanizado. A colheita é totalmente mecanizada (exceto em áreas com declividade superior a 12%) associadas a mecanização de baixo impacto;  h) mudas são provenientes de viveiros com controle fitossanitário. As variedades utilizadas apresentam alto desempenho em cada ambiente de produção, adequadas a mecanização, certificadas e com alto valor de ATR e biomassa. Empregam</p>	<p>a) terras, próprias, arrendadas e de parceiros;  b) realizam planejamento da área e planejamento conservacionista. Estudam o ambiente de produção e realizam o levantamento topográfico com auxílio de técnicas de georeferenciamento; c) utilizam terraços;  d) realizam análise química e física dos solos. O uso de corretivos de acordo com as necessidades dos solos;  e) Preparo mínimo e reduzido do solo. As técnicas de conservação do solo com estudo do ambiente de produção e planejamento caso a caso associadas ao controle do pisoteamento.  f) usam corretivos químicos quando necessário e em quantidade controlada;  g) plantio direto e mecanizado, associado ao controle de tráfego. A colheita é totalmente mecanizada (exceto em áreas com declividade acima de 12%), ambas associadas a mecanização de baixo impacto;  h) as mudas utilizadas são provenientes de viveiros de mudas pré brotadas, sadias e certificadas. São usadas mudas com alto desempenho, específicas para cada ambiente de produção e adequadas a mecanização. São usadas variedades com alto valor</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

mapas, das áreas de produção,  
considerando as  
características edafoclimáticas;  
i) utilizam a fertirrigação como  
salvamento e suplementar;

---

Adesão a tecnologia	Baixa	Média	Alta	Altíssima (Cenário futuro)
	n) troca de caldeiras para aumentar a eficiência.	<p>j) realizam a rotação de culturas;</p> <p>k) retiram parte da palha do campo que é destinada a produção de bioeletricidade;</p> <p>l) utilizam produtos químicos de maneira controlada e empregam técnicas de controle biológico de pragas;</p> <p>□ Na indústria</p> <p>m) introdução de sistemas fechados de circulação de água e monitoramento das emissões de gases.</p> <p>n) troca de caldeiras para aumentar a eficiência.</p>	<p>de ATR e biomassa. Nas áreas de plantio são compostos mapas de variedades considerando características edafoclimáticas. As variedades são específicas para produção de biomassa, etanol e/ou açúcar;</p> <p>i) a fertirrigação é usada para salvamento e suplementar;</p> <p>j) realizam a rotação de culturas com e sem fins lucrativos;</p> <p>k) a palha e os restos vegetais são recolhidos do campo direcionados a produção de bioeletricidade ou etanol de segunda geração;</p> <p>l) usam produtos químicos de maneira controlada e priorizam o controle biológico;</p>	<p>□ Na indústria</p> <p>m) introdução de sistemas fechados de circulação de água e monitoramento das emissões de gases.</p> <p>n) trocam caldeiras, ou implantam nas novas unidades industriais caldeiras de alta eficiência, para aumentar a produção de etanol.</p>

### **7.3.6 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES QUE PODEM SER CONSIDERADAS EM UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR SUSTENTÁVEL**

Baseados nos estudos de caracterização realizados neste trabalho, nas informações coletadas em reuniões com especialistas do setor, congressos e material bibliográfico estudado foi possível considerar algumas informações úteis que devem ser consideradas em sistemas de produção sustentáveis de cana-de-açúcar, entre elas:

1. cumprir as legislações trabalhistas de maneira que haja manutenção do sistema político-social vigente e respeito as associações sindicais e patronais;
2. ser atuante com relação ao papel social na região onde estão inseridas, promovendo a alfabetização e aperfeiçoamento dos funcionários e melhorando a qualidade de vida local;
3. manter, recuperar e preservar matas ciliares e áreas de proteção permanente;
4. preservar dos recursos d'água disponíveis;
5. diminuir a quantidade de água no processo industrial da empresa;
6. fazer uso eficiente da fertirrigação e torta de filtro para adubação;
7. fazer uso de adubação orgânica nos períodos de reforma dos canaviais associado ao plantio de culturas alimentícias, reduzindo o risco e preocupação sobre a produção de alimentos;
8. usar técnicas de plantio como cultivo mínimo e plantio direto em substituição as atividades pesadas que envolvam revolvimento excessivo do solo;
9. fazer uso de variedades sadias e adequadas as características edafoclimáticas regionais;
10. empresas de melhoramento de variedades devem disponibilizar mudas sadias e certificadas;
11. plantio em áreas aptas de acordo com o zoneamento agroecológico da cana;
12. plantio em áreas com declividade inferior a 12%;
13. métodos de colheita que minimizem a compactação do solo e reduzam a perda de matéria-prima no campo;
14. evitar a emissão de gases de efeito estufa através do uso de filtros nas chaminés;
15. garantia, por lei, da subsistência dos pequenos, médios e grandes proprietários;
16. evitar a entrada de grandes latifundiários internacionais;
17. usar palha, restos vegetais e bagaço para produção de energia;

18. promover a comercialização de energia para empresas de outros setores e comunidade local;
19. incentivar a substituição gradativa de motores a diesel para outros menos poluentes como o biodiesel e
20. compartilhar conhecimentos científicos e tecnológicos.

Assim, de posse destes compromissos será possível produzir etanol, açúcar e energia sem agredir o meio ambiente, dar qualidade de vida aos trabalhadores envolvidos, contribuir positivamente para a diminuição de recursos hídricos e a emissão de poluentes, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura brasileira.

### **III – TERCEIRA SEÇÃO**

#### **7.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE FORMULADOS PARA OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL**

Para a formulação de indicadores foi realizada uma extensa e minuciosa análise da literatura especializada relacionada à sustentabilidade da cana-de-açúcar. Devido às discordâncias em relação ao tema sustentabilidade, muitas pesquisas não consideram o tema, mas sim um ou alguns dos seus pilares, assim optou-se por fazer um levantamento considerando todas as informações disponíveis em relatórios e estudos sobre o setor em geral.

Partindo de uma proposta inicial com 90 indicadores (anexo 8) foi mencionada, pela equipe, a necessidade de desdobrar alguns desses indicadores para melhor avaliação do sistema e evitar ambiguidade ou duplicidade de informações. Conforme Prescott-Allen (1999) no campo da sustentabilidade para obter consenso, muitas vezes um número maior é necessário para retratar o sistema. Assim após novas rodadas para definição, combinação, reestruturação, descrição, refinamento e direcionamento ao contexto da sustentabilidade foram estabelecidos novos 56 indicadores (anexo 9).

Esses 60 indicadores foram apresentados ao grupo de especialistas do projeto que ao final selecionaram e estabeleceram, em reuniões, 56 indicadores, que de acordo com a validação eram coerentes e pertinentes para posterior avaliação dos especialistas do setor na rodada remota. Esses 56 indicadores finais foram divididos por dimensão, sendo 20 indicadores na área ambiental, 8 indicadores da área social e 28 indicadores da área ambiental.



A medida utilizada para combinação desses indicadores nas dimensões social, econômica e ambiental, foram atributos pertinentes a cada um desses sistemas. Atributos são as características relevantes do sistema (DEPONTI, ECKERT e AZAMBUJA, 2002), como solo, água, atmosfera, colheita, leis, etc. Neste trabalho os atributos foram selecionados a partir da definição da caracterização do sistema e em seguida separados em categorias. A hierarquização em conceitos complexos assegura que os indicadores sejam retratados de maneira adequada e coerente em cada um dos sistemas, o que possibilita verificar com maior segurança sua abrangência e importância (PRESCOTT-ALLEN, 1999).

Abaixo estão detalhados os 56 indicadores enviados para validação aos especialistas do setor. Inicialmente são apresentados os indicadores econômicos, posteriormente os sociais e por fim os ambientais. Aos indicadores foram conferidos limiares, sim e não, que equivalem aos valores +1 e -1, caso posteriormente esses indicadores sejam empregados em algum método para avaliar a sustentabilidade esses limiares podem ser considerados.

Para validação dos especialistas os indicadores econômicos, assim como os indicadores das demais dimensões, foram apresentados no formato de 20 questões (anexo 11), que consideravam sua relevância ou não para a sustentabilidade do setor canavieiro. No anexo 11 são apresentadas as telas iniciais de cada uma das dimensões.

## **7.4.1 APRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DETALHADA DOS INDICADORES DA SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA-DEAÇÚCAR**

### **7.4.1.1 DIMENSÃO ECONÔMICA**

Esta primeira dimensão tem sido a mais almejada por empresas que procuram obter resultados através de vantagem competitiva, redução de custos e qualidade dos produtos (CORAL, 2002).

Dos 56 indicadores formulados, 20 deles pertenciam à dimensão. Esses 20 indicadores econômicos foram agrupados em seis atributos:

- a) Unidade Industrial – que diz respeito à infraestrutura e tecnologia empregada na empresa;
- b) Custos – relacionado aos custos de produção da empresa com o transporte de matéria;
- c) Energia – relacionada a produção, consumo e exportação da bioeletricidade;

- d) Produtividade – este atributo está relacionado a melhorias no campo, que tem como intuito aumentar a produtividade das lavouras;
- e) Subprodutos – diz respeito à utilização do bagaço, palha e restos vegetais que são destinados a produção de outros bens, entre eles a bioeletricidade e o etanol de segunda geração;
- f) Investimentos – nesse atributo são considerados os investimentos realizados pela empresa, tanto na área agrícola como industrial, para melhorar a eficiência produtiva da empresa.

A tabela 14 apresenta os indicadores formulados, separados por atributos e com seus respectivos limiares, que foram encaminhados aos especialistas do setor, para validação *on-line* com intuito de avaliar a dimensão econômica da sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

**Tabela 14** - Dimensão econômica, proposta para validação aos especialistas do setor, dividida em atributos, indicadores e seus limiares de sustentabilidade

<b>Indicador</b>	<b>Limiar</b>
<b>a) Atributo Unidade Industrial</b>	
Infraestrutura disponível para produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração. <sup>1</sup>	Sim (+1) Não (-1)
Utiliza ou investe em leveduras mais resistentes para melhor eficiência na produção de etanol. <sup>2</sup>	Sim (+1) Não (-1)
<b>b) Atributo Custos</b>	
Otimização do transporte da cana para a indústria	Sim (+1) Não (-1)
Ter estoques de combustível de modo a regular oferta/demanda do etanol e preços (estoques reguladores)	Sim (+1) Não (-1)
Relação entre investimento de máquinas versus produção de cana e retorno do imobilizado	Positivo (+1) Negativo (-1)
<b>c) Atributo Energia</b>	
Substituição gradativa do uso de diesel por combustível renovável na frota	Sim (+1) Não (-1)
Produção de bioeletricidade para consumo próprio e exportação	Não supre a própria demanda ou esta é parcial (-1) Supre totalmente a própria demanda (0) Supre totalmente e comercializa o excedente (+1)
Plano de substituição das caldeiras antigas por caldeiras mais eficientes para cogeração de energia <sup>8</sup>	Sim (+1) Não (-1)

<b>Indicador</b>	<b>Limiar</b>
<b>d) Atributo Produtividade</b>	
Planejamento de safra	Sim (+1) Não (-1)
Planejamento agrícola observando as técnicas de manejo e épocas de plantio e colheita. <b>10</b>	Sim (+1) Não (-1)
Plano de expansão da produção via melhoria da produtividade	Sim (+1) Não (-1)
Produtividade de cana por hectare	Maior que 85 ton/ha = +2 85 ton/ha= +1 81-75 ton/ha= 0 74-64 ton/ha= -1 Menor que 64 ton/ha= -2
Índice de ATR (açúcares totais recuperáveis) por tonelada de cana.	130 a 139 kg (0) 140 a 145 kg (+1)
Compartilhamento dos riscos de produção entre fornecedores e usina.	Sim (+1) Não (-1)
Reforma e/ou rotação de cultura para a próxima safra.	Sim (+1) Não (-1)
Planejamento logístico da cana do campo para a usina	Sim (+1) Não (-1)
Avaliação da produção (etanol/açúcar/bioeletricidade) com base na decisão de mercado e/ou preços	Sim (+1) Não (-1)
<b>e) Atributo Subprodutos</b>	
Uso de torta de filtro em substituição parcial a adubação mineral	Sim (+1) Não (-1)
Uso da vinhaça para fertirrigação (em substituição parcial a adubação mineral)	Uso total = +1 Uso parcial= 0 Não usa = -1
<b>f) Atributo Investimentos</b>	
Investimentos em novas tecnologias e processos industriais que favoreçam uma produção mais limpa e sustentável	Sim (+1) Não (-1)

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 7.4.1.2 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES ECONÔMICOS

Em seguida apresentamos as descrições de cada um dos indicadores econômicos, suas justificativas e limiares como propostas para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil que foram encaminhadas aos especialistas do setor para validação online.

### **a) Atributo Unidade Industrial**

#### **Indicador 1: Infraestrutura disponível para produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração**

**Descrição do indicador:** Segundo Cardoso (2013) combustíveis de segunda geração envolvem mudança na bioconversão e uso de todas as formas de biomassa lignocelulósica enquanto os combustíveis de terceira geração são baseados em avanços feitos na produção de biomassa. Tais inovações somente se tornaram possíveis a partir do desenvolvimento de técnicas biotecnológicas (CARDOSO, 2013). Porém para fazer uso destas tecnologias é preciso planejar a escala, tamanho e viabilização da produção, considerando o destino da palha e do bagaço da cana que são os principais subprodutos utilizados.

Apesar da importância em gerar combustíveis de segunda e terceira geração ainda existem poucos investimentos na área. De acordo com dados da Nova Cana (2015) no mundo apenas 8 usinas produzem álcool celulósico, 2 estão em construção, 15 em planejamento e 2 paradas. O pequeno número de empresas no setor mostra que apesar dos investimentos e estudos realizados até o momento, ainda é necessário melhorar a qualidade das leveduras usadas e aperfeiçoar os métodos de produção de etanol.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 2: Utiliza ou investe em leveduras mais resistentes para melhor eficiência na produção de etanol**

**Descrição do indicador:** Estratégias tecnológicas para aumentar a eficiência da produção de etanol têm sido usadas na agroindústria sucroalcooleira do Centro-Sul. Entre os produtos mais estudados e trabalhados estão às leveduras. As principais linhagens industriais selecionadas com características de persistência nas fermentações, dominância e produção de pouca espuma, são: PE2, CAT1, FT 858L, BG1 e SA1 (AMORIM e LOPES, 2013). De acordo com os autores o uso de cada linhagem depende das necessidades e interesses do mercado consumidor por isso algumas unidades industriais realizam a seleção de leveduras dirigidas para a obtenção de leveduras mais adaptadas as condições e características de cada processo industrial. Além disso, essas linhagens normalmente são mais competitivas e reduzem as chances da presença de leveduras contaminantes. Dessa maneira este indicador informa se existe investimento de pesquisa em leveduras mais resistentes e competitivas e que atendem as necessidades do setor.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

## **b) Atributo Custos**

### **Indicador 3: Otimização do transporte da cana para a indústria**

**Descrição do indicador:** A eficiência logística nas etapas operacionais de corte, carregamento, transporte e operações de recepção da cana são fundamentais para aumentar a capacidade de produção da usina (IANNONI e MORABITO, 2002). Além disso, segundo os autores, a customização do frete, cumprimento dos prazos de entrega dos produtos, economia com pedágios, renovação da frota podem contribuir com as questões ligadas a sustentabilidade levando em conta o menor consumo de combustíveis fósseis, a baixa liberação de poluentes atmosféricos e a menor compactação do solo.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1).

### **Indicador 4: Ter estoques de combustível de modo à regular oferta/demanda do etanol e preços (estoques reguladores)**

**Descrição do indicador:** Estoques reguladores, ou de segurança, têm como propósito compensar as incertezas no processo de fornecimento de bens (SLACK et al., 1997). Para o autor eles protegem contra o excesso de demanda sobre as quantidades projetadas e o tempo de espera no ciclo de atividades, cobrindo variações na demanda e fornecimento durante o intervalo de reabastecimento. Com isso, evitam choques de oferta, aumento excessivo nos preços de combustíveis e auxiliam durante os períodos de entressafra. Além disso, estoques reguladores visam a estabilidade de preços ao longo de um ano-safra (BACCHI, 2006). De acordo com o autor a sazonalidade de preços no setor canavieiro é resultado da ausência de políticas que se ajustem entre oferta e demanda.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

### **Indicador 5: Relação entre investimento de máquinas versus produção de cana e retorno do imobilizado**

**Descrição do indicador:** Segundo a Lei nº 11.638/2007 ativos imobilizados são bens corpóreos destinados à manutenção de atividades de uma companhia ou empresa. Esses bens são usados para a produção ou fornecimento de mercadorias e/ou serviços (CPC 27, 2009), no setor canavieiro estes ativos equivalem aos maquinários agrícolas.

Entre os anos de 2005 e 2011 o setor sucroalcooleiro cresceu impulsionado pelas vendas de veículos *flex*. Neste período as usinas optaram pelo desenvolvimento tecnológico investindo em colheitadeiras, caminhões e máquinas agrícolas como forma de melhorar os

processos produtivos. No entanto é necessário avaliar se com o aumento de capital houve acréscimo na produção de matéria-prima que justifiquem tais investimentos.

**Limiar de sustentabilidade:** positivo(+1)/Negativo (-1)

### **c) Atributo Energia**

#### **Indicador 6: Substituição gradativa do uso de diesel por combustível renovável na frota**

**Descrição do indicador:** De acordo com Motta (2011) a cada litro de etanol produzido são emitidos 359 gramas de CO<sub>2</sub>, sendo que destes 65 gramas são resultantes da queima do diesel pelas máquinas agrícolas. Conforme estudos, existe viabilidade econômica na substituição desses combustíveis em toda cadeia agrícola, sendo necessário apenas mudanças nos motores (SILVA; VERÇOZA E BUENO, 2013). De acordo com a UNICA (2010) além de possível essa substituição impulsionaria o consumo de etanol, tornando esta cadeia de produção ainda mais sustentável.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 7: Produção de bioeletricidade para consumo próprio e exportação**

**Descrição do indicador:** A dependência de fontes de energia não renovável pode ser considerada insustentável em longo prazo (UNICA, 2010; IBGE, 2012). Por isso alterações no padrão e na composição da matriz energética mundial são necessárias para promover o desenvolvimento socioeconômico dos países, em vias de desenvolvimento, e ao mesmo tempo mitigar as alterações climáticas (CASTRO, N. J.; DANTAS, G. A.; BRANDÃO, 2011). De acordo com a ANEEL (2008) a biomassa é uma das fontes de energia com maior potencial de crescimento entre as fontes alternativas de bioenergia. Dessa forma, o uso do bagaço de cana-de-açúcar, mais especificamente a biomassa residual do processo de produção, pode ser utilizada para a geração de eletricidade destinada ao consumo da própria unidade e/ou comercialização do excedente às companhias do setor elétrico. Por isso o objetivo deste indicador é analisar se existe produção, se esta é somente para o consumo ou se há exportação para as companhias de abastecimento.

**Limiar de sustentabilidade:** Não supre a própria demanda ou esta é parcial; supre totalmente a própria demanda; supre totalmente e comercializa o excedente.

**Indicador 8: Plano de substituição das caldeiras antigas por caldeiras mais eficientes para cogeração de energia**

**Descrição do indicador:** A cana moída gera o caldo, que é destinado a produção de açúcar e etanol; o bagaço por sua vez é conduzido às caldeiras onde será queimado para produzir energia elétrica e mecânica. Estas etapas são essenciais para a produção dos derivados da cana, no entanto se nela forem utilizadas caldeiras de baixa potência tecnológica, a matéria-prima estará sendo subutilizada.

Segundo informações da UNICA (2013) caldeiras antigas são menos eficientes e devem ser trocadas por caldeiras novas e modernas que geram maior quantidade de vapor com o mesmo volume de combustível, ou seja, quanto melhor a qualidade dos equipamentos, em termos de resistência e vapor obtido, maior a quantidade de energia retirada da matéria-prima (CONAB, 2011).

Dados apresentados pela CONAB (2011) mostram que a quantidade média de energia produzida por tonelada de bagaço queimado em equipamentos eficientes gira em torno de 188,2 quilowatts, enquanto em unidades com equipamentos tradicionais de baixa capacidade a média está em 85,8 quilowatts. Além disso, o uso de restos vegetais aumentaria em 50% o volume de combustível disponível e em 80% a quantidade de energia que poderia ser gerada pelas usinas (CONAB, 2011). Por isso a finalidade deste indicador é avaliar se existe um plano de substituição das caldeiras antigas por caldeiras mais eficientes com a finalidade de cogeração de energia.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**d) Atributo Produtividade****Indicador 9: Planejamento de safra**

**Descrição do indicador:** O planejamento de safra ou plano de safra envolve as políticas agrícolas, os programas de crédito, financiamento rural e assistência técnica oferecidos pelo governo federal para estimular a produção de cana durante a safra em curso. Este tipo de planejamento define quais variedades e como estas serão plantadas nas áreas de lavoura durante os próximos 4 anos.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 10: Planejamento agrícola observando as técnicas de manejo e épocas de plantio e colheita**

**Descrição do indicador:** No planejamento agrícola são analisadas desde as técnicas de conservação, limpeza e preparo dos solos, insumos, maquinários, serviços, variedades, tipo de solo e delineamento do plantio e colheita (VITTI e MAZZA, 2002). A elaboração e implementação do planejamento agrícola depende da disponibilidade dos recursos naturais, do mercado consumidor/comprador, da perecibilidade e maturação dos produtos e do ciclo de desenvolvimento das plantas (VILCKAS, 2004).

Atualmente a modelagem digital, tem permitido observar as variações topográficas das áreas de plantio, e a geoestatística, que possibilita realizar o planejamento de cultivo a partir da separação de ambientes, adequação de práticas de adubação e alocação de variedades adaptadas a diferentes tipos de solos, são tecnologias usadas para auxiliar neste tipo de planejamento (CAMPOS, 2009).

Devido a importância desta etapa muitos agricultores, médios ou grandes, tem realizado o planejamento agrícola visando minimizar os custos de produção e maximizar os rendimentos da colheita (CAMPOS, 2009).

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 11: Plano de expansão da produção priorizando a melhoria da produtividade**

**Descrição do indicador:** Um plano de expansão busca o aumento da produtividade com auxílio de pesquisa e inovação priorizando a infraestrutura, além de aumentar a renda dos produtores. No caso da cana-de-açúcar esta demanda foi impulsionada pelo acréscimo no consumo de biocombustíveis, açúcar e energia elétrica. Assim este indicador tem como função avaliar um plano de expansão priorizando o aumento da produtividade do setor é importante para avaliar a sustentabilidade do setor.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 12: Produtividade de cana por hectare**

**Descrição do indicador:** Altos rendimentos de variedades de cana são obtidos quando usadas variedades específicas para cada tipo de solo, recomendadas pelas empresas de melhoramento, com controle eficiente de pragas e doenças, em ambientes com condições hídricas favoráveis, irrigação de salvamento e suplementar, quando necessário, quantidade de nutrientes não limitantes e incidência solar (WACLAWOVSKY et al., 2010). No Brasil



o rendimento médio da cana-de-açúcar passou de 45 toneladas por hectare em 1975 para 75 a 80 t/ha na década passada (UNICA, 2010). No entanto, esse crescimento não foi uniforme e em alguns períodos houve decréscimo e estagnação, fatores que podem ser atribuídos a defasagem tecnológica e condições climáticas. De acordo com Waclawovsky et al. (2010) no Brasil o rendimento teórico máximo em áreas com alta incidência solar poderia atingir 381 t/ha/ano se fossem utilizadas variedades adequadas em cada tipo de solo e se fossem consideradas as condições para seu desenvolvimento.

**Limiar de sustentabilidade:** acima de 85 = +2//85 ton/ha = +1//81-75 ton/ha = 0//74-64 = 1//abaixo de 64 = -2

### **Indicador 13: Índice de ATR (açúcares totais recuperáveis) por tonelada de cana**

**Descrição do indicador:** O ATR equivale a quantidade de matéria-prima solúvel que pode ser transformada em sacarose no caldo de cana. No Brasil, após a política de preços controlados pelo governo federal, baseados em experiências internacionais os produtores e usineiros brasileiros passaram a utilizar um modelo de remuneração baseado no ATR (UNICA, 2014). Esse modelo foi instituído inicialmente pela CONSECANA (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de S. Paulo) que é a responsável pelo modelo de gestão do setor paulista, atualmente as associações dos estados do Centro-Sul são responsáveis pelo cálculo de acordo com as normas regionais.

A base de cálculo é regida pela seguinte equação:  $ATR =$

$10 \times PC \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times ARC \times 0,905$  ou,  $ATR$

$= 9,5263 \times PC + 9,05 \times ARC$ , onde:

$10 \times PC$  = pol por tonelada de cana

1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores;

0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5% (nove e meio por cento);

$10 \times ARC$  = açúcares redutores por tonelada de cana (CONSECANA, 2006).

De acordo com a CONAB (2014) a média de ATR no Centro-Sul durante a safra 2013/14 foi de 134,4 kg/t de cana-de-açúcar e para a safra 2014/2015 o valor está estimado em 136,3 kg/t de cana-de-açúcar.

**Limiar de sustentabilidade:** 130 a 139 kg = 0 /140 a 145 kg = +1

### **Indicador 14: Compartilhamento dos riscos de produção entre fornecedores e usina**

**Descrição do indicador:** O Decreto Lei nº 3.855, de 1941, denominado Estatuto da

Lavoura Canavieira (ELC) determinava que os proprietários ou donos de usinas fossem obrigados a receber até 40% do total de cana que processavam de fornecedores (DECRETO-LEI Nº. 3855, DE 21 DE NOVEMBRO DE 1941). E conforme Baccarin et al. (2005) esse estatuto vigora até hoje. Porém com a desregulamentação da agroindústria houve a saída dos institutos reguladores e os contratos passaram a ser realizados entre as partes interessadas, usina – fornecedor (GUEDES; TERCI e PERES, 2007).

Contratos realizados entre partes interessadas são chamados contratos plurais, e apresentam benefícios para ambas as partes. No caso da usina esse tipo de parceria faz com que haja controle total sobre os resultados e baixo risco, graças ao planejamento garantido que reduz a sua vulnerabilidade. Por outro lado, para o fornecedor há benefícios com relação ao custo de plantio e manutenção dos canaviais, realizados pelas usinas, já que estas muitas vezes não possuem maquinários eficientes para realizar as atividades (FELTRE e PAULILLO, 2013). Com relação aos pontos negativos, de acordo com os autores, é necessário que a usina tenha infraestrutura e pessoal qualificado para realizar todas as atividades, além de arcar com os custos e riscos das atividades.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1).

#### **Indicador 15: Reforma e/ou rotação de cultura para a próxima safra**

**Descrição do indicador:** A rotação de cultura após um ciclo de plantio de cana apresenta vantagens econômicas, vantagens ambientais e sociais (MONTEIRO e FERREIRA, 1986; RODRIGUES, 1987). Cultivos usados nesse período auxiliam na recuperação e hidrogenação dos solos com propósito comercial.

As vantagens de utilizar a rotação de culturas associada ao plantio de cana, de acordo com Alleoni e Beauclair (1995), é que ela auxilia no aumento da produtividade do canavial, como no caso do amendoim que é resistente a nematoides e eficientes no controle da tiririca, em alguns tipos de solos. Assim esse indicador busca reconhecer se usinas e fornecedores utilizam esse recurso nas áreas de reforma.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 16: Planejamento logístico da cana do campo para a usina**

**Descrição do indicador:** Com o aumento da competitividade e crescimento do setor canavieiro muitas empresas passaram a implantar melhorias, equipamentos e recursos que beneficiem o planejamento, controle (YAMADA, 1999) e eficiência operacional das unidades industriais (IANNONI e MORABITO, 2002). Quanto ao carregamento da cana e

o transporte até a usina estes devem acontecer simultaneamente para que não haja degradação da matéria-prima e conseqüente aumento nos custos de produção. No CentroSul 47% das usinas, na safra 2011/2012, percorriam até 20 km do ponto de colheita até a usina, outras 35% percorriam entre 20 e 40 km e 18% rodavam acima de 40 km (CONAB, 2013). Dessa forma o objetivo desse indicador é avaliar se existe planejamento logístico do transporte da cana do campo até a indústria na região Centro-Sul do Brasil.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 17: Avaliação da produção (etanol/açúcar/bioeletricidade) com base na decisão de mercado e/ou preços**

**Descrição do indicador:** Por ser um dos líderes mundiais na produção de açúcar e etanol ao Brasil cabe a tarefa de manter os preços dos produtos, no mercado mundial, para evitar crises e desorganização da produção (CONAB, 2013). Na safra 2015/2016 é provável que a maior participação seja de etanol, devido aos baixos preços do açúcar no mercado mundial, e ao aumento na mistura com a gasolina (REVISTA CANAVIEIROS, 2015)

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**e) Atributo Subprodutos**

**Indicador 18: Uso de torta de filtro em substituição parcial a adubação mineral**

**Descrição do indicador:** O aproveitamento de resíduos da indústria sucroalcooleira é uma prática muito comum em todo território brasileiro. Entre os principais produtos utilizados está a torta de filtro, produto orgânico composto pela mistura do bagaço moído com lodo de decantação, que possui em sua composição matéria orgânica, fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio, magnésio e micronutrientes (SANTOS, et al., 2011). Este resíduo tem sido utilizado nos sulcos de plantio como substituto da adubação mineral e em alguns casos tem sido associado ao fósforo, para aumentar sua solubilidade em solos tropicais, que resulta no melhor enraizamento e perfilhamento dos canaviais (RAMALHO e AMARAL SOBRINHO, 2001; SANTOS, et al., 2011). Apesar das vantagens positivas o excesso do produto no solo pode causar contaminação, assim como qualquer resíduo deve ser considerada a dosagem ideal de acordo com o tipo de solo.

**Limiar:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 19: Uso da vinhaça para fertirrigação (em substituição parcial a adubação mineral) e/ou outros usos afins**

**Descrição do indicador:** A vinhaça (ou vinhoto) é composta por 2 a 6% de constituintes sólidos, onde se destaca a matéria orgânica, apresenta alta quantidade de potássio, média de cálcio e magnésio (MEDINA, et al. 2002). Dos efluentes produzidos, é a que possui a maior carga poluidora, pois apresenta DBO variando de 20.000 a 35.000 mg/l (ROSSETTO, 1987). Quando aplicada na dosagem correta o resíduo aumenta a fertilidade, a porosidade e a retenção de água promovendo o aumento de produtividade, enquanto o excesso do produto como fertilizante pode causar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (CASTRO, 2012; MEDINA, et al. 2002).

No âmbito nacional, com relação a vinhaça, os estados seguem a legislação de acordo com as Portarias MINTER 323 (1978) que estabelece (...) que a partir da safra 79/80 fica proibido o lançamento, direto ou indireto do vinhoto em qualquer coleção hídrica (...); em 1980 é determinada pelo Ministério do Interior nº124, de 20 de agosto ‘(...) normas para localização e construção de instalações que armazenem substâncias que possam causar poluição hídrica (...)’; no mesmo ano em 03 de novembro de 1980 outra portaria, a de nº158, dispõe sobre o ‘ (...) lançamento de vinhoto em coleções hídricas e sobre efluentes de destilarias e usinas de açúcar’(...).

As resoluções CONAMA 0002(1984) e 0001 (1986) determinam estudos de normas para controlar os efluentes das destilarias e a obrigatoriedade do EIA/RIMA para as novas unidades (SILVA e SAKATSUME, 2015). No ano de 2001, a resolução nº15, de 01 de junho, aprova (...) diretrizes para a gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas<sup>10</sup> (...) e em 2004 uma portaria do Ministério da Saúde estabelece ‘(...) procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências (...)’. Com relação às leis estaduais relacionadas a vinhaça no estado de São Paulo, o item 5.2 da P 4.231/2006, impõe que os tanques, canais mestres e primários de vinhaça sejam impermeabilizados, para que não ocorra contaminação, com geomembrana impermeabilizante ou técnica de efeito igual ou superior.

Ainda em São Paulo a CETESB, NT CETESB P4.231/2006, determina que anualmente todo empreendimento deva encaminhar o Plano de Aplicação da Vinhaça (PAV) indicando as dosagens a serem aplicadas, em m<sup>3</sup>/ha assim como no estado de Minas Gerais,

---

<sup>10</sup> \*águas meteóricas - são águas encontradas na atmosfera, em qualquer estado físico (RESOLUÇÃO nº 15, DE 11 DE JANEIRO DE 2001)

Deliberação Normativa COPAM nº164 de 30/03/2011 ‘(...) estabelece normas complementares para usinas de açúcar e destilarias de álcool, referentes ao armazenamento e aplicação de vinhaça e águas residuárias no solo agrícola(...)’

No estado de Minas Gerais as deliberações Normativas COPAM nº164, de 30 março de 2011 “(...) estabelece normas complementares para usinas de açúcar e destilarias de álcool, referentes ao armazenamento e aplicação de vinhaça (...) de acordo com ‘(...)art. 5º, I, da Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980, tendo em vista o disposto no art. 214, § 1º, IX, da Constituição do Estado de Minas Gerais e nos termos do art. 4º, II da Lei Delegada Estadual nº 178, de 29 de janeiro de 2007 e art. 4º, II de seu regulamento, Decreto Estadual nº 44.667, de 03 de dezembro de 2007 (...)’.

No Paraná o Decreto Nº 10068 de 06/02/2014 ‘(...) estabelece critérios, prazos e procedimentos para adequação ambiental das Usinas de Beneficiamento de cana-de-açúcar para produção de Etanol, Açúcar e Energia Elétrica e dá outras providências (...)’. O decreto estabelece prazos para as usinas se adequarem as normas do novo código ambiental, estabelece critérios sobre as lagoas de armazenamento da vinhaça e a impermeabilização dos canais mestres de acordo com a Lei Federal nº 6.496/77.

Nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul estão em trâmite projetos de lei sobre a normatização do uso da vinhaça.

Outro fator negativo, com relação a vinhaça, tem sido o crescimento desordenado da mosca *Stomoxys calcitrans*, conhecida popularmente como mosca-do-estábulo ou mosca-dobagaço, que são hematófagos transmissores de diversos patógenos que provocam alterações no comportamento de bovinos e caprinos, contribuindo para a redução de peso e leite (EMBRAPA GADO DE LEITE, 2014). Segundo a Embrapa os principais focos têm sido os estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e as alternativas para diminuição do aparecimento dessas moscas tem sido a aplicação de vinhaça em solos secos, mistura com palha nos solos e a distribuição fracionada com intervalos entre aplicações.

**Limiar de sustentabilidade:** uso total = +1; uso parcial= 0; não usa = -1

#### **f) Atributo Investimentos**

**Indicador 20: Investimentos em novas tecnologias e processos industriais que favoreçam uma produção mais limpa e sustentável**

**Descrição do indicador:** Este indicador avalia se a unidade investe em tecnologias e processos menos poluentes. Para Claro e colaboradores (2008) uma empresa que assume a sustentabilidade busca utilizar fontes de energia reciclável, priorizando a reciclagem, utilizando meios de transporte menos poluente para consequentemente promover o bemestar social e ambiental da empresa.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### 7.4.1.3 DIMENSÃO SOCIAL

Para esta dimensão procuramos considerar todos os envolvidos e assim apresentar os indicadores formulados que possivelmente poderão avaliar a questão social da sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. A dimensão social foi subdividida em cinco atributos:

- a) Saúde – refere-se às normas sobre a saúde do trabalhador;
- b) Capacitação – que trata das questões de aperfeiçoamento dos trabalhadores;
- c) Leis – relacionada ao cumprimento das leis nacionais e normas internacionais;
- d) Segurança – relata questões de segurança nos locais de trabalho e
- e) Empregos – abordando as questões relacionadas a remuneração e formalização dos trabalhadores.

Na tabela 15 são apresentados os indicadores propostos, formulados para avaliar a sustentabilidade do sistema de produção da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Para validação pelos especialistas, os indicadores sociais foram apresentados no formato de 8 questões, que consideravam sua relevância ou não para a sustentabilidade do setor canavieiro.

**Tabela 15** - Dimensão social, atributos, indicadores e limiares de sustentabilidade propostos para validação pelos especialistas do setor

<b>Indicador</b>	<b>Limiar</b>
<b>a) Atributo Saúde</b>	
Cumprimento a Norma Regulamentadora 24 que trata do bem-estar do trabalhador	Sim (+1) Não (-1)
Atendimento de requisitos de uso de equipamento adequado para aplicação de agrotóxicos de acordo com a Norma Reguladora 31	Sim (+1) Não (-1)
<b>b) Atributo Capacitação</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Limiar</b>
Existência de programas de capacitação e treinamento ao trabalhador	Existe (+1) Não existe (-1)

<b>c) Atributo Leis</b>	
Cumprimento das leis trabalhistas de acordo com a Lei N°5.889/73* acrescida da Lei N° 11.718/2008* que tratam das relações de trabalho no setor rural.	Sim (+1) Não (-1)
Iniciativas ou ações que promovam o bem-estar da comunidade local de acordo com as normas de Responsabilidade Social Empresarial (RSE)	Sim (+1) Não (-1)
<b>d) Atributo Segurança</b>	
Rotina de treinamento em segurança do trabalhador	Existe (+1) Não existe (-1)
<b>e) Atributo Empregos</b>	
Remuneração compatível com piso salarial acordado entre sindicato e usina.	Sim (+1) Não (-1)
Formalização de emprego	Menor que 79 = -1 80-90% = 0 Maior que 91 = +1

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 7.4.1.4 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES SOCIAIS

Seguidamente apresentamos as descrições de cada um dos indicadores, suas justificativas e limiares como propostas para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul.

##### a) Atributo Saúde

#### **Indicador 1: Cumprimento a Normas Regulamentadora 24 que trata do bem-estar do trabalhador**

**Descrição do indicador:** A Norma Regulamentadora (NR) 24 estabelece critérios para vestiários, cozinhas, alojamentos, condições de higiene e conforto para refeições de acordo com as características da empresa. Entre os itens abordados podemos destacar:

Item 24.6.2 – estabelece a orientação dos trabalhadores sobre a importância das refeições adequadas e hábitos alimentares saudáveis;

Item 24.3.15.2 – atenção quanto ao local de realização das refeições;

Item 24.6.1 – atenção quanto as pausas das refeições e das pausas previstas durante a jornada de trabalho.

Este indicador avalia se a empresa cumpre com a Norma regulamentadora 24 e seus respectivos itens.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 2: Atendimento de requisitos de uso do equipamento adequado para aplicação de agrotóxicos de acordo com a Norma Reguladora 31**

**Descrição do indicador:** A NR 31, é uma legislação abrangente, baseada na convenção 184 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) que trata sobre segurança e saúde na agricultura. Esta NR é regida pela Lei 5.889/73 que estabelece preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento de atividades na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração de florestas e aquicultura. Entre os itens abordados podemos destacar: Item 31.23. 1 – disponibilização de áreas de vivência aos trabalhadores durante a realização das refeições;

Item 31.8 – regulamenta sobre o uso de agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins. Por causar graves riscos à saúde dos trabalhadores o conhecimento das formas de exposição direta e indireta de primeiros socorros, a sinalização e rotulagem de segurança, as medidas de higiene, o uso adequado de EPIs, assim como da limpeza desses itens são considerados conteúdos mínimos para esse item;

Item 31.9.1 – administração e eliminação adequada dos resíduos gerados no local de trabalho;

Assim como a NR24 este indicador avalia se a empresa cumpre esta Norma regulamentadora e seus respectivos itens.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**b) Atributo Capacitação**

**Indicador 3: Existência de programas de capacitação e treinamento ao trabalhador**

**Descrição do indicador:** A capacitação dos funcionários é um instrumento importante principalmente no momento em que o setor se depara com um processo crescente de mecanização. O uso de uma máquina colheitadeira, por exemplo, realiza o trabalho de oitenta homens em média e provoca a perda de uma grande quantidade de postos de trabalho, agravando a situação dos trabalhadores com baixa escolaridade. Assim o objetivo deste indicador é avaliar se na empresa existem programas de capacitação e treinamento.

**Limiar de sustentabilidade:** Existe/Não existe



### c) Atributo Leis

#### **Indicador 4: Cumprimento das leis trabalhistas de acordo com a Lei nº 5.889/73 acrescida da Lei nº 11.718/2008 que tratam das relações de trabalho no setor rural**

**Descrição do indicador:** As leis trabalhistas devem ser cumpridas em todo território nacional. Entre as principais estão:

- Leis internacionais da Organização Internacional do Trabalho que tratam sobre os direitos e deveres dos trabalhadores;
- Leis nacionais como o art. 7º da Constituição de 1988; Lei nº 5889/73 regulamentada pelo Decreto nº 73.626/74 que tratam das relações de trabalho no setor rural (art. 7 de 1988; Lei 5889/73) e
- Lei nº 11.718, de 20 de junho de 2008 que acrescenta artigos a Lei anterior de 1973 e cria o contrato de trabalho de curto prazo, estabelece normas sobre a aposentadoria rural e prorroga o prazo de financiamentos rurais (LEI Nº 11.718, DE 20 DE JUNHO DE 2008). Assim este indicador avalia se as legislações nacionais e internacionais relevantes para o setor estão sendo cumpridas.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 5: Iniciativas ou ações que promovam o bem-estar da comunidade local de acordo com as normas de Responsabilidade Social Empresarial (RSE)**

**Descrição do indicador:** Segundo o Instituto Ethos (2011) a Responsabilidade Social Empresarial (RSE) é uma forma de gestão definida pela relação ética e transparente da empresa com todos os setores públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais que impulsionem o desenvolvimento sustentável da sociedade, preservando recursos ambientais e culturais para as gerações futuras, respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais. Por Responsabilidade Social entende-se o compromisso de desenvolvimento da empresa em relação à sociedade expresso por suas atitudes e valores (ASHLEY e LIMA, 2002). Muitas usinas de cana-deaçúcar investem em ONGs ou programas sociais nas cidades ou regiões onde estão inseridas como uma forma de retribuir os benefícios recebidos.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

### d) Atributo Segurança

#### **Indicador 6: Rotina de treinamento em segurança do trabalhador**

**Descrição do indicador:** A rotina de treinamento de trabalho nas unidades de moagem ou áreas de produção existe para conscientizar o trabalhador sobre as prevenções, frequências e gravidades dos acidentes que ocorrem nos locais de trabalho. A Norma Reguladora que estabelece essa diretriz é a NR 31 que propõe a todo empregador a promoção de treinamento aos seus empregados de no mínimo 20 horas, em horário de expediente. A rotina deve envolver o uso de máquinas, atividades manuais, noções de combate a incêndio, noções de ergonomia entre outras.

**Limiar de sustentabilidade:** Existe/Não existe.

#### e) Atributo Empregos

#### **Indicador 7: Remuneração compatível com piso salarial acordado entre sindicato e usina**

**Descrição do indicador:** De acordo com a Constituição Federal de 1988 o trabalhador urbano e rural tem direito ao salário mínimo fixado por lei, conforme as normas estaduais e/ou nacionais. O art. 7º declara que o valor pago ao trabalhador pelo seu empregador deve suprir suas necessidades básicas e de seus familiares, sem distinção de sexo. E de acordo com o art. 8º da mesma constituição a associação a sindicatos é livre.

No Brasil a CONTAG (Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agroindústria) é a entidade que luta pelos direitos dos trabalhadores rurais. Assim este indicador procura avaliar se a remuneração é acordada entre sindicatos e usinas.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1).

#### **Indicador 8: Formalização de emprego**

**Descrição do indicador:** Trabalho formal no Brasil se refere às ocupações trabalhistas, sejam elas manuais ou intelectuais com carteira assinada e os demais benefícios proporcionados por ela (MORAES, 2009). Segundo dados de Moraes et al. (2011) a formalização dos trabalhadores, entre os anos de 2000 e 2005, aumentou consideravelmente principalmente na agricultura. Ainda de acordo com a autora com relação ao setor sucroalcooleiro a formalização foi maior nos estados do Centro-Sul que no Nordeste, sendo que no estado de São Paulo em 2005 essa taxa era de 94%. Assim esse indicador avalia se a taxa de formalidade de emprego contempla a porcentagem de trabalhadores com carteira assinada em um determinado ano/safra.

**Limiar do indicador:** Sim (+1)/ Não (-1)

### 7.4.1.5 DIMENSÃO AMBIENTAL

A dimensão ambiental dos sistemas canavieiros foi subdividida em oito atributos:

- a) Gerais – que diz respeito às questões de resíduos, pulverizações e controle biológico de pragas;
- b) Plantio – que diz respeito às técnicas e processos utilizados durante esta etapa;
- c) Colheita – relacionada aos métodos e áreas onde são implantadas as lavouras de cana-de-açúcar;
- d) Produtividade – relacionada aos bens produzidos e comercializados;
- e) Atmosfera – diz respeito à liberação e controle na emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)
- f) Solos – diz respeito ao uso, tipo de técnicas implantadas e atividades de conservação;
- g) Água – relacionada ao emprego e outorga para uso da água;
- h) Biodiversidade – analisa a presença de APPs, Reserva Legal, Áreas de reflorestamento e cumprimento a legislação vigente.

Na tabela 16 são apresentados os 28 indicadores ambientais, formulados para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

Para validação pelos especialistas do setor, estes indicadores ambientais foram apresentados no formato de 28 questões que consideravam sua relevância ou não para a sustentabilidade do setor canavieiro.

**Tabela 16** - Dimensão Ambiental, atributos, indicadores e seus limiares de sustentabilidade

<b>Indicador</b>	<b>Limiar</b>
<b>a) Atributos Gerais</b>	
Adequada destinação da vinhaça	Sim (+1) Não (-1)
<b>Indicador</b>	<b>Limiar</b>
Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA)	Sim (+1) Não (-1)
Emprego de técnicas para controle biológico de pragas	Usa (+1) Não usa (-1)

<b>b) Atributo Plantio</b>	
Tipo de plantio utilizado	Manual = -2 Semimecanizado = 0 Mecanizado = +2
Emprego de variedade adequada às condições de clima e solo	Sim (+1) Não (-1)
Uso racional de insumos	Sim (+1) Não (-1)
Plano de plantio de acordo com as características regionais (ambiente de produção)	Sim (+1) Não (-1)
Renovação da área com cana utilizando rotação com culturas alimentares	Sim (+1) Não (-1)
<b>c) Atributo Colheita</b>	
Tipo de colheita utilizada (Manual ou Mecanizada)	Manual = -2 Semimecanizado = 0 Mecanizado = +2
Uso de queima em áreas com declive acima de 12%	Sim (+1) Não (-1)
Uso de queima em áreas com declive inferior a 12%	Sim (+1) Não (-1)
Controle de tráfego.	Sim (+1) Não (-1)
<b>d) Atributo Atmosfera</b>	
Emissões absolutas de Gases de Efeito Estufa (GEE) ou gases associados	Atende aos valores (+1) Não atende (-1)
Controle de emissões de acordo com as Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011	Sim (+1) Não (-1)
<b>e) Atributo Solos</b>	
Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo	Sim (+1) Não (-1)
Emprego de técnicas de adubação verde	Sim (+1) Não (-1)
Plano de plantio considerando o uso precursor da área	Área com uso em pecuária (Ap) Área com uso em agropecuária (Ag) Área com uso em agricultura (Ac) Área com uso em florestas nativas (Afn)
Planejamento do ambiente de produção segundo aptidão pedológica ou edáfica	Sim (+1) Não (-1)
Uso de torta de filtro na adubação orgânica em área com cana (plantio, soca, reforma)	Sim (+1) Não (-1)
Uso de terraceamento adequado a declividade do solo e mecanização da colheita	Sim (+1) Não (-1)
Atendimento a Lei nº 7.802/1989 que dispõe sobre o transporte, armazenamento, comercialização, destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos e afins.	Sim (+1) Não (-1)

<b>f) Atributo Água</b>	
Estrutura adequada para instalação ou ampliação do reuso da água (circuito fechado)	Sim (+1) Não (-1)
Possui outorga para captação de água segundo a norma vigente	Sim (+1) Não (-1)
Redução do consumo de água no processamento da cana.	1 m <sup>3</sup> t/cana = 0 (Resolução SMA – 88, de 19-12-2008)
Emprego de irrigação adequado a política de uso da água	Sim (+1) Não (-1)
<b>g) Atributo Biodiversidade</b>	
Cumprimento da Legislação ambiental vigente	Sim (+1) Não (-1)
Plano de proteção e conservação de áreas remanescentes/protegidas (Áreas de Proteção Permanente, Reserva Legal)	Sim (+1) Não (-1)
Áreas em recuperação natural e induzida (reflorestamento)	Sim (+1) Não (-1)

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 7.4.1.6 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES AMBIENTAIS

Abaixo são apresentadas as descrições de cada um dos 28 indicadores ambientais, formulados com suas justificativas e limiares para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção da cana-de-açúcar na região Centro-Sul.

##### a) Atributos Gerais

##### **Indicador 1: Adequada destinação da vinhaça**

**Descrição do indicador:** Segundo Castro (2012) a vinhaça pode ter uma destinação “*pobre ou nobre*” devido a sua alta concentração de potássio. Ainda de acordo com o autor em contato com o lençol freático e/ou rios resulta em poluição e morte de peixes, no solo o excesso provoca salinização e comprometimento da fertilidade. Assim é possível concluir que a adequada destinação da vinhaça é um dos indicadores mais importantes com relação a dimensão ambiental da sustentabilidade.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 2: Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA)**

**Descrição do indicador:** A Instrução Normativa 1/2012 trata sobre a pulverização aérea em culturas de arroz, cana-de-açúcar, soja e trigo. O uso de pulverização aérea em cana-de-açúcar a princípio utilizado com maturadores, herbicidas e fungicidas foi proibido em 2012 devido a relatos de que esses produtos interferiam nas colmeias próximas as culturas. No entanto, no mesmo ano, em 2 de outubro de 2012, o IBAMA e o MAPA publicaram no Diário Oficial da União ato regulamentando as aplicações de produtos que continham Imidacloprido, Tiametoxam, Clotianidina e Fipronil, de forma excepcional e temporária até 30 de junho de 2013. No caso da cana-de-açúcar os Artigos do 4º ao 6º determinavam que o uso se restringia a uma única aplicação durante todo o ciclo da cultura, desde que não houvesse possibilidade de entrada de maquinários; além disso, os produtores localizados a pelo menos 6 km das propriedades teriam de ser notificados sobre a aplicação dos produtos, ficando sobre responsabilidade das empresas de aviação agrícola a responsabilidade de enviar mensalmente ao MAPA e IBAMA relatório sobre essas aplicações. Esse ato, apesar das diversas manifestações de repúdio está em vigor desde a data de sua publicação.

Nesse indicador devemos considerar também o CAS – Certificação Aero agrícola Sustentável – que tem como objetivo incentivar a qualificação de empresas de aviação e de operadores privados.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 3: Emprego de técnicas para controle biológico de pragas**

**Descrição do Indicador:** O uso de controle biológico nas lavouras vem crescendo anualmente, pois este auxilia na redução dos impactos ambientais e preservação de inimigos naturais, além de ser cerca de seis vezes mais barato que o controle químico (CONCEIÇÃO e SILVA, 2011). Segundo os autores o controle biológico é aplicado para o controle de parasitoides, predadores, patógenos, antagonistas e populações de pragas em geral, que na cultura da cana são representados por formigas, besouros, cupins, cigarrinhas e broca. Na cana-de-açúcar as técnicas de controle biológico são aplicadas para o controle de:

- Cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) utiliza o fungo (*Metarhizium anisopliae*);

- Broca da cana-de-açúcar (*Diathrea saccharalis*) controle com a vespa *Cothesia flavipes*;
- Cupins (*Heterotermes tenuis*, *Cornitermes cumulans*, *Neocapritermes opacus* e *Procorniterme triacifer*) usa o fungo *Beauveria bassiana* para controle;
- Besouro (*Migdolus Fryanus* Westwood, mais comum entre 10 espécies) controle com nematoides entomopatogênicos *Heterorhabditis spp.*;
- *Sphenophorus levis* Vaurie, besouro, controlado biologicamente com nematoide *Steinernema sp.*;
- Formigas cortadeiras controle com fungos, *Beauveria* e *Metarhizium*;
- Lagartas desfolhadoras (*Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes*, *Pseudaletia sequax* e *Cirphis latiuscula*) controle com inseticidas biológicos (*Bacillus turingiensis*).

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

## b) Atributo Plantio

### **Indicador 4: Tipo de plantio utilizado**

**Descrição do indicador:** O tipo de plantio é indispensável para avaliar a sustentabilidade. Porém o aumento da mecanização tem provocado o pisoteamento do solo, dessa maneira a mecanização sempre deve estar atrelada as técnicas de minimização de transporte dentro das áreas de cultivo.

**Limiar de sustentabilidade:** manual, semimecanizado e mecanizado.

### **Indicador 5: Emprego de variedade adequada às condições de clima e solo**

**Descrição do indicador:** A escolha da variedade adequada às condições climáticas e pedológicas correta possibilita alta produtividade e longevidade dos canaviais. Portanto, este indicador é importante no sentido de que a adequação varietal reduz a quantidade de insumos, consequentemente a compactação do solo.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

### **Indicador 6: Uso racional de insumos**

**Descrição do indicador:** No cultivo de cana-de-açúcar assim como em outras culturas agrícolas comerciais são utilizados produtos no combate a fungos, insetos, plantas daninhas para sua maturação. Apesar de parecer alto no caso da cana-de-açúcar o uso de agroquímicos é menor que em outras culturas segundo estudo de Arrigoni e Almeida (2005) e Ricci Jr. (2005) apud BNDES e CGEE (2008). No cultivo de cana-de-açúcar o consumo

é menor devido à adoção de outras técnicas como controle biológico, uso de variedades melhoradas e resistentes a determinadas pragas, além disso, apesar do alto índice de uso de herbicidas a colheita de cana crua tem auxiliado no combate a plantas daninhas devido a supressão da germinação do banco de sementes do solo (BNDES e CGEE, 2008).

Levantamento realizado pelo BNDES e CGEE (2008) mostra que com relação ao uso de fertilizantes, o setor canavieiro possui baixo consumo. Isso acontece graças a aplicação de vinhaça e torta de filtro que reduzem a demanda de fósforo e potássio nos solos.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 7: Plano de plantio de acordo com as características regionais (ambiente de produção)**

**Descrição do indicador:** Segundo Helio do Prado (2005) o ‘ambiente de produção é a soma das características físicas, químicas, mineralógicas, hídricas, morfológicas sob manejo adequado em relação ao preparo, calagem, adição de vinhaça, torta de filtro, tipo de plantio, controle de ervas e pragas associadas ao tipo de solo, ao clima regional e a declividade do terreno’.

Dessa maneira o plano de plantio deve considerar o tipo de solo em que será implantada a lavoura; as variedades adequadas para este solo; as características de distribuição das linhas de plantio, talhões e carregadores além do melhor tipo de preparo do solo considerando o cultivo anterior e também a colheita.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 8: Renovação da área com cana utilizando rotação com culturas alimentares**

**Descrição do indicador:** A expansão da cultura canavieira sempre causou grandes discussões com relação a entrada da cultura sobre áreas de produção de alimentos. Em artigo publicado por Goes e Marra (2002) os autores relatam que segundo dados do IBGE seria possível ampliar a cultura canavieira sem que prejuízos fossem causados as culturas alimentícias. De acordo com a Ridesa (2010) este tipo de consorciamento seria importante para diminuir os riscos da monocultura e melhorar o retorno econômico do produtor.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **c) Atributo colheita**



**Indicador 9: Tipo de colheita utilizada (manual ou mecanizada)**

**Descrição do indicador:** Independente do tipo de sistema agrícola seu objetivo visa sempre o menor custo de produção, a qualidade do produto colhido e a eficácia de manipulação.

Os sistemas de colheita de cana envolvem três tipos: sistema manual, semimecanizado e mecanizado.

- Colheita manual utilizada em áreas que não permitem nenhum tipo de mecanização. Nela pode ser usado transporte por tração animal ou transbordo com sistemas específicos;
- Colheita semimecanizada – realizado corte manual e o transbordo realizado com operações de carregadores mecânicos.
- Colheita mecanizada – o mais usado na região Centro-Sul do país, realizado com auxílio de colheitadeiras que cortam, picam, limpam a matéria-prima e carregam para transporte (RIPOLI e RIPOLI, 2010).

**Limiar de sustentabilidade:** Manual; semimecanizado; mecanizado.

**Indicador 10: Uso de queima em áreas com declive acima de 12%**

**Descrição do indicador:** Devido aos problemas de saúde e problemas ambientais nas cidades próximas as lavouras, causados pela emissão de particulados provenientes da combustão do bagaço nas caldeiras e da queima nos canaviais, no estado de São Paulo, foi assinado a Lei Estadual 10.547/00, alterada pela Lei 11.241/02, que previa a eliminação da queima em 50% da área para corte. O art. 1, parágrafo 2 da referida lei estabelece ainda como áreas não '(...)mecanizáveis aquelas com plantações em terrenos com declividade superior a 12% e áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana(...)' e limita o prazo para eliminação da queima em 2017.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 11: Uso de queima em áreas com declive inferior a 12%**

**Descrição do indicador:** No estado de São Paulo, maior produtor nacional, em 2008 foi assinado um Protocolo de Cooperação entre o Governo Estadual, a Secretaria do Meio Ambiente, a Secretaria da Agricultura e a Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul. Este acordo previa a eliminação gradual da queima dos canaviais, em área com declividade até 12%, e em solos que permitisse o uso de técnicas de mecanização até o ano de 2014.

O art. 1, parágrafo 2 estabelece como área mecanizável ‘(...) plantações em terrenos acima de 150 ha, com declividade igual ou inferior a 12%, em solos com estruturas que permitam a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana(...)’

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 12: Controle de tráfego**

**Descrição do indicador:** A adoção da colheita mecânica nos canaviais aumenta a compactação do solo e o tráfego na área chega a ser cinco vezes maior que em áreas com colheita manual (SILVA; COLETI e STOLF, 2013). Assim para diminuir a compactação, o talhão deve ter um formato geométrico ajustado para aplicação de fertilizantes e insumos, e permitir que sejam realizadas operações de máquinas (STORINO; PECHE FILHO e KURACHI, 2010).

De acordo com informações de Silva e colaboradores (2014) para diminuir a compactação as operações devem considerar: Adoção de transbordo – evitando que o caminhão transite na área; Uso de pneumáticos de baixa pressão; Uso de colhedoras com 3 eixos que proporcionem mais estabilidade e menor pressão no solo; Adequação das rodas do trator e transbordo com o espaçamento da plantação; Adequação do espaçamento da plantação; Incorporação da palhada no solo para diminuir a compactação e aumentar a umidade evitando a decomposição de raízes.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **d) Atributo Atmosfera**

##### **Indicador 13: Emissões absolutas de Gases de Efeito estufa (GEE) ou gases associados**

**Descrição do indicador:** Os principais GEEs provenientes da queima de combustíveis fósseis e da mudança no uso da terra, são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (SIGNOR, PISSIONI e CERRI, 2014), que incrementam a concentração de GEEs atmosféricos, provocando o efeito estufa.

No Brasil a queima da cana é responsável por 98% das emissões de gases provenientes de resíduos agrícolas (CAMPOS, 2003). De acordo com o autor os gases mais emitidos durante a queima dos canaviais são CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> e NO<sub>x</sub>. O CO<sub>2</sub> liberado durante a queima do canavial é reabsorvido durante o processo fotossintético, tornando este balanço nulo.

Uma medida para evitar esse aumento seria o uso de combustíveis renováveis e a colheita da cana-de-açúcar crua, que na região Centro-Sul do Brasil tem aumentado e contribuído para diminuir estas emissões.

**Limiar de sustentabilidade:** Atende as normas (+1)/Não Atende (-1).

**Indicador 14: Controle de emissões de acordo com as Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011**

**Descrição do indicador:** A Resolução 382/2006 complementa a Resolução nº 436/2011 e estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, entre eles os poluentes do setor canavieiro.

(...) Anexo III – Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de biomassa de cana-de-açúcar (...) Este indicador avalia se existe controle de emissões na empresa de acordo com as resoluções do CONAMA.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**e) Atributo Solos**

**Indicador 15: Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo**

**Descrição do indicador:** A colheita mecanizada de cana crua permite a manutenção da palha no solo, essa cobertura é chamada palhada ou palhiço, que decomposta constitui uma fonte de nutrientes e matéria orgânica. Essa manutenção possibilita a diminuição do uso de fertilizantes e a manutenção da umidade no solo. Entretanto, por outro lado, um volume muito alto de palha impede a rebrota de variedades que não foram desenvolvidas para a queima e pode ser o foco de pragas agrícolas como a Cigarrinha da Raiz (*Mahanarva fimbriolata*) e a broca (*Diatraea spp.*)(FORTES, 2010; SILVA; COLETI e STOLF,2013).

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 16: Emprego de técnicas de adubação verde**

**Descrição do indicador:** A incorporação de adubos verdes no solo, resultado de restos de outras culturas e materiais orgânicos ajuda a melhorar as propriedades do solo graças aos nutrientes contidos nos tecidos desses vegetais quando se decompõem (ESPÍNDOLA, GUERRA E ALMEIDA, 1997; STORINO; PECHE FILHO e KURACHI, 2010). Segundo

os autores ela contribui para o ganho de matéria orgânica no sistema, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O indicador avalia o uso da técnica e avalia os benefícios da prática da adubação verde.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 17: Plano de plantio considerando o uso precursor da área**

**Descrição do indicador:** O aumento de áreas cultivadas com cana-de-açúcar em alguns estados como São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul tem sido principalmente sobre áreas degradadas e tradicionais de pastagens (TORQUATO, 2006). Nesse indicador consideramos as terras que eram usadas para outros tipos de culturas que poderiam ser alimentícias ou expansionistas, mas devido a oscilações econômicas perderam o potencial de manutenção e migraram para o cultivo de cana-de-açúcar.

**Limiar de sustentabilidade:** Área com uso em pecuária – Ap; Área com uso em agropecuária – Ag; Área com uso em agricultura – Ac e Área com uso em florestas nativas – Afn.

#### **Indicador 18: Planejamento do ambiente de produção segundo aptidão pedológica ou edáfica**

**Descrição do indicador:** “Aptidão pedológica ou edáfica se refere ao potencial de produção agrícola de cada classe de solo para uma cultura sob um determinado tipo de manejo da cultura, onde são consideradas características físicas e fisiográficas da classe de solo” (ZAE, 2009). Nessa etapa não são consideradas as características climáticas ideais para o cultivo.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **Indicador 19: Uso de torta de filtro na adubação orgânica em área com cana (plantio, soca, reforma)**

**Descrição do indicador:** A torta de filtro é um resíduo da mistura de bagaço moído com lodo de decantação, que possui altos teores de matéria orgânica, fósforo e cálcio que aumentam a produtividade dos canaviais (ROSSETO, DIAS e VITTI, 2008). Em estudo realizado por Almeida Jr e colaboradores (2011) mostrou que a adubação com torta de filtro aumentou o acúmulo de fósforo, potássio e cobre na parte aérea das plantas e que a adubação promoveu a melhoria na fertilidade do solo promovendo uma ação corretiva no solo, além disso, o estudo demonstrou que a associação de torta de filtro com adubos

minerais maximiza a produtividade dos canaviais, dessa forma o resíduo contribui com a fertilidade dos canaviais.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 20: Uso de terraceamento adequado a declividade do solo e mecanização da colheita**

**Descrição do indicador:** O terraceamento é utilizado com o intuito de diminuir a erosão causada pelas chuvas ou direcionar as águas para escoadouros. Com relação ao número de terraços a serem construídos em uma área eles dependem do tipo de solo, da declividade do terreno, do manejo cultural e do regime de chuvas da região (STORINO; PECHE FILHO e KURACHI, 2010)

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 21: Atendimento a Lei nº 7.802/1989 que dispõe sobre o transporte, armazenamento, comercialização, destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos e afins**

**Descrição do indicador:** Este indicador avalia o atendimento a Lei nº 7.802/1989 que dispõe sobre a ‘(...) pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização... fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências (...)’.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**f) Atributo Água**

**Indicador 22: Estrutura adequada para instalação ou ampliação do reuso da água (circuito fechado)**

**Descrição do indicador:** A tendência de reuso e conservação da água é algo que está se acentuando desde a década de oitenta. Alternativas como limpezas a seco para evitar perdas de água, fechamento de circuitos, reuso de água, reuso de efluentes menos contaminados para circuitos de resfriamento e limpeza de equipamentos são algumas opções que podem complementar o suprimento de água (FRAGA e FERRAZ, 2012).

Atualmente uma das alternativas para redução do consumo de água e geração de resíduos líquidos tem sido a instalação ou ampliação da estrutura de reuso da água no processo industrial, chamado de sistema de circuito fechado (ALBUQUERQUE, 2005). De acordo

com o autor, a água de lavagem é captada nos tanques de decantação e novamente bombeada na operação, essa água reutilizada, exige acompanhamento rigoroso devido a grande quantidade de lodo que pode chegar a 21 kg por tonelada de cana.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 23: Possui outorga para captação de água segundo a norma vigente**

**Descrição do indicador:** A Lei Federal nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos, tem como objetivo assegurar água de boa qualidade a atual e futuras gerações. Para isso a lei exige que a cobrança do uso da água esteja condicionada a sua utilização e a outorga, que tem como objetivo assegurar o uso e livre direito ao acesso.

Para a efetividade no uso é aplicada à usina a Política Nacional de Recursos Hídricos que considera o enquadramento da água em classes de uso, regime de vazão e capacidade de autodepuração do corpo hídrico da bacia hidrográfica. Por isso este indicador tem como intuito avaliar se a empresa possui outorga para captação da água usada em seus processos de campo e indústria.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

**Indicador 24: Redução do consumo de água no processamento de cana**

**Descrição do indicador:** Segundo Smeets et al. (2006) o total de água consumida durante o processo de fabricação de etanol é de  $21\text{m}^3/\text{t/cana}$ , sendo que o maior consumo acontece durante a conversão de cana em etanol que consome em torno 87% da água, atualmente graças à lavagem a seco o consumo tem diminuído.

Em 1999 a demanda total de água pelo setor, no estado de São Paulo, era de  $353\text{ m}^3/\text{s}$ . Com a introdução de taxas de utilização, novas tecnologias e boas práticas do setor, houve decréscimo na utilização para  $298\text{ m}^3/\text{s}$ , ou seja, redução de 15,6%. Na safra 2012/2013 as vazões em São Paulo foram da ordem de  $1,26\text{ m}^3/\text{t/cana}$  e  $27\text{ m}^3/\text{s}$  correspondendo a apenas 9% em relação aos demais setores (urbano, irrigação na agricultura e indústria) (Elia Neto, 2013).

De acordo com a Resolução CETESB SMA 88/2008, inciso VII, os novos empreendimentos do setor devem se adequar ao limite máximo de  $1\text{m}^3$  de água por tonelada de cana.

**Limiar de sustentabilidade:**  $1\text{ m}^3/\text{t/cana} = 0$  (Resolução SMA – 88, de 19-12-2008).

### **Indicador 25: Emprego de irrigação adequado a política de uso da água**

**Descrição do indicador:** A disponibilidade de água é um dos fatores ambientais que influenciam a produção de cana e determinam sua produtividade. Tradicionalmente em grande parte do país a cana-de-açúcar é produzida em regime de sequeiro, em regiões com baixa disponibilidade de água e clima semiárido a irrigação e a fertirrigação tem sido utilizada por proporcionar melhor desenvolvimento das plantas e maior produtividade. De acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2008) na cultura da cana a irrigação pode ser para produção ou para salvamento (complementar). Irrigação para produção é usada quando quer se aumentar a produtividade do canavial e de salvação ou salvamento ou complementar é usada apenas em um período de tempo curto em algum estado específico de crescimento da planta. Com relação ao Centro-Sul as precipitações pluviométricas são favoráveis e caso haja necessidade, no período de seca, aplica-se água residuária ou vinhaça (vinhoto) como irrigação de salvamento (UNICA, 2014).

A Lei Federal nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989). Entre as diversas normas em relação ao uso da água no Artigo 18 estabelece ‘(...) que a outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso (...)’

Apesar de a agricultura ser definida como o setor que mais consome água no mundo, segundo dados levantados por Smeets, Junginger e Faaij (2006) em 2010 dados mostravam decréscimo no consumo de água. Segundo os autores isso aconteceu graças as políticas de cobrança pelo uso da água e também pelo aumento da tecnologia que proporciona o reuso desse bem.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim (+1)/ Não (-1)

#### **g) Atributo Biodiversidade**

### **Indicador 26: Cumprimento da legislação ambiental vigente**

**Descrição do indicador:** Em âmbito existem 17 leis ambientais, sendo as mais importantes:

1. Lei nº 6.938/1981 – que define a obrigatoriedade de poluidor a indenizar danos ambientais que causar, independentemente da culpa;

2. Lei nº 9.985/2000 regulamenta o artigo 225, parágrafo 1º, Incisos I, II, III e VII da constituição Federal que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências e
3. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Novo Código florestal que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; alterando as Leis n 6.938/1981, Lei nº 9.393/1996, e nº 11.428/2006. Além das alterações revoga as Leis nº 4.771/1965 e 7.754/1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67/ 2001.

Além das leis federais os estados possuem leis próprias. Dessa forma este indicador avalia se a usina está em cumprimento com a legislação ambiental vigente de acordo com a localização da empresa.

**Limiar de sustentabilidade: Sim (+1)/ Não (-1)**

**Indicador 27: Plano de proteção e conservação de áreas remanescentes/protegidas (Áreas de Proteção Permanente, Reserva legal)**

**Descrição do indicador:** Segundo o atual código florestal, Lei 12.651/2012, entende-se por: (...)

II – Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III – Reserva legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção da fauna silvestre e da flora nativa; (...)"

Ou seja, a presença de reservas legais e de áreas de preservação permanente devem estar de acordo com as leis federais e estaduais.

**Limiar de sustentabilidade: Sim (+1)/ Não (-1)**

**Indicador 28: Áreas em recuperação natural e induzida (reflorestamento)**

**Descrição do indicador:** As leis que tratam sobre reflorestamento são: Lei Federal 4.771/1965 exige o reflorestamento de áreas devastadas e a Lei nº 9.985/2000 áreas em recuperação equivalem às áreas em processo de recuperação que pode ser diferente da sua condição original. De acordo com o novo código florestal, Lei 12.651/12, art. 35, parágrafo



1, o plantio pode ser feito com árvores nativas e/ou exóticas e para início da recuperação destas áreas e não há necessidade de autorização.

**Limiar de sustentabilidade:** Sim / Não

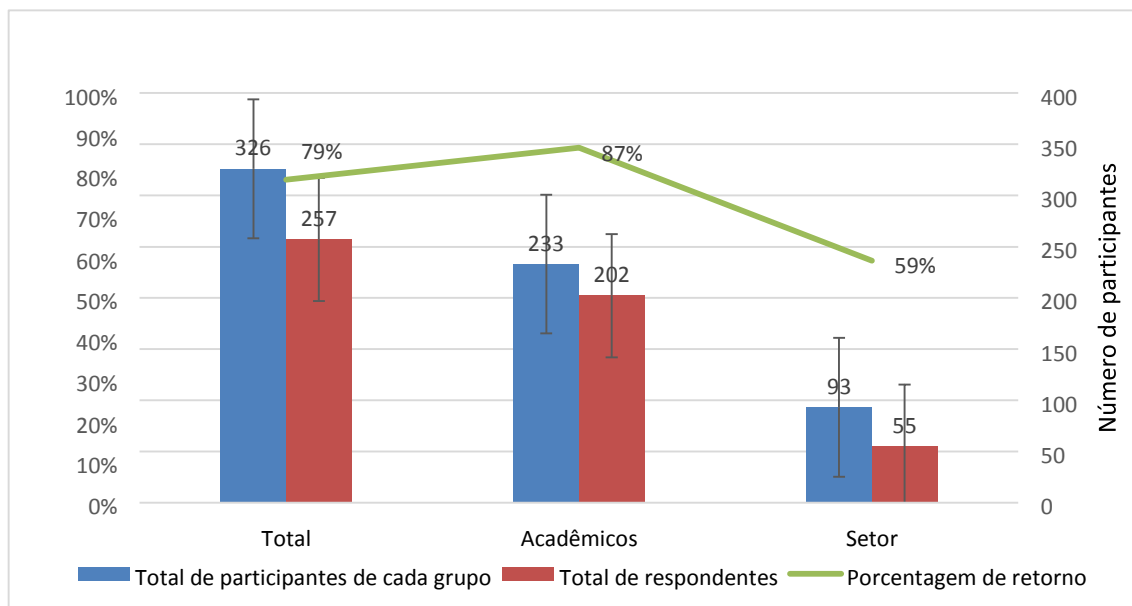
## **7.5 VALIDAÇÃO DOS INDICADORES DA SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CANA DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL – CONSULTA REMOTA**

Como retratado anteriormente os indicadores foram submetidos a validação pelos especialistas, e apresentados no formato de perguntas que consideravam sua importância ou não para a sustentabilidade do setor canavieiro.

A consulta foi enviada para 326 especialistas do setor, onde 233 eram do setor acadêmico e 93 representavam o setor agrícola. A porcentagem de retorno da pesquisa foi de 79%. Acima do que é estimado pelos desenvolvedores da técnica Delphi, que relatam que a porcentagem de retorno gira em torno de 50 e 70%. Por esse motivo, a rodada foi considerada válida e análise dos resultados estatísticos, bem como das contribuições qualitativas permitiram concluir sobre a importância e relevância de cada um dos indicadores para fins da avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção e cana-de-açúcar no Centro-Sul do país.

Do total de especialistas acadêmicos 87% retornaram os questionários, enquanto o retorno do setor agrícola e industrial foi de 59% dos especialistas, conforme ilustrado no gráfico 1.

**Gráfico 1** - Percentagem total de especialistas convidados a participar da pesquisa e o total de respondentes, percentagem de participantes convidados e respondentes acadêmicos e especialistas do setor



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a consulta os resultados validados foram calculados considerando a escala Likert para aceitação dos indicadores. Quanto à pertinência, desses indicadores, foi estimada sua relevância a partir de cálculos de percentagem média, com intuito de classificar os possíveis indicadores em:

- Baixo grau de relevância – correspondem a média das notas 1 (sem importância) e 2 (pouco importante) da escala Likert;
- Médio grau de relevância – equivalem a nota 3 (moderadamente importante) da escala Likert;
- Alto grau de importância – representam a média das notas 4 (importantes) e 5 (muito importante) da escala Likert.

Devido ao alto retorno das médias de aceitação, a percentagem para legitimar um possível indicador foi estabelecida em 70%, desde que estes indicadores correspondessem as notas da escala Likert 4 (importante) e 5 (muito importante).

## 7.5.1 DIMENSÃO ECONÔMICA

Os resultados obtidos para as questões econômicas podem ser observados na tabela 17, na qual constam as porcentagens obtidas em cada questão, referente ao grau de importância dos indicadores sugeridos.

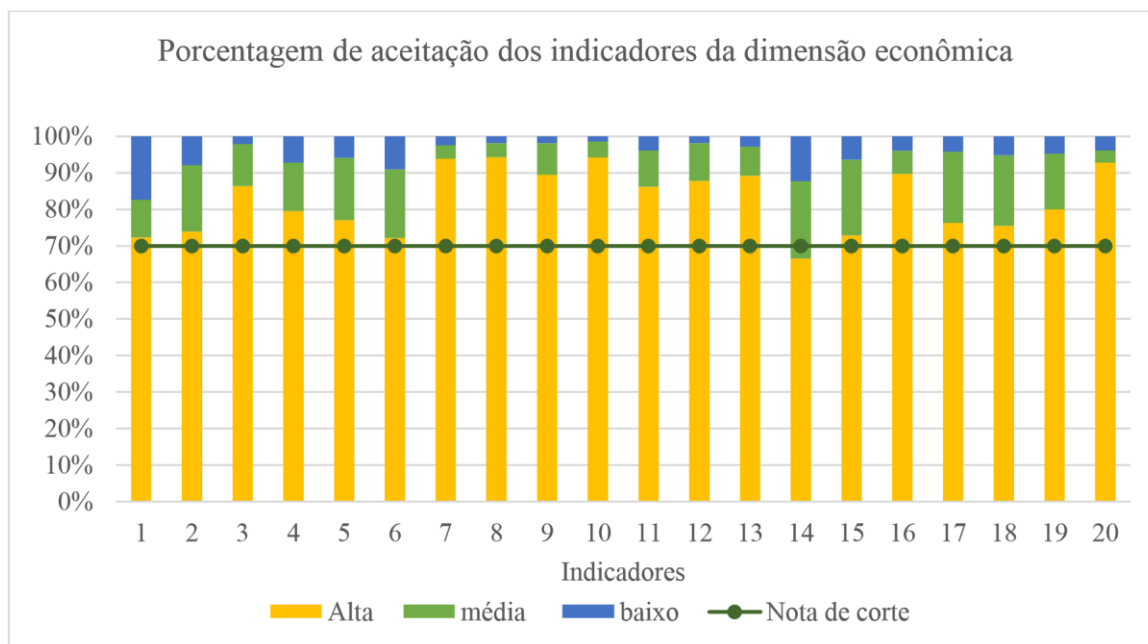
**Tabela 17** - Indicadores econômicos validados pelos especialistas canavieiros (do setor produtivo e acadêmico)

Questões	Grau de relevância			Indicador validado
	Baixa	Média	Alta	
1. Infraestrutura disponível para produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração.	17%	10%	72%	Sim
2. Utiliza ou investe em leveduras mais resistentes para melhor eficiência na produção de etanol.	8%	18%	74%	Sim
3. Otimização do transporte da cana para a indústria	2%	12%	86%	Sim
4. Ter estoques de combustível de modo a regular oferta/demanda do etanol e preços (estoques reguladores)	7%	13%	80%	Sim
5. Relação entre investimento de máquinas versus produção de cana e retorno do imobilizado	6%	17%	77%	Sim
6. Substituição gradativa do uso de diesel por combustível renovável na frota	9%	19%	72%	Sim
7. Produção de bioeletricidade para consumo próprio e exportação	2%	4%	94%	Sim
8. Plano de substituição das caldeiras antigas por caldeiras mais eficientes para cogeração de energia	2%	4%	94%	Sim
9. Planejamento de safra	2%	9%	89%	Sim
10. Planejamento agrícola observando as técnicas de manejo e épocas de plantio e colheita.	1%	19%	72%	Sim
11. Plano de expansão da produção via melhoria da produtividade	4%	10%	86%	Sim
12. Produtividade de cana por hectare.	2%	10%	88%	Sim
13. Índice de ATR (açúcares totais recuperáveis) por tonelada de cana.	3%	8%	89%	Sim
14. Compartilhamento dos riscos de produção entre fornecedores e usina.	12%	21%	67%	Não
15. Reforma e/ou rotação de cultura para a próxima safra.	6%	21%	73%	Sim
16. Planejamento logístico da cana do campo para a usina	4%	6%	90%	Sim
17. Avaliação da produção (etanol/açúcar/bioeletricidade) com base na decisão de mercado e/ou preços	4%	19%	76%	Sim
18. Uso de torta de filtro em substituição parcial a adubação mineral	5%	19%	75%	Sim
19. Uso da vinhaça para fertirrigação (em substituição parcial a adubação mineral)	5%	15%	80%	Sim
20. Investimentos em novas tecnologias e processos industriais que favoreçam uma produção mais limpa e sustentável	4%	3%	93%	Sim

Fonte: Elaborada pela autora.

Considerando a nota de corte específica para os indicadores, foi possível notar que somente o indicador ‘Compartilhamento dos riscos de produção entre fornecedores e usina’ não foi validado, pois foi considerado por 33% dos respondentes como baixo ou médio grau de relevância. A distribuição de frequências fica mais clara para uma análise crítica quando são representados no gráfico 2.

**Gráfico 2** - Porcentagem de aceitação dos indicadores da sustentabilidade – dimensão econômica



Fonte: Elaborada pela autora.

## 7.5.2 DIMENSÃO SOCIAL

Para a Dimensão Social foram validados os 8 indicadores que foram formulados e de acordo com os especialistas todos eles foram pertinentes e classificados como importantes para o setor. Dessa forma os indicadores são apresentados segundo o grau de importância na tabela 18.

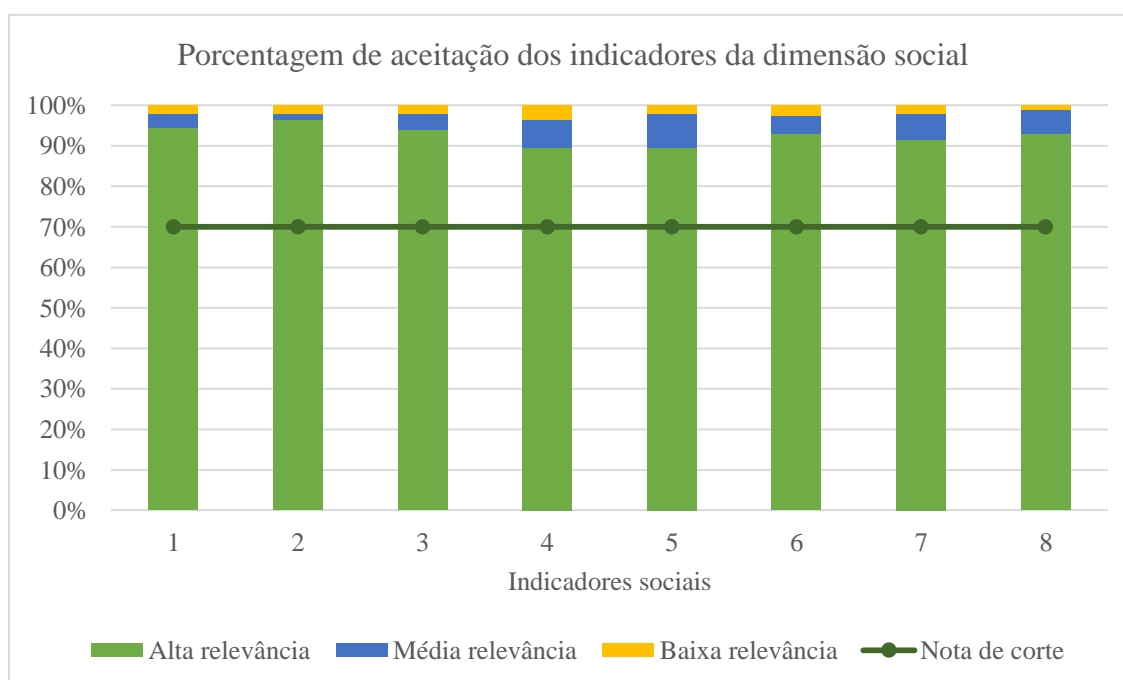
**Tabela 18** - Indicadores sociais validados pelos especialistas do setor canavieiro e acadêmico

Questões	Grau de relevância			Indicador validado
	Baixa	Média	Alta	
1. Cumprimento a Norma Regulamentadora 24 que trata do bem-estar do trabalhador.	2%	4%	94%	Sim
2. Atendimento de requisitos de uso de equipamento adequado para aplicação de	2%	1%	97%	Sim

Questões	Grau de relevância			Indicador validado
	Baixa	Média	Alta	
agrotóxicos de acordo com a Norma Reguladora 31.				
3. Existência de programas de capacitação e treinamento ao trabalhador.	2%	4%	94%	Sim
4. Cumprimento das leis trabalhistas de acordo com a Lei nº5.889/73 acrescida da Lei nº 11.718/2008 que tratam das relações de trabalho no setor rural.	4%	7%	89%	Sim
5. Iniciativas ou ações que promovam o bemestar da comunidade local de acordo com as normas de Responsabilidade Social Empresarial (RSE).	2%	9%	89%	Sim
6. Rotina de treinamento em segurança do trabalhador.	3%	5%	93%	Sim
7. Remuneração compatível com piso salarial acordado entre sindicato e usina.	2%	7%	91%	Sim
8. Formalização de emprego.	1%	6%	93%	Sim

Fonte: Elaborada pela autora.

Considerando a nota de corte específica para os indicadores (70%) e a porcentagem de aceitação superior a 89%, foi possível notar que todos os indicadores da dimensão social foram validados pelos especialistas. As distribuições de frequências são representadas no Gráfico 3.

**Gráfico 3 -** Porcentagem de aceitação dos indicadores da sustentabilidade – dimensão social.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 7.5.3 DIMENSÃO AMBIENTAL

Os resultados obtidos para as questões ambientais são apresentados na tabela 19, na qual constam as porcentagens de aceitação de cada indicador apresentado por questão, de acordo com a avaliação dos especialistas.

**Tabela 19 -** Indicadores ambientais validados pelos especialistas do setor canavieiro e acadêmico

Questões	Grau de relevância			Indicador validado
	Baixa	Média	Alta	
1. Adequada destinação da vinhaça	1%	5%	94%	Sim
2. Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA)	9%	13%	79%	Sim
3. Emprego de técnicas para controle biológico de pragas	1%	7%	92%	Sim
4. Tipo de plantio utilizado.	3%	9%	88%	Sim
5. Emprego de variedade adequada às condições de clima e solo	1%	2%	97%	Sim
6. Uso racional de insumos	1%	4%	95%	Sim

7. Plano de plantio de acordo com as características regionais (ambiente de produção)	1%	2%	97%	Sim
8. Renovação da área com cana utilizando rotação com culturas alimentares.	10%	18%	72%	Sim
9. Tipo de colheita utilizada (manual ou mecanizada).	3%	9%	88%	Sim
10. Uso de queima em áreas com declive acima de 12%	33%	23%	44%	Não
11. Uso de queima em áreas com declive inferior a 12%	49%	19%	31%	Não
12. Controle de tráfego	6%	18%	76%	Sim
13. Emissões absolutas de Gases de Efeito Estufa (GEE) ou gases associados.	5%	10%	85%	Sim
14. Controle de emissões de acordo com as Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011.	2%	7%	91%	Sim
15. Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo.	2%	14%	84%	Sim
16. <u>Emprego de técnicas de adubação verde.</u>	4%	15%	81%	Sim
17. Plano de plantio considerando o uso precursor da área.	8%	19%	73%	Sim
18. Planejamento do ambiente de produção segundo aptidão pedológica ou edáfica.	2%	7%	91%	Sim
	<b>Grau de relevância</b>			<b>Indicador</b>
<b>Questões</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>validado</b>
19. Uso de torta de filtro na adubação orgânica em área com cana (plantio, soca, reforma).	4%	15%	81%	Sim
20. Uso de terraceamento adequado a declividade do solo e mecanização da colheita.	3%	6%	91%	Sim
21. Atendimento a Lei nº7.802/1989 que dispõe sobre o transporte, armazenamento, comercialização, destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos e afins.	3%	7%	90%	Sim
22. Estrutura adequada para instalação ou ampliação do reuso da água (circuito fechado)	5%	1%	94%	Sim
23. Possui outorga para captação de água segundo a norma vigente.	6%	4%	91%	Sim
24. Redução do consumo de água no processamento da cana.	5%	1%	94%	Sim
25. Emprego de irrigação adequado a política de uso da água.	7%	9%	84%	Sim
26. Cumprimento da Legislação ambiental vigente.	0%	4%	96%	Sim

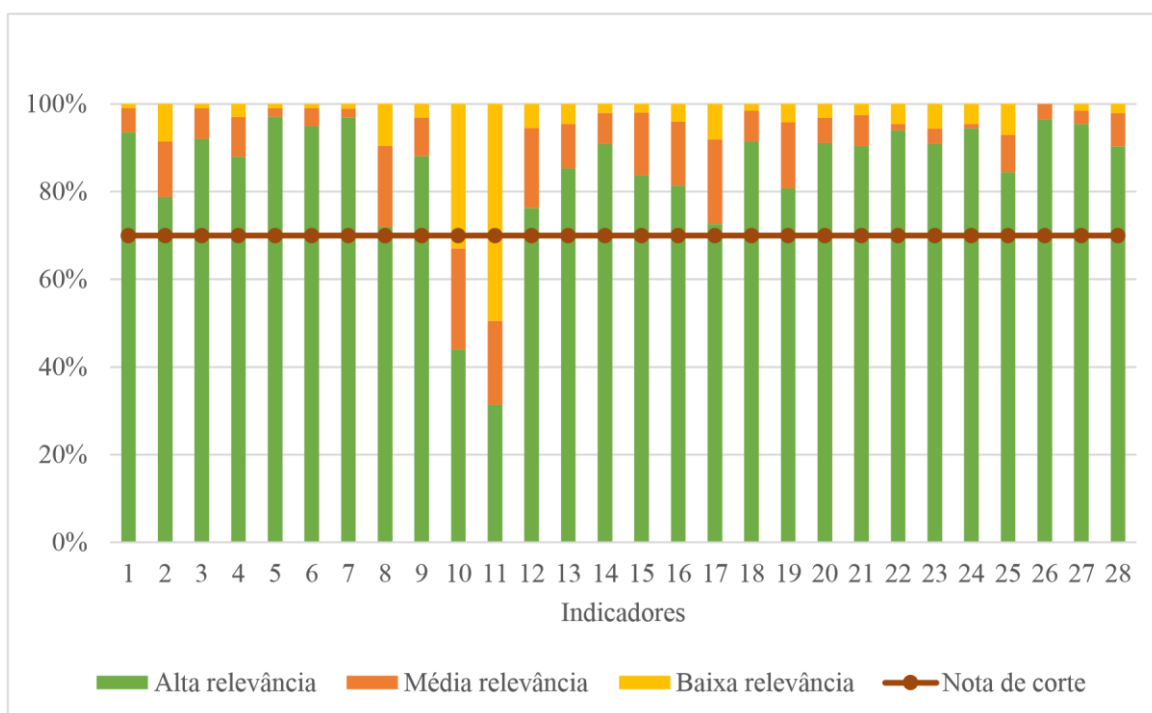
27. Plano de proteção e conservação de áreas remanescentes/protegidas (Áreas de Proteção Permanente, Reserva Legal).	2%	3%	95%	Sim
28. Áreas em recuperação natural e induzida (reflorestamento).	2%	8%	90%	Sim

Fonte: Elaborada pela autora.

Os especialistas consideraram que dois indicadores da dimensão ambiental não eram importantes para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Dessa maneira os indicadores: 10. ‘Uso de queima em áreas com declive acima de 12%’ e 11. ‘Uso de queima em áreas com declive inferior a 12%’ que receberam médias equivalentes a 56 e 68%, correspondem respectivamente a baixo e médio grau de relevância, foram desconsiderados como indicadores para avaliar a sustentabilidade.

Os demais indicadores ambientais alcançaram medias de aceitação acima de 72%, portanto 26 dos 28 indicadores propostos nesta dimensão foram validados com alta relevância para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar. No gráfico 4

**Gráfico 4** - Porcentagem de aceitação dos indicadores ambientais – dimensão ambiental



Porcentagem de aceitação dos indicadores da dimensão ambiental

Fonte: Elaborado pela autora.



Conforme apresentação dos dados, os especialistas do setor validaram 55 dos 57 indicadores propostos, e os consideraram importantes e muito importantes para avaliar a sustentabilidade do setor canavieiro na região Centro-Sul do Brasil.

#### **7.5.4 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE ACEITAÇÃO DOS INDICADORES CONSULTADOS, ENTRE O GRUPO DE ESPECIALISTAS DO SETOR ACADÊMICO E AGRÍCOLA**

Com a finalidade de demonstrar as diferenças mais significativas entre indicadores validados, foram selecionados indicadores que apresentaram diferença de aceitação de aproximadamente 10% entre o setor produtivo e acadêmico.

Em uma amostragem acima de 200 respondentes, 10% de aceitação equivale a um número considerável de participantes na pesquisa. Portanto, podemos considerar que 20 especialistas opinando de maneira diferente deve influenciar nos resultados da pesquisa, por isso iremos considerar tal diferença e relatar os possíveis motivos das divergências.

##### **7.5.4.1 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE ACEITAÇÃO DOS INDICADORES, ENTRE OS DOIS GRUPOS PESQUISADOS – DIMENSÃO ECONÔMICA**

Na dimensão econômica foi percebido que alguns indicadores apresentaram variação de aceitação entre os dois grupos consultados. Na tabela 20 são apresentados oito indicadores que apresentaram variação de aceitação de aproximadamente 10% entre o setor produtivo e acadêmico.

**Tabela 20** - Porcentagem de aceitação dos indicadores da dimensão econômica, pelos especialistas consultados

<b>Indicador</b>	<b>Acadêmicos</b>			<b>Setor Produtivo</b>			
	<b>Aceitação</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>
<b>4</b>		11%	20%	68%	3%	6%	91%
<b>5</b>		9%	22%	69%	3%	12%	85%
<b>14</b>		16%	27%	57%	9%	15%	76%
<b>15</b>		4%	17%	79%	9%	24%	67%
<b>17</b>		8%	21%	71%	0%	18%	82%
<b>18</b>		7%	23%	69%	3%	15%	82%
<b>19</b>		6%	21%	72%	3%	9%	88%

Fonte: Elaborada pela autora.

O indicador 4 que trata sobre ‘estoques reguladores’ foi considerado de baixa e média relevância por 31% dos respondentes acadêmicos. Por outro lado, 91% dos especialistas do setor produtivo avaliaram que este indicador é muito importante para o setor, pois estoques reguladores são fundamentais, já que estes assumem características de sustentação de preços deveriam estar atreladas não só aos objetivos das empresas, mas a políticas públicas.

O indicador 5 ‘relação entre investimentos de máquinas versus produção de cana e retorno do imobilizado’, foi considerado de baixa e média relevância por 31% dos especialistas acadêmicos enquanto 85% dos representantes do setor avaliaram este como importante, ou seja, somente 15% desses especialistas avaliaram o indicador como de baixa ou média relevância. De maneira geral, ambos os grupos de especialistas acreditam que a eficácia da mecanização torna o setor mais produtivo e competitivo. No entanto segundo eles, os prazos para mecanização em algumas regiões fizeram com que o setor se endividasse, assim seria importante promover estratégias de investimentos para atualizar o parque de máquinas considerando sua depreciação, tempo para substituição e maior eficiência quanto à liberação de poluentes.

O indicador 14 ‘compartilhamento de riscos de produção entre fornecedores e usinas’ foi avaliado por 76% dos especialistas do setor, como de alta relevância enquanto que somente 43% dos especialistas acadêmicos avaliaram este indicador como de baixa ou média relevância.

Segundo relatos dos acadêmicos, atualmente o relacionamento entre usinas e fornecedores tem sido muito positivo. Por outro lado, alguns grupos de associações de fornecedores, alegaram que produzem fibras e caldo, mas recebem apenas pelo primeiro enquanto os riscos dos demais subprodutos não são compartilhados. Dessa forma, segundo eles, talvez uma reformulação com relação ao compartilhamento dos riscos seria necessária para melhorar o relacionamento entre as usinas e fornecedores.

Quanto ao indicador de ‘reforma e/ou rotação de cultura para a próxima safra’, indicador 15, 79% dos acadêmicos avaliaram como muito importante enquanto 67% dos representantes do setor tiveram a mesma percepção. A diferença na porcentagem de aceitação do indicador, superior a 10%, pode estar ligada à crise atual do setor e a instabilidade climática das últimas safras. Conforme relatos, ambos os grupos de especialistas, consideram este um indicador muito importante tanto do ponto de vista social, econômico e agrícola. Porém, conforme relato dos representantes do setor produtivo, o

aumento na demanda por etanol impede a rotação de culturas em áreas próprias das usinas, por isso atualmente somente fornecedores de cana realizam este processo.

Para 29% dos acadêmicos o indicador de número 17 ‘avaliação da produção com base na decisão de mercado e/ou preços’ é pouco ou medianamente importante para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Para estes especialistas as avaliações de preços, devem ser baseadas de acordo com os interesses das usinas, com as necessidades de segurança nas quantidades produzidas e preços estabilizados. Assim há que se avaliar os riscos e a rentabilidade de cada produto final e não somente os preços dos mercados nacionais e internacionais.

O ‘uso de torta de filtro em substituição a adubação mineral’, indicador 18, foi considerado por ambos, mas em diferentes proporções, como altamente importante para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar, pois aumenta a rentabilidade dos canaviais e diminui os custos com aplicação de outros fertilizantes. Os 30% de acadêmicos que avaliaram este indicador como baixo ou medianamente importante, relatam que apesar dos benefícios seria necessário fazer a compostagem desse resíduo para evitar contaminação do solo.

Assim como a torta de filtro, o indicador 19 ‘uso da vinhaça para fertirrigação’ foi avaliado por 72% dos acadêmicos e por 88% dos representantes do setor como altamente importante. Os demais especialistas, acadêmicos e representantes do setor, que avaliaram este como um indicador de baixo ou média importância para a sustentabilidade alegaram que a vinhaça pode ter outros destinos mais nobres que a aplicação em campo.

Por fim apesar das diferenças de aceitação entre os grupos de especialistas todos os indicadores econômicos que foram validados com mais de 70% de aceitação.

#### **7.5.4.2 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE ACEITAÇÃO DOS INDICADORES, ENTRE OS DOIS GRUPOS PESQUISADOS – DIMENSÃO SOCIAL**

Com relação aos indicadores sociais as diferenças de aceitação não foram significativas a ponto de justificar tais desigualdades. Mesmo assim, ficou evidente que a preocupação em relação às perdas de emprego no campo, devido ao aumento da mecanização, foi citada apenas pelos produtores e usinas, e não pelos acadêmicos. A justificativa para esta diferença pode estar ligada à proximidade da relação entre os envolvidos do setor e estes trabalhadores.

Assim, para esta dimensão, especialistas do meio acadêmico e setor agrícola concordaram que os indicadores eram igualmente importantes para os dois setores com relação a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil.

#### 7.5.4.3 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE ACEITAÇÃO DOS INDICADORES, ENTRE OS DOIS GRUPOS PESQUISADOS – DIMENSÃO AMBIENTAL

Na tabela 21 são apresentados os indicadores que tiveram diferença de 10% de aceitação entre os grupos de respondentes do setor acadêmico e do setor produtivo.

**Tabela 21** - Porcentagem de aceitação dos indicadores da dimensão ambiental, pelos especialistas consultados

<b>Indicador</b>	<b>Acadêmicos</b>			<b>Setor</b>			
	<b>Aceitação</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>
<b>2</b>		5%	10%	85%	12%	15%	73%
<b>4</b>		6%	11%	83%	0%	6%	94%
<b>9</b>		6%	11%	83%	0%	6%	94%
<b>15</b>		4%	17%	79%	0%	12%	88%
<b>20</b>		3%	11%	85%	3%	0%	97%
<b>28</b>		1%	3%	96%	3%	12%	85%

Fonte: Elaborada pela autora.

Considerando a diferença de aceitação de aproximadamente 10%, na dimensão ambiental seis indicadores apresentaram resultado acima do percentual estimado, que foram:

Indicador 2: Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA);

Indicadores 4 e 9: Tipo de plantio e colheita utilizada;

Indicador 15: Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo;

Indicador 20: Uso de terraceamento adequado a declividade do solo e mecanização da colheita e

Indicador 28: Áreas em recuperação natural e induzida (reflorestamento).

Com relação ao indicador 2, que fala sobre a restrição a pulverização aérea, a diferença na porcentagem de ambos os setores pode estar atrelada a questão da falta de estudos relacionadas a aplicação, que é um ponto importante mencionado por ambos os

setores. Segundo os respondentes acadêmicos apesar de existirem produtos seguros aplicados nas lavouras, é importante utilizar os insumos racionalmente e realizar esse tipo de aplicação de maneira adequada para impedir que passivos sejam gerados na comunidade do entorno e evitar ações civis do ministério público.

Do ponto de vista dos especialistas do setor agrícola e industrial, realmente faltam pesquisas com relação à aplicação aérea, mas a demora na elaboração de novas normas pode provocar a diminuição da competitividade do setor, já que este tipo de aplicação é fundamental para a cultura.

Os indicadores 4 e 9 relativos ao ‘tipo de plantio e colheita utilizadas’ durante os processos agrícolas foram considerados por 94% dos especialistas do setor agrícola e industrial como muito importante para avaliar a sustentabilidade do setor canavieiro, assim como por 83% dos especialistas acadêmicos. Segundo relatos não é possível calcular, ainda, qual dos dois tipos de sistema, manual ou mecânico, é o mais sustentável. Segundo eles para realizar este cálculo deve-se considerar a localização da usina (região e estado), os aspectos agrícolas envolvidos na produção (aspectos culturais, tempo de produção, valor da terra, entre outros) além do custo e disponibilidade de mão de obra na região.

Por outro lado, os acadêmicos acreditam que apesar da mecanização ser inevitável, devido à escassez de mão de obra e as leis impostas para o fim da queima, há necessidade de melhoria da tecnologia utilizada tanto na colheita quanto no plantio da cana-de-açúcar. Segundo esses representantes as tecnologias usadas atualmente não são compatíveis com a realidade das lavouras brasileiras e, portanto, ainda necessitam de aperfeiçoamento para serem consideradas sustentáveis.

No indicador 15, referente à ‘reutilização da palhada ou palhiço’, a pequena diferença em relação a sua importância pode ser justificada devido a falta de consenso em relação a quantidade de palha deixada no campo, pois segundo relatos, existem poucos estudos relacionados ao tema. Os especialistas concordam que, entre os possíveis pontos a serem considerados, o clima da região deve definir a quantidade de palha a ser deixada no campo.

O indicador 20 mostra que 11% dos respondentes do setor acadêmico avaliam que ‘o uso de terraceamento adequado à declividade do terreno’ é medianamente importante para avaliar a sustentabilidade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul. Eles relatam que com o surgimento de novas técnicas de mecanização atreladas ao planejamento agrícola o terraceamento e as curvas de níveis vêm sendo eliminados em áreas mais planas de plantio.

No indicador 28 12% dos especialistas do setor acreditam que existe excesso de zelo em relação às questões ambientais, pois segundo eles a recuperação de uma determinada

área pode ser natural. Quanto aos custos de regeneração, estes não deveriam recair sobre o produtor e sim sobre o estado que em anos atrás incentivou a prática do desmatamento para maximizar a produção agrícola do país.

Por fim é importante salientar que com relação aos indicadores ambientais ficou evidente que a preocupação da academia em relação à sustentabilidade está ligada ao cumprimento das leis, normas e regras ambientais. Enquanto que, para o setor agrícola e industrial a maior dificuldade encontra-se na manutenção econômica da empresa, que reflete na preservação dos critérios de sustentabilidade construídos nos últimos anos e que devido à crise podem estagnar ou regredir dependendo do rumo das empresas.

#### **7.5.5 SUGESTÕES DE MUDANÇA, REALIZADA PELOS ESPECIALISTAS CONSULTADOS, AOS INDICADORES PROPOSTOS**

Durante a validação dos indicadores os especialistas poderiam opinar com relação ao tema e ao indicador. Desse modo, foram sugeridas algumas mudanças estruturais nos indicadores ambientais, aos indicadores econômicos e sociais não foram propostas nenhuma melhoria ou mudança. Na tabela 22 apresentamos as sugestões de mudança por parte dos especialistas consultados e as justificativas de aceitação ou não na mudança dos termos.

**Tabela 22** - Mudanças estruturais sugeridas pelos especialistas durante a validação dos indicadores

<b>Indicador descrito na pesquisa</b>	<b>Indicador sugerido pelos especialistas consultados.</b>	<b>Sugestão incorporada</b>	<b>Justificativa</b>
<b>1. Adequada destinação da vinhaça</b>	Substituição gradativa da fertirrigação de vinhaça por sua biodigestão ou aproveitamento energético de metano.	Não	O indicador fala sobre a destinação adequada da vinhaça no campo, que deve considerar as Normas do CONAMA, impostas a todas as usinas na região Centro-Sul do Brasil.

<b>2. Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA)</b>	Quantidade de pesticida utilizado por tonelada de cana produzida.	Não	Nesse indicador o que está em evidência é o uso ou não da pulverização aérea, suas restrições e benefícios, não a quantidade de pesticidas aplicados na cultura ao longo da safra.
<b>15.Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo.</b>	Utilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo.	Sim	A sugestão de substituição do termo 'reutilização' foi adequada, já que a palha será usada e não reutilizada.
<b>16.Emprego de técnicas de adubação verde</b>	Necessidade de cultivar oleaginosas nas áreas de reforma da cana.	Não	Para o contexto talvez a mudança no indicador pudesse causar confusão.
<b>Indicador descrito na pesquisa</b>	<b>Indicador sugerido pelos especialistas consultados.</b>	<b>Sugestão incorporada</b>	<b>Justificativa</b>
<b>17. Plano de plantio considerando o uso precursor da área.</b>	Seguir plano de plantio de acordo com as características regionais (ambiente de produção).	Não	Nesse indicador consideramos as terras que eram usadas para o plantio de outros tipos de culturas, alimentícias ou expansionistas, mas devido a mudanças na economia migraram para o cultivo de canade-açúcar.
<b>24.Redução do consumo de água no processamento da cana</b>	Quantidade de água gasta por litro de etanol produzido	Não	Apesar da pertinência a mudança na estrutura do indicador poderia ocasionar dificuldade na obtenção de valores compatíveis com os praticados nas usinas.

Fonte: Elaborada pela autora.

Assim conforme descrição na tabela acima duas sugestões de termos entre os indicadores validados foram aceitas, devido à pertinência das justificativas propostas. Dessa forma os indicadores finais validados por esta pesquisa são apresentados na tabela final de indicadores validados, tabela 23.



## 8 CONCLUSÃO

O objetivo geral desse trabalho foi o de caracterizar os sistemas de produção de cana-de-açúcar mais representativos da região Centro-Sul do país. Na direção desse objetivo geral alguns objetivos específicos tiveram que ser alcançados: primeiramente a conceituação dos temas, sustentabilidade e sistema de produção. Em seguida foi realizado um levantamento inicial com o intuito de elucidar as práticas agrícolas e de manejo mais sustentáveis utilizadas nos sistemas de produção e por fim foram levantados indicadores que podem auxiliar os produtores e o governo a embasar políticas públicas com informações técnicas legitimadas por especialistas da área.

Neste momento cabe salientar algumas características gerais e importantes que definem a conceituação dos temas levantados pelo estudo. Baseados nas informações coletadas nos questionários, encaminhado aos especialistas, os resultados mostraram que existe diferença em relação a contextualização do tema sustentabilidade entre os acadêmicos e produtores. Enquanto esses últimos tem uma visão prática e muito desenvolvida sobre o tema sustentabilidade, os acadêmicos avaliam a matéria de forma teórica, atribuindo valia apenas ao cumprimento das leis ambientais e sociais, omitindo preocupações como o desemprego causado pela modernização das lavouras.

Apesar dessas diferenças pontuais na conceituação os envolvidos admitem que o atual sistema de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul quando não faz uso de queima dos canaviais, quando utiliza técnicas de controle de tráfego nas áreas de cultivo, quando cumpre as leis trabalhistas nacionais e quando prioriza e privilegia o meio ambiente pode ser considerado sustentável.

Com relação as questões agrícolas abordadas, ficou evidente que os envolvidos visualizam as melhorias e benefícios trazidos pela mecanização e introdução de novas tecnologias no campo. Segundo resultados obtidos, os sistemas de produção de cana-de-açúcar têm incorporado tecnologias de ponta, entre elas o planejamento das atividades agrícolas, que consideram desde as características climáticas da região até a movimentação das máquinas agrícolas no campo, que se refletem em ganho da produtividade dos canaviais.

Quanto as técnicas utilizadas nos canaviais da região Centro-Sul, os dados levantados mostram que com relação aos plantio o duplo, direto e cultivo mínimo, são os métodos mais comuns utilizados sempre associado ao controle de tráfego.

Quanto a colheita, 90% dos respondentes afirmaram, que esta é totalmente mecanizada e crua na região, conseqüentemente a geração de bioeletricidade a partir do bagaço e restos vegetais, é considerada uma das principais características que demonstram a sustentabilidade da cultura. Além disso todos os respondentes concordaram que o consorciamento e a rotação com culturas alimentícias, tornaria o sistema de cana-de-açúcar mais sustentável e melhor visto pela sociedade, no entanto, admitem que a demanda intensa por etanol e açúcar inviabiliza o uso de tais métodos.

Sobre as características mais representativas dos sistemas de produção de cana-de-açúcar da região Centro-Sul foi possível estabelecer quatro grupos que são: os produtores artesanais, os fornecedores (pequenos, médios e grandes), as usinas (médias e grandes) e os grupos de usinas. Desses grupos apenas os produtores artesanais não cultivam cana-de-açúcar destinada a produção de açúcar e etanol. Os demais, sejam eles pequenos ou grandes produtores, usinas ou fornecedores, passaram a investir em técnicas de aprimoramento do preparo do solo e cultivo com o intuito de minimizar tanto impactos ambientais quanto sociais durante a produção da cana-de-açúcar.

Com relação ao objetivo específico de levantar indicadores para avaliar os sistemas de produção do Centro-Sul é importante salientar que devido a sua alta aceitação, quando se aborda a temática sustentabilidade, o método utilizado na seleção foi empregado de maneira a refletir os valores e crenças de principais envolvidos com o setor. Assim após rodadas de validação foram definidos 55 indicadores, como importantes para avaliar os sistemas de produção de cana-de-açúcar na maior região produtora, todos eles com conceitos de sustentabilidade implícitos.

Esses indicadores formulados e validados podem auxiliar as empresas, de produtores e fornecedores, a manter ou tornar suas atividades mais sustentáveis quando aliados ao processo de decisão, como no emprego de boas práticas agrícolas. Existe a possibilidade ainda, desses indicadores, orientarem empresas que não participam de certificações internacionais, mas que desejam buscar a promoção do desenvolvimento sustentável em suas atividades rotineiras.

Dessa forma espera-se que a conceituação dos temas realizados, os indicadores de sustentabilidade formulados, bem como a proposta de caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar ajudem os envolvidos a elucidar os pontos relevantes relacionados à sustentabilidade na agricultura e, assim, estimulem os setores produtivos a implementar medidas que melhorem a qualidade de vida da sociedade, do trabalhador e informem a sociedade sobre os impactos potenciais das práticas utilizadas na agricultura.

Consequentemente, baseado nas informações levantadas os órgãos competentes possam formular políticas públicas concisas para tornar o setor mais estável.

Finalmente a partir de todas as considerações tecidas neste capítulo e no trabalho como um todo, cabe deixar algumas sugestões para futuras pesquisas, como: avaliação de ferramentas selecionadas para trabalhar os indicadores propostos neste trabalho e validação de estudos comparativos, no tempo e espaço, para avaliação do grau de sustentabilidade utilizando os indicadores formulados neste trabalho.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D.; MORAES, L. A.; NASCIMENTO, E. N.; OLIVEIRA, R. A. Impacto social da mecanização da colheita de cana-de-açúcar. **Revista Medicina do Trabalho**. 15 jul. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Parte II Fontes Renováveis. Cap. 4 Biomassa. 2008.

AGROANALYSIS. 2013. **Perfil das novas regiões produtoras**. Disponível em: <[http://www.agroanalysis.com.br/materia\\_detalhe.php?idMateria=1518](http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=1518)>. Acesso em: 4 jan. 2014.

ALBUQUERQUE, A. G. **Avaliação exergética dos efluentes do processo industriais do álcool**. 2005. 63 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Ambiental, Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ALLEONI, L.R.F.; BEAUCLAIR, E.G.F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.52, n.3, set/dez 1995.

ALMEIDA JR., A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F.; SILVA, F. B. V.; GOMES, W. A. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.** vol.15 n.10. Campina Grande, Out.2011. Disponível em: <<http://migre.me/pwOKa>>. Acesso em: 3 fev. 2015.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ALTIERI, M. A. Sustainability and the rural poor: A latin américa perspective. In: **Food for the future: condicions ans contraditions of sustainability**. New York, 328p. 1993.

ALVES, F. Políticas pública compensatórias para a mecanização do corte de cana crua. **RURIS – Revista do centro de Estudos Rurais – UNICAMP**, v.3, n.1, 2009.

AMORIM, H.V.; LOPES, M.L. Ciência e tecnologia na seleção de leveduras para produção de etanol. In: Anais do simpósio Microrganismos em Agroenergia: da Prospecção aos Bioprocessos. Brasília, nov 2013.

ANSELMINI, R. **Tecnologia e cuidados básicos otimizam sistema de produção**. *Jornal Cana*. Ed. 239. 2013.

ANUÁRIO DA CANA (2013). Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/>>. Acesso em 4 fev de 2014.

APOLLIN, F.; EBERHART, C. **Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción em el medio rural: Guía metodológica**. Quito: Ed.Camaren, 1999.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

ASSAD, E.D. e ASSAD, M.L.R.C.L. Zoneamento agrícola e balanço de carbono. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A AGROPECUARIA BRASILEIRA, 1999, Campinas, SP. Mudanças climáticas globais e a agropecuaria brasileira: memória do workshop. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. p.27.

ASHLEY, P. A.; LIMA, P. R. S. A responsabilidade social nos negócios: um conceito em construção. In: P. A. Ashley. (Org.). **Ética e Responsabilidade Social nos Negócios**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS SUCROENERGÉTICAS DE MINAS GERAIS. SIAMIG. **Perfil da produção**. Disponível em: <<http://www.siamig.com.br/cache/Documentos/perfil.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTOS DE BIOENERGIA DE MATO GROSSO DO SUL. BIOSUL. Safra 2013/2014. **Primeira estimativa de produção**. Coletiva de imprensa, Campo Grandes/MS, 2013.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA DO PARANÁ (ALCOPAR). Disponível em: <[http://smartenergy.org.br/2014/images/palestras/08maio\\_tarde/1\\_Etanol\\_Miguel\\_Tranin.pdf](http://smartenergy.org.br/2014/images/palestras/08maio_tarde/1_Etanol_Miguel_Tranin.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2014.

BACCARIN, J.G. A desregulamentação e o desempenho do complexo sucroalcooleiro no Brasil. São Carlos, 2005, 287f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Engenharia de Produção.

BACCHI, M. R. P. **Estoques reguladores de álcool**. São Paulo, 20 abr. 2006. Disponível em: <<http://migre.me/pvNMr>>. Acesso em: 14 abr. 2014. Fonte: CONAB, 2011.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO (BNDES)/CENTRO DE ESTUDO ESTRATÉGICOS (CGEE). Bioetanol de cana-de-açúcar. Energia para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 1 ed., nov 2008.

BASSETTO, L. I. **A incorporação da responsabilidade social e sustentabilidade**: um estudo baseado no relatório de gestão 2005 da companhia paranaense de energia – COPEL. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 3, 2010. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010430X2010000300016&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010430X2010000300016&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 06 jan. 2011.

BASTOS, A.C.; MORAES, M.A.F.D. Perfil dos fornecedores de cana-de-açúcar na região centro-Sul do Brasil. **Rev. Informações Econômicas**. São Paulo, v.44, marc/abr 2014.

BELLEN, H.M.V. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

BENEDINI, M. S.; CONDE, A. J. Tecnologias para aumentar o ciclo de vida do canavial. **Revista Coplana** – Julho, 2008.

BERNARDO, S. Manejo da irrigação na cana-de-açúcar. **Alcoolbrás**, São Paulo, n. 106, p. 72-80, 10 out. 2006.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596 p.

BETTER SUGARCANE INITIATIVE LTD (BSI) **BSI public consultation standard**. Version 2. 2009.

\_\_\_\_\_. **Strategic Work Plan 2012-2017**. 2013.

BEZERRA, M. C. L.; VEIGA, J. E. **Agricultura sustentável**. PNUD Projeto BRA/94/016. Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi. 2000.

BOFF, L. **Sustentabilidade**. O que é – O que não é. Vozes. Petrópolis/RJ. 2012, 200 p.

BOSSEL, H. **Earth at a crossroads: paths to a sustainable future**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BRASIL. SECRETARIA-GERAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Compromisso Nacional para aperfeiçoar as condições de trabalho na cana-de-açúcar. Disponível em: <[Http://www.secretariageral.gov.br/aceso-ainformação/compromisso-nacional-para-aperfeiçoar-as-condicoes-de-trabalho-na-cana-de-acucar](http://www.secretariageral.gov.br/aceso-ainformação/compromisso-nacional-para-aperfeiçoar-as-condicoes-de-trabalho-na-cana-de-acucar)>. Acesso em 15 set 2014.

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

BRESSER-PEREIRA. L. C. **O conceito histórico de desenvolvimento econômico**. 2008.

BRUNDTLAND, G.H.; KHALID, M. et al. **Nosso Futuro Comum**. Comissão Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2ª.ed. FGV, 1991. 226p.

BRUSEKE, F.J. A economia da sustentabilidade: princípios. O problema do desenvolvimento sustentável. In: **Desenvolvimento e Natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. Recife, 1994. Instituto de Pesquisas sociais – Fundação Joaquim Nabuco.

CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. AIR RESOURCES BOARD. Detailed California-modified GREET pathway for Brazilian sugar cane ethanol. Version 2.1 February, 2009. Disponível em:

<[http://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/022709lcfs\\_sugarcane.pdf](http://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/022709lcfs_sugarcane.pdf)>. Acesso em:07 jan. 2015.

CAMPOS, D.C. **Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para sequestro de carbono**. 2003. 103f. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

CAMPOS, M. C. C. Planejamento agrícola e implantação de sistema de cultivo de cana-de-açúcar com auxílio de técnicas de geoestatística. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.13, n.3, p. 297 – 304, 2009.

CARDOSO, B.O. Avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção da cana-de-açúcar no estado de São Paulo: uma proposta metodológica e de modelo conceitual.São Carlos, 2013, 253f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. Programa de Biotecnologia. 2013.

CARVALHO, C. P. O. Novas Estratégias Competitivas para o Novo Ambiente Institucional. In: MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. **Agroindústria canavieira no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2002, p. 263-288.

CARVALHO, E. R.; VIAN, C. E. F.; BRAUN, M. B. S. A inserção da responsabilidade social no setor sucroalcooleiro: motivações e benefícios do comportamento socialmente responsável no setor.**Rev. Gepec**, v. 85903, 2011.

CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J. et al. **Cadeias produtivas e sistemas naturais** – prospecção tecnológica. Brasília, Embrapa, 1998. 564 p.

CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. **Cadeia Produtiva**: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. XXII Simpósio de Gestão a Inovação Tecnológica. Salvador, BA. 2002.

CASTRO, N. J.; DANTAS, G. A.; BRANDÃO, R. **Contribuição da bioeletricidade para sustentabilidade da economia paulista**. Encontro latino americano de Economia de La energia.Argentina, 2011.

CASTRO, R. A. O. Nova regulação do mercado de etanol e da indústria de biocombustíveis. **Anais...Universitas e direito PUCPR**. 17,18 e 19 de outubro, 2012.

CAVALCANTE, E. P.; PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar de latossolos da região de Araxá-MG. **Rev. Nucleus**, v.7, n.2, out. 2010.

CAVALCANTE. C. BEGOSSI, A. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. Cortez, 1997.

CLARO, P. B. O.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração (FEA-USP)**, São Paulo, v.43, n.4, p.289-300, out/dez, 2008.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA (CTC). Censo CTC. Safra 2013/2014. Brasil. **Rev. CTC**. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/censo13-14.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2015

\_\_\_\_\_. Censo varietal e de produtividade de 2012. Disponível em: <[http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/CTC\\_Censo2011-12baixa.pdf](http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/CTC_Censo2011-12baixa.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2014.

CESNIK, R.; MIOCQUE J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307p.

COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento do parlamento europeu e do conselho que estabelece um quadro para a rotulagem da eficiência energética e revoga a Diretiva 2010/30/EU. Bruxelas, 33p.,2015.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS (CPC). CPC 27- Ativo Imobilizado. Disponível em:< <http://www.cpc.org.br/CPC/Documentos-Emitidos/Pronunciamentos/Pronunciamento?Id=58>>. Acesso em: 13 ago 2013

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). NORMA TÉCNICA. CETESB P4.231/2006. **Vinhaça. – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo, 2006.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Resolução SMA – 88, de 19 de dezembro de 2008. – **Diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2006. Disponível em:< [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2008\\_Res\\_SMA\\_88.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2008_Res_SMA_88.pdf)>. Acesso em: 01 mai 2013.

CONCEIÇÃO, L.L.; SILVA, C.M. O controle biológico e suas aplicações na cultura de cana-de-açúcar. Campo Digital. Campo Mourão/PR, v.6, n.1, p.14-25, jan/jul 2011.

CONSELHO ESDAUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Dileberação Normativa COPAM N°164, de 30 de março de 2011. Disponível em:< <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=16794>>. Acesso em: 10 nov 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Conama n°382, de 26 de dezembro de 2006. Disponível em:<



<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 13 abr 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução Conama nº436, de 22 de dezembro de 2011. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=660>>. Acesso em: 14 abr 2013.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 09 jan 2014.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasília). **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar. 2º levantamento.** Brasília. 2013.

\_\_\_\_\_. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar.** V. 1, Safra 2014/2015, n.2, 2º levantamento. Brasília. Ago 2014.

\_\_\_\_\_. **Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil.** v. 5 – Safra 2011/2012. Disponível em:<<http://migre.me/pvNOY>>. Acesso em: 04 jan. 2015.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA. Cana-de-açúcar. Orientações para o setor canavieiro. Ambiental, fundiária e contratos. Coletânea Estudos Gleba nº 4. Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. Agronegócio é destaque da balança comercial no primeiro semestre. Brasília. Ed. 02, jul 2014.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ALCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CONSECANA). **Manual de Instruções.** Piracicaba/SP, 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – **CONAMA Resolução N°382/2006.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: set. 2014.

\_\_\_\_\_. Constituição (2006). Resolução nº 382, de 26 de dezembro de 2006. **Resolução Conama nº 382, de 26 de Dezembro de 2006.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em: 03 fev. 2015.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA N°0002, de 5 de junho de 1984. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=2>>. Acesso em 09 jan 2014.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA N°001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 09 jan 2014.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. Sistematização de área para a colheita mecanizada da cana-de-açúcar. **Rev. COPLANA**. N.23, p 23-25, 2008.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COOPER, D.R.; SCHINDLER, P.S. Métodos de pesquisa em administração. Tradução: ABREU, I. D. Ed. Bookman, 2011. 10 ed.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado) – Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://migre.me/pvNNn>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

CORREA, V.H.C. O desenvolvimento e a expansão recente da produção agropecuária no centro-oeste. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de economia. Campinas, 2013.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. Sistemas de produção 1. Cultivo do milho: manejo de solos. **Revista eletrônica Embrapa**. 2 ed. 2006.

DALKEY, N.C. **The Delphi method**: an experimental study of group opinion. RAND. Santa Monica, CA. Jun 1969.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **Concept of Agribusiness**. Boston: Havard University, 1957.

DE ARMAS, E, D. et al. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Rev.Quim. Nova**, v. 28, n. 6, p. 975-982, 2005.

DECRETO N° 10068 DE 06/02/2014. Diário oficial do Estado do Paraná. Disponível em:< <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=265471>>. Acesso em: 10 nov 2013.

DE SOUZA BORGES, T. K. et al. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.).**Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1862-1873, 2014.

DELGADO, P.R. Evolução do perfil do emprego no setor sucroalcooleiro paranaense. **Cadernos IPARDES**. Estudos e pesquisas. Curitiba, PR, v.2., n.1., p.44-57, jan/jul 2012.

DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM N° 164, DE 30 DE MARÇO DE 2011. (Estado). Constituição (2011). Deliberação Normativa n° 164, de 30 de março de 2011.

**Normativa Copam nº 164, de 30 de Março de 2011.** [S.I.], MG, Disponível em: <<http://migre.me/pvNPJ>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

DEPONTI, C.M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégias para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p.44-52, out/dez. 2002.

DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO (Estado). Constituição (2014). Decreto nº 10068, de 06 de fevereiro de 2014. **Decreto nº 10068 de 06/02/2014**. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=265471>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

DOMINGUES, A. T. **O setor agroindustrial canavieiro no Mato Grosso do Sul: desdobramentos e perspectivas.** Tamoios. Ano VII, nº2, 2012.

ELIA NETO, A. Gestão de recursos hídricos na Agroindústria canavieira. 2013. Disponível em: <[www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=12610505](http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=12610505)>. Acesso em: 02 fev. 2015.

EMATER. Governo de Goiás. **Área agrícola do Brasil é menor do que se supõe.** Disponível em: <<http://www.emater.go.gov.br/w/5839>>. Acesso em: 04 ago. 2014.

EMER, A. A.; SIMONETTI, D.; VALANDRO, K.; PERONDI, M. A. Sistema de produção agrícola. **Synergismus scyentifica**. UTFPR, Pato Branco, 3, v.1, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **NOTA TÉCNICA: Surtos de mosca-dos-estábulo em propriedades sucroalcooleiras e de produção pecuária.** Campo Grande, MS: EMBRAPA, 2015. Disponível em: <<http://migre.me/pvKdY>>. Acesso em: 07 mar. 2015.

ERHLS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma.** São Paulo, 1996.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (CNPAB). Seropédica/RJ, dez 1997.

EUR-LEX. ACCESS TO EUROPEAN UNION LAW. Directiva 2003/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 8 de Maio de 2003. Jornal Oficial nº L 123 de 17/05/2003 p. 0042 – 0046. Disponível em: <<http://migre.me/px1fV>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

FAGUNDES, M.B.B.; COSTA, C.L. Análise da competitividade da cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná. **Rev. de Economia e Agronegócio**. Viçosa. v.10, n.3, 2013.

FAO. **A agricultura e o desafio de até 2050 acabar com a fome mundial**. Disponível em: <[https://www.fao.org.br/vernoticias.asp?id\\_noticia=878](https://www.fao.org.br/vernoticias.asp?id_noticia=878)>. Acesso em: 13 jun. 2013.

FELTRE, C.; PAULILO, L.F.O. A pluralidade nas transações de cana-de-açúcar no oeste paulista. **RAC**. Rio de Janeiro, v.17, n.6, nov/dez 2013.

FERNANDES, C. B. S.; SHIKIDA, P. F. A.; CUNHA, M. S. O mercado de trabalho formal no setor sucroalcooleiro no Brasil. **REDES**. Ver. Des. Regional, Santa Cruz do Sul, v.18, n.2, p.177 – 192, mai/ago 2013.

FERNANDES, P. G. Formas de plantio de mudas de cana-de-açúcar no sistema meiosi. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 76p.

FERRACIOLI, K. G. O papel das certificações ambientais no setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo. Piracicaba, 2013. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2013. 368p.

FILHO, A. B., et al. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). *Arq. Inst. Biol., São Paulo* 70.3 (2003): 309-314.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 14 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. Food and agricultural commodities production. Countries by commodity. Sugarcane. 2013.

FORTES, C. **Produtividade de cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada e da decomposição da palhada em ciclos consecutivos**. 2010. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: 09: ago. 2013.

FRAGA, N.N.; FERRAZ, S. F. B. Avaliação dos estudos de impacto ambiental no setor sucroenergético em relação as águas superficiais. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n.1, p. 162 – 176, jan/mar. 2012.

FREDO, C. E.; OLIVETTE, M. P. A.; CASER, D. V.; VEIGA FILHO, A. A.; ROQUE, A. A. O. Mecanização na colheita da can-de-açúcar paulista supera 80% na safra 2012/2013. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, v.9, n.7, São Paulo, Jul de 2014.

FREDO, C. E.; VICENTE, M. C. M.; BAPTISTELLA, C. S. L.; VEIGA, J. E. R. Índice de mecanização na colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo e nas regiões produtoras paulistas. Junho de 2008. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=9240>. Acesso em: 15 jul 2014.

GALLOPÍN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. **Environmental Modelling & Assessment**. v. 1, n.3, 1996.

GAZZONI, D.L. **O impacto do uso da terra na sustentabilidade dos biocombustíveis. Documentos**. Embrapa Soja. N. 347. 2014. 80p.

GRABIANI, C.R. Inovações Tecnológicas na Cadeia Produtiva da Cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso do Sul. *Rev. Econ. e Adm. Campo Grande, MS*, v. 10, n. 21, p. 89106, mai./ago. 2009.

GILLASPIE, JR., A.G.; DAVIS, M.J. Ratoon stunting disease of sugarcane. IN: MUKHOPADHYAY, A.N.; KAMAR, J. ; CHAUBE, H.S.; SING, U.S. (ED.) *Plant disease o international importance, disease of sugar, forest, and plantation crops*. Englewood Cliffs: New Jersey, Prentice Hal, 1992. v.4. p.41-61.

GLIEM, J. A., GLIEM, R.R. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education, 2003.

GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP – GBEP. **The global bioenergy partnership sustainability indicators for bioenergy**. First edition. December 2011.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI). **Sustainability Report 2007/2008**. Bruxelas. 2007.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. GRI. **Princípios para relatos e conteúdos padrão**. Diretrizes G4. 2013.

GOES, T.; MARRA, R. A expansão da cana-de-açúcar e sua sustentabilidade. 2002. Embrapa Informática. Disponível em: <<http://migre.me/pwPOy>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

GUEDES, S. N. R.; TERCI, E. T.; PERES, M. T. M. O arrendamento como estratégia para enfrentar mudanças institucionais: um estudo com fornecedores de cana do estado de São Paulo. *Rev. Organizações rurais e agroindustriais, Lavras*, v.9, n.2, p. 229-240, 2007.

GUILHOTO, J.J.M.; FURTUOSO, M.C.O.; BARROS, G.S.C. O agronegócio na Economia Brasileira: 1994 a 1999. CNA Confederação nacional da Agricultura. **Relatório metodológico**. Piracicaba, set., 2000.

HAMMOND, A. et al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainability development**. World Resources Institute, Washington, 1995.

HIRAKURI, M.H., et al. Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, v.14, 2012.

IANNONI, A.P.; MORABITO, R. Análise do sistema logístico de recepção de cana-deaçúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta. Gestão e produção. São Carlos, v.9,n.2, p.107-128, ago 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA DE ESTATÍSTICA. IBGE. Indicadores IBGE. Estatística da produção agrícola. Setembro de 2013.

INSTITUTO ETHOS. Responsabilidade social empresarial e sustentabilidade para a gestão empresarial. 2011. Disponível em: <http://www3.ethos.org.br/cedoc/responsabilidade-social-empresarial-e-sustentabilidadepara-a-gestao-empresarial/#.VfBd8xFViko>>. Acesso em 02 fev 2014.

INSTRUÇÃO NORMATIVA CONJUNTA Nº 1, DE 9 DE FEVEREIRO DE 2012.

Disponível em:<

<http://www.cultura.gov.br/documents/10883/11300/INSTRU%C3%87%C3%83ONORMATIVA-1-de-09-02-2012.pdf/d98c7d82-d978-4f56-a99a-c0ecc754f88e>>. Acesso em: 14 jan 2014.

JACOBI, P. Educar para a Sustentabilidade: complexidade, reflexividade, desafios. In: **Revista Educação e Pesquisa**– vol. 31/2– maio-agosto 2005, FEUSP.

JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA. Directivas. DIRECTIVA 2009/28/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 23 de Abril de 2009. Disponível em: <<http://migre.me/px1uJ>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos avançados**. São Paulo, v.24, n.68, p.223-253, 2010.

LEHMAN, H., ANN CLARK,E., WEISE,S.F. Clarifying the definition of sustainable agriculture. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Vol. 6, n. 2, pp127-143, 1993.

LEI ESTADUAL SP Nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Disponível em:< <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=217>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

LEI ESTADUAL MS Nº 3404, de 30 de julho de 2007. Disponível em:<<http://www.mpambiental.org/?acao=legislacao-pop&cod=163>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

LEI FEDERAL Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 21 jun. 2014.

LEI FEDERAL N° 6.938, de 31 de agosto de 1981 Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 21 jun. 2014.

LEI FEDERAL N° 7.754, de 14 de abril de 1989 Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7754.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7754.htm)>. Acesso em: 12 jul. 2014.

LEI FEDERAL N° 7.802, de 11 de julho de 1989 Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm)>. Acesso em: 13 jul. 2014.

LEI FEDERAL N° 5.889, de 08 de junho de 1993. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L5889.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L5889.htm)>. Acesso em: 13 jul. 2014.

LEI FEDERAL N° 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 04 mai. 2014.

LEI FEDERAL N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em: 04 mai. 2014.

LEI FEDERAL N° 11.718, de 20 de junho de 2008. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111718.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111718.htm)>. Acesso em: 11 jul. 2014.

LEI FEDERAL N° 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 11 jul. 2014.

LINS, C.; SAAVEDRA, R. Sustentabilidade Corporativa no setor financeiro brasileiro. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, ago. 2007. 63p.

LUDWIG, B. Predicting the future: have you considered using the Delphi methodology? **Journal of Extension**. Wooster, OHIO, v. 35, n° 5, Oct 1997.

MACEDO, Z. Os limites da economia na gestão ambiental. **Revista margem**, São Paulo, n.15, p. 203-222, jun. 2002.

MALHEIROS, T.F.; COUTINHO, S. M. V. e PHILIPPI JR, A. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T.F. **Indicadores de sustentabilidade e Gestão Ambiental**. Manole. Barueri, 2012, 743 p.

MANZATO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar: Expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro. Brasil, 2009. Disponível em:<<http://migre.me/pxiQm>>. Acesso em: 3 ago. 2009.

MARIN, F.; NASSIF, D.S.P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Rev. Bras. de engenharia agrícola e ambiental**. Campinas Grande, v.17, n.2, 2013.

MARTINS, S. R. **Agricultura, ambiente e sustentabilidade: seus limites para a América latina**. CD-ROM/EMATER, 2001. 84p.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. Trad. Cláudia F. Falluh. São Paulo: Unesp, 2010.

MEADOWS, D. Thinking in systems. A primer. Edited by Diana Wright. 1ed.Chelsea Green Publishing Company. White River Junction. United States of America, 2008.

MEDIDA PROVISÓRIA N°2.166-67, DE 24 DE AGOSTO DE 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/mpv/2166-67.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm)>. Acesso em: 05 mai 2014.

MEDIDA PROVISÓRIA N °651, DE 9 DE JULHO DE 2014. Receita Federal. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/MPs/2014/mp651.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

MEDINA, C. C.; NEVES, C. S. S V. J.; FONSECA, I. C. B.; TORRETI, A. F. Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação. **Ciências Agrárias**, v.23, n.2, p. 179 – 184, jul/dez 2002.

MELLO, F.F.C. Estoques de carbono do solo na mudança de uso da terra para o cultivo de cana-de-açúcar na região Centro Sul do Brasil. 2012. 102f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MILAN, M. Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas. 2004. 100 f. Tese (Livre--Docência em Mecânica e Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MINAYO, M.C.S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, 17(3):621-626, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. Ministério. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/ministerio>>. Acesso em: 09 out. 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. Mapa e Ibama regulamentam aplicação aérea de agrotóxico. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2012/10/mapa-e-ibamaregulamentam-aplicacao-aerea-de-agrotoxico>>. Acesso em: 10 set. 2013.



MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. SEÇÃO IV. Acidentes de trabalho. Tabelas. Capítulo 31 Acidentes de trabalho. 31.7 Quantidade de acidentes do trabalho, por situação de registro e motivo, segundo o Setor de Atividade Econômica, 2011/2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Florestas do Brasil em resumo 2013:** dados de 2007-2012. / Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 2013.

\_\_\_\_\_. **Processo de Tarapoto sobre Critérios e Indicadores de Sustentabilidade da Floresta Amazônica:** Validação de 15 Indicadores Priorizados de Sustentabilidade da Floresta Amazônica. Brasília – DF. Relatório Final do Projeto FAO/TCP/RLA 3007(A) – Brasil. 1a ed. Brasília, DF, 2006.102p

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Legislação. **Norma Regulamentadora N° 24.** Portal do Trabalho e Emprego. Disponível em: <<http://migre.me/pwQsr>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Legislação. **Norma Regulamentadora N° 31.** Disponível em: <<http://migre.me/pwQpr>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

MONTEIRO, A.O.; FERREIRA, E.S. Projeto rotação de culturas - principais resultados obtidos. In: Seminário de Tecnologia Agrônômica, Piracicaba, 1986. Anais... São Paulo: **Copersucar**, 1986. p.87-200.

MORAES, E. E. Avaliação das perdas invisíveis de cana-de-açúcar (*Saccharum Spp.*) e impurezas vegetais na colheita mecanizada. 1992.124 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

MORAES, G. **Legislação de segurança e saúde no trabalho:** normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. v.1, ed.7. São Paulo: GVC, 2009.

MORAES, M. A. F. D.; FIGUEIREDO, M. G. ;OLIVEIRA, F. C. R.; DETOMINI, E. R. . Migração espontânea de trabalhadores no setor sucroalcooleiro. In: Anais do XLVI Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER, 2008, Rio Branco. Anais do XLVI Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2008

MORAES, M. A. F. D.; COSTA, C. C.; GUILHOTO, Joaquim José Martins; SOUZA, L. G. A. ; OLIVEIRA, F. C. R. . Externalidades sociais dos combustíveis. In: Isaias de Carvalho Macedo; Eduardo Leão de Sousa. (Org.). Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. 1 ed. São Paulo: UNICA, 2010, v. 1, p. 44-75.

MORAES, M.A.F.D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. **Econ. Aplic.** São Paulo, v. 11, n.4, out/dez, 2007.

MORAES, M. A. F. D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: Desafios e Oportunidades. **Revista de Economia Aplicada**. V. 11, n.4, p 605-619. São Paulo, 2007.

MOREIRA, C.A. **Desenvolvimento sustentável** – um conceito no limiar da utopia. 2005.

MOTA, J. A.;GAZONI, J. L.;REGANHAN, J. M.; SILVEIRA, M. T.; GÓES, G. S. Trajetória da governança ambiental. In: **Boletim regional e urbano**. IPEA. 2008.

MOTTA, G. P. O. Análise de alternativas e impactos para substituição do diesel por etanol no processo de produção sucroalcooleiro. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Trabalho de formatura). 2011.

MOURA, L. G. V.; ALMEIDA, J.; MIGUEL, L. A. Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas: um porco de pragmatismo. In: **REDES**, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Ed. UNISC, vol. 9, n. 2, pp. 133 – 155. 2004.

NACHILUK, K.; OLIVEIRA, M.D.M. Cana-de-açúcar: custos nos diferentes sistemas de produção nas regiões do estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.43, n.4, jul/ago 2013

NASCIMENTO, E.P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos avançados**. V.26, n.74. São Paulo, 2012.

NEVES, M.F.; CONEJERO, M.A. Sistema agroindustrial da cana: Cenários e agenda estratégica. *Econ. Aplic*, São Paulo, v.11, n.4, out-dez 2007.

NEVES. M. F; KALAKI, R. B.; GERBASI, T.; PINTO, M. J. A. **Cana-de-açúcar desenvolvimento econômico, social e ambiental**. Agroanalysis. Jan, 2014.

NORMA REGULAMENTADORA Nº24. Portal do trabalho e emprego. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-24.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

NORMA REGULAMENTADORA Nº31. Portal do trabalho e emprego. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D33EF459C0134561C307E1E94/NR31%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D33EF459C0134561C307E1E94/NR31%20(atualizada%202011).pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2014.

NOVA CANA. A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL (E NO MUNDO). Disponível em:<http://novacana.com/cana/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo/>. Acesso em 12 de jun de 2014.

\_\_\_\_\_. As usinas de açúcar do Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.novacana.com/usinas-brasil/>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

\_\_\_\_\_. As usinas de açúcar do Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.novacana.com/usinas-brasil/>>. Acesso em: 08 fev. 2015.

\_\_\_\_\_. As usinas de açúcar e etanol do Brasil. Disponível em: <<http://www.novacana.com/usinas-brasil/>>. Acesso em: 21 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Curiosidades sobre o etanol. Rev. Digital. Ribeirão Preto. Disponível em: <<http://www.novacana.com/etanol/curiosidades/>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Decreto sobre Reintegra é publicado, mas ainda falta regulamentação. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/etanol/impostos/decreto-reintegra-publicadoregulamentacao-150914/>>. Acesso em: 09 jul. 2014.

\_\_\_\_\_. Proalcool. História da indústria sucroalcooleira. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/proalcool/historia/proalcool-INDÚSTRIAsucroalcooleira.htm>>. Acesso em: 15 out. 2013.

\_\_\_\_\_. Usinas autorizadas pela ANP para produzir etanol. Disponível em: <<http://www.novacana.com/dados/usinas/autorizadas-pela-anp>>. Acesso em: 05 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. Usinas de açúcar e etanol ativas e inativas de acordo com o Ministério da Agricultura. Disponível em: <<http://www.novacana.com/dados/usinas/autorizadas-pelomapa>>. Acesso em: 5 jul. 2015.

\_\_\_\_\_. USO DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR E ETANOL.

2013. Disponível em: <http://www.novacana.com/cana-de-acucar/uso-agua-producao-cana-etanol/>. Acesso em 04 mar 2015.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. Directives. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council. L 140/16. 5/6/2009.

OLIVEIRA, M. C. et al. Disclosure of social information by Brazilian companies according to United Nations indicators of corporate social responsibility. **Rev. Contabilidade e Finanças**, São Paulo, v. 20, n. 51, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151970772009000300008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151970772009000300008&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 06 jan. 2011.

OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, R. S.; RIBEIRO, A.; ZOLNIER, S.; BARBOSA, M. H. P. Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais usando o Método ZAE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16. n.5. p.549-557, 2012.

ORGANIZAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA DA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL (ORPLANA). Perfil da produção dos fornecedores de cana-de-açúcar na safra

2009/2010. Piracicaba, 2010. Disponível em:< <http://www.orplana.com.br/perfil.html>>. Acesso em: 14 ago 2013.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Towards sustainable development**. Indicators to measure progress. Proceedings of the OECD Rome Conference. 2000.

PATERNINI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Rev. Estud. av.** vol 15. N43. São Paulo, Set/Dez. 2001.

PEDROSO JR., R. Arranjos institucionais na agricultura Brasileira: um estudo sobre o uso de contratos no sistema agroindustrial sucroalcooleiro da região Centro-Sul. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade.

PELOIA, P.R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Revista de engenharia agrícola**. Jaboticabal, v.30, n.4, p.681691, jul/ago 2010.

PERES, A. P.; TERCI, E. T. ; GUEDES, S. N. R. ; PERES, M. T. M. ; CORREA, A. M. C. J. ; SHIKIDA, P. F. A. ; BRUSTOLIN, R. . A complexidade e diversidade da categoria fornecedor de cana no Estado de São Paulo: o caso do município de Piracicaba SP. In: XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2004, Cuiabá-MT. XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Cuiabá-MT: SOBERUFMT, 2004. p. 258.

PEREZ, E. P.; CARVALHO JR., J. A.; CARROCCI, L. R. **Substituição do óleo diesel por álcool etílico hidratado na queima direta, uma comparação**. An. 6. Enc. Energ. Meio Rural 2006.

PINTO, R.; AFFÉRI, A.; ELIAS, A.; TRENTO, E. Plantio irrigado de cana de inverno é a melhor opção para renovar canais do Centro-Sul. **Projeto Cana pede água 2**. 2012.

PLS PROJETO DE LEI DO SENADO, N°621 DE 2011. Disponível em: <<http://migre.me/pwRZR>>. Acesso em: 10 out. 2014.

PORTARIA MINISTÉRIO DO INTERIOR (MINTER) 323.- 1978. Portaria MINTER, n° 323, de 29 de novembro de 1978. Disponível em:< <http://www.rcambiental.com.br/Atos/ver/PORT-MINTER-323-1978/>>. Acesso em: 10 nov 2013.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil. **Encarte das informações agronômicas**, n° 110, Jun de 2005.

PRESCOTT-ALLEN. Assessing progress toward sustainability: the system assessment method illustrated by the wellbeing of nations. **UICN**, 1999.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – CASA CIVIL. **Lei nº 11.241, de 19 de Setembro de 2002**. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas (Estado de São Paulo). Disponível em: <[tp://migre.me/pwPkI](http://migre.me/pwPkI)>. Acesso em: 07 fev. 2015.

\_\_\_\_\_. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto Lei nº 5452 de 1º de maio de 1943.

\_\_\_\_\_. Constituição (1977). Lei nº 6496, de 07 de dezembro de 1977. **Lei no 6.496, de 7 de Dezembro de 1977**, Brasília, 09 dez. 1977. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6496.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6496.htm)>. Acesso em: 22 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. Constituição (2007). **Decreto nº 6.961, de 17 de setembro de 2009**. Brasília, 18 set. 2009. Disponível em: <<http://migre.me/pwRQb>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. Constituição (2007). Lei nº 11.718, de 20 de julho de 2008. **Lei nº 11.718, de 20 de Junho de 2008**. Brasília, 20 jul. 2008. Disponível em: <<http://migre.me/pvNRR>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

RAMALHO, J. F. G. P.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindústrias. **Rev. Floresta e ambiente**. Vol. 8, n.1, p.120-129. Jan/Dez, 2001.

RAMOS, R. P.; SILVA, H. O. F. Modelo matemático para determinação do custo e produção de energia na cultura de cana-de-açúcar. **Rev. Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 27, n.1, jan/mar 2012, pag. 122-137.

REDCLIFT, M.R. Raised Bed Agriculture in Pre-columbian Central and South America: A traditional Solution to the Problem of ‘Sustainable’ Farming Systems? **Biological Agriculture & Horticulture**. Porto Alegre, vol 5, n.1, 1997.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, p. 49-134, 2007.

RENNINGS, K.; WIGGERING, H. Steps towards indicators of sustainable development: Linking economic and ecological concepts. **Ecological Economics**. V. 20, p 25-36. 1997.

RESOLUÇÃO SEMA nº076, de 20 de Dezembro de 2010 (D.O.E. PR. Nº8369 de 22/12/2010).

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. Catálogo Nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar. Curitiba. Março 2010. 136 p.

- RIPOLI, M. L. C.; RIPOLI, T. C. C. Sistemas de colheita. In: **Cana-de-açúcar**. DINARDO-MIRANDA, L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. 1 ed. Instituto agrônomo. 2010.
- RODRIGUES FILHO, S.; JULIANI, A. J. Sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Rev. Estudos Avançados**, vol.27, n. 78, São Paulo, 2013.
- RODRIGUES, R. Comunicação oral. O papel das cooperativas no agronegócio. V Congresso Internacional de Direito do Agronegócio. Perspectivas do setor rural no mercado globalizado. São Paulo, 2014.
- RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil. Instituto Vitae Civilis. Núcleo Amigos da Terra. Outubro 2006.
- RODRIGUES, R. A produção de alimentos em canaviais. In: PARANHOS, S.B., coord. **Cana-de-açúcar - cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, cap.II, p.505-516.
- RODRIGUES, W.R.; SOUZA, A.P. Análise econômica da sustentabilidade dos sistemas de colheita da cana-de-açúcar em Goiás. **Anais...** Sober. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/1228.pdf>>.
- ROMEIRO, A.R. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica**. Estudos avançados. V.26, n.74, pp. 65-92, 2012.
- ROSSETTO, A.J. Utilização agrônoma dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S.B. (Coord.) **Cana-de-açúcar – cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987, p 433-504.
- ROSSETTO, R. **Cana-de-açúcar**. Agência embrapa de Informação tecnológica. Disponível em: < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01\\_98\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_98_22122006154841.html)>. Acesso em: 14 ago de 2014.
- ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A.D. **Cana-de-açúcar**. Agência embrapa de Informação tecnológica. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01\\_74\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_74_22122006154841.html). Acesso em: 22 ago. de 2014.
- ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. **Revista Idea News**, v.8, ed. 98, p.78-90, Ribeirão Preto, 2008.
- ROUNDTABLE ON SUSTAINABLE BIOMATERIALS (RSB). Consolidated RSB EU RED. Principles & Criteria for Sustainable Biofuel Production. Genebra, 2013.

ROWE G.; WRIGHT, G. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. **International Journal of Forecasting**, n.15, v.4, 1999.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. **Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SANT'ANNA, A.C.; GRANCO, G.; BERGTOLD, J., CALDAS, M.M. Os desafios da expansão da cana-de-açúcar: como pensam e agem arrendatários e produtores? **RADAR/IPEA**. São Paulo, n.39, jun 2015.

SANTIAGO, A.D; ROSSETO, R. **Plantio mecanizado**. Agência Embrapa de Informação tecnológica. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01\\_74\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_74_22122006154841.html)>. Acesso em: ago. 2014.

SANTOS, et al. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.15, n.5, p. 443 – 449, 2011.

SANTOS, G. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidade produtiva na agricultura brasileira: elementos estruturais e dinâmicos da trajetória produtiva recente. IPEA. Texto para discussão. Rio de Janeiro, jun 2012.

SANTOS, H. S.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L.B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v.40, n.4, p. 454-461, out/dez. 2010.

SANTOS, M.A.L. Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): Um modelo de análise de decisão para o Estado de Alagoas. Piracicaba, 2005. 100p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

SCHLESINGER, S. **Dois caso sérios em Mato Grosso**. A soja em Lucas do Rio Verde e a cana-de-açúcar em Barra do Bugres. 1 ed. Mato Grosso, Brasil, 2013.

SCHOMAKER, M. Development of environmental indicators in UNEP. In: **Land Quality Indicators and their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development**, Rome, FAO, 1997.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Etanol Verde. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/protocolo-agroambiental/oprotocolo/>>. Acesso em: 15 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Lista de Unidades Agroindústrias do Setor Sucroenergético que requereram a renovação do Certificado Etanol Verde 2014. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/06/Lista\\_Usinas\\_querequereram\\_ao\\_protocolo\\_EV\\_site-04\\_06\\_14.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/files/2014/06/Lista_Usinas_querequereram_ao_protocolo_EV_site-04_06_14.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2014.

SECRETARIA GERAL. PRESIDENCIA DA REPÚBLICA. Compromisso nacional para aperfeiçoar as condições de trabalho na cana-de-açúcar. Disponível em:

<<http://www.secretariageral.gov.br/acesso-a-informacao/perguntas/compromissonacional-para-aperfeicoar-as-condicoes-de-trabalho-na-cana-de-acucar>>. Acesso em: 28 set 2014.

SHIKIDA, P. F. A.. A agroindústria canavieira no Paraná e seus aspectos locacionais: uma abordagem sobre o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. **Economia & Tecnologia**. Curitiba, v.26, jul-set 2011.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Aspectos da geração de tecnologia e a utilização dos principais produtos e subprodutos da agroindústria canavieira do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.36, n. 2, p.09-29, abr./jun. 1998.

\_\_\_\_\_. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **RBE**. Rio de Janeiro, 53 (1): 69-89. Jan/Mar. 1999.

SHIKIDA, P. F. A. GUEDES, S. N. R.; TERCI, E. T.; PERES, M. T. M.; PERES, A. P. ; BRUSTOLIN, R. . Impactos das transformações institucionais e do progresso técnico sobre os fornecedores de cana do Estado do Paraná. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**. Umuarama/PR, v. 6, n.1, p. 45-75, 2005.

SIGNOR, D.; P ; PISSIONI, L.L.M.; CERRI, C.E.P. Emissões de gases d efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**. Campinas, 2014.

SILVA, E. M. P.; SAKATSUME, F. A Política Brasileira de Biocombustíveis. In: Public Policies: The Brazilian Agriculture and Agro-Energy Polices. Agência Brasileira de Desenvolvimento industrial. Disponível em: <<http://migre.me/pwOeg>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

SILVA, E. S. A expansão do setor sucroenergético goiano no século XXI: Evolução e perspectivas futuras. Brasília. 2013. 246 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília.

SILVA, F. C.; COLETI, J. T.; STOLF, R. Impacto de los sistemas mecanizados sin quema en la producción agroINDÚSTRIAl de azúcar y energia. In: SILVA, F. C.; HERNÁNDEZ, C.; ITURRA, A. R. **Desarrollo sostenible de La producción de bioetanol y azúcar**. 428p. Madrid, Espanha. 2013.

SILVA, F. C.; DÍAZ-AMBRONA; C. G. H.; ITURRA, A. R. **Desarrollo sostenible de La producción de bioetanol y azúcar**. 428p. Madrid, Espanha. 2013.

SILVA, M.B. Desenvolvimento sustentável: um conceito em disputa, um direito a ser (re)afirmado. **Rev. Justiça do Direito**. Passo Fundo,v.23, n.1, 2009.



SILVA, M. A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, A. F. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLIN, O. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Rev. Bras. Eng, Agr. Amb.** v. 18, n.3, p. 241 – 249, 2014.

SILVA, M. A. M.; VERÇOZA, L. V.; BUENO, J. D. A imagem do etanol como ‘Desenvolvimento Sustentável’ e a (nova) morfologia do trabalho. **Caderno CRH**, v.26, n.68, p. 253-271, mai/ago 2013.

SILVA, T.F. Desenvolvimento de uma ferramenta de otimização para avaliar a expansão da transmissão de energia. 2014. 63f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, Bauru. 2014.

SINDICATO DA INDUSTRIA DE FABRICAÇÃO DE ETANOL DO ESTADO DE GOIAS (SIFAEG). Números do setor. Disponível em: <<http://www.sifaeg.com.br/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 03 jan de 2015

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS DO ESTADO DO MATO GROSSO (SINDALCOOL/MT). **Usinas devem reduzir queimadas**. Disponível em: <<http://www.sindalcool-mt.com.br/mostra.php?noticia=2572>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA (SAP). Secretaria do Meio Ambiente. Colheita mecanizada da cana cresce em São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

SORDI, R.A.; MANECHINI, C. Utilization of trash: a view from the agronomic and industrial perspective. **Rev.Scientia Agricola**, v.70, p.1-2, 2013.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R. **Administração de Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SMEETS, E.; JUNGINGER, M., FAAIJ, A., WALTER, A., DOLZAN, P. Sustainability of Brazilian bio-ethanol. Report. The Netherlands: Universiteit Utrecht. Copernicus Institute. Department of Science, Technology and society (NE), 2006. Report NWS-E2006-110.

SOUZA, Z. M., PRADO, R. M., PAIXAO, A. C. S., CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.3, p.271-278, mar. 2005.

STORINO, M. PECHE FILHO, A., KURACHI, S. A. H. Aspectos operacionais do preparo do solo. In: **Cana-de-açúcar**. DINARDO-MIRANDA, L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. 1 ed. Instituto agrônômico. 2010.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. **Modelos de indicadores de sustentabilidade**: síntese e avaliação crítica das principais experiências. *Saúde e Sociedade* v.15, n.1, p.84-95, jan-abr 2006.

TOKESHI, H. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) Controle de Doenças. In: Francisco Xavier Ribeiro do Vale, Laércio Zambolim, M. (Org.). *Controle de Doenças de Plantas: grandes culturas*. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. v. 2, p. 657-764.

TORQUATO, S. A. Sociedade Brasileira de economia, administração e sociologia rural (SOBER), 47, 2006, Fortaleza. **Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer**. Florianópolis: Anais, 2006. 1 v. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=7448>>. Acesso em: 20 out. 2014.

TORQUATO, S. A.; RAMOS, R. C. Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro Paulista: ações visando a preservação ambiental. **Instituto de economia agrícola**. n.6, v.7, 2012.

TUNSTALL, D. B. **Developing environmental indicators: definitions, frameworks, and issues**. World Resources Inst., Washington, DC (EUA), 1992.

TUROFF, M. The design of a policy Delphi. **Technological Forecasting and Social Change**. V. 2, Issue 2, page 149-171, 1970.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA – UDOP. Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira. Safra 2013/2014. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/index.php?item=safra>>. Acesso em: 14 jul 2014.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – ÚNICA. Goiás sobressai em meio à crise. Disponível: <<http://migre.me/pxCcH>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

\_\_\_\_\_. Indústria da cana do Centro-Sul intensifica investimentos em mecanização. Disponível em: <<http://migre.me/pxCih>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. São Paulo atinge mecanização de 83% da colheita da cana em 2013/2014. Disponível em: <<http://migre.me/pxCjx/>>. Acesso em: 5 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Consumo menor, vendas maiores. 2013. Disponível em: <<http://migre.me/pxCym>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Coletiva de imprensa. Dez de 2013.

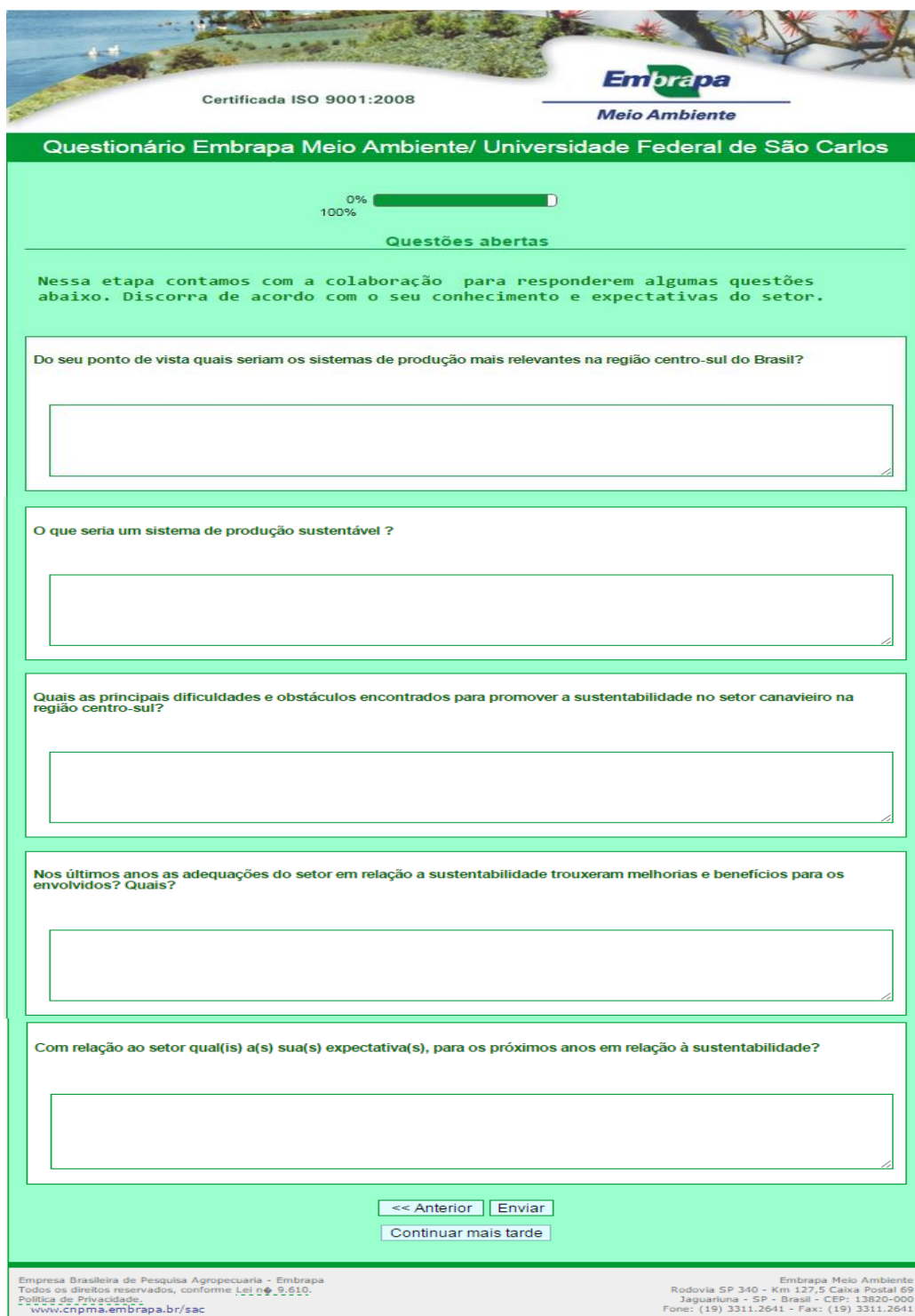
\_\_\_\_\_. Consecana. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/CONSECANA/>>. Acesso em: 03 jan. 2015.

- \_\_\_\_\_. Cresce o número de usinas certificadas pelo Bonsucro. Disponível em: <<http://migre.me/pxCn4>>. Acesso em: 23 set. de 2013.
- \_\_\_\_\_. Etanol mais de 40 usinas associadas à única UNICA podem exportar etanol para a Califórnia. Disponível em: <<http://migre.me/pxChy>>. Acesso em: 16 set. 2014.
- \_\_\_\_\_. Goiás sobressai em meio a crise. Disponível em: <<http://migre.me/pxCcH>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- \_\_\_\_\_. Indústria da cana do Centro-Sul intensifica investimentos em mecanização. Disponível em: <<http://migre.me/pxCkh>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- \_\_\_\_\_. Mudanças políticas e tributárias tornam o etanol mais vantajoso para a nova safra. Disponível em: <<http://migre.me/pxcch>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- \_\_\_\_\_. Coragem para retomar o etanol. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/palavrado-presidente/19418844920337715081/coragem-para-retomar-o-etanol/>>. Acesso em: 15 jul. 2014.
- \_\_\_\_\_. Protocolo Agroambiental. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/protocoloagroambiental/>>. Acesso em: 12 ago. de 2014.
- \_\_\_\_\_. Relatório de sustentabilidade. São Paulo. 2011.
- \_\_\_\_\_. São Paulo atinge mecanização de 83% da colheita da cana em 2013/2014. Disponível em: <<http://migre.me/pxCkO>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- \_\_\_\_\_. Moagem de Cana e produção de etanol – safra 2003/2004. Disponível em: <<http://migre.me/pxCII>>. Acesso em: 20 set. 2014.
- \_\_\_\_\_. Safra praticamente encerrada no centro-sul totaliza 531,35 milhões de toneladas. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/protocolo-agroambiental/>>. Acesso em: 30 jun. 2013.
- \_\_\_\_\_. Sustentabilidade: UNICA apresenta primeiro relatório de sustentabilidade GRI do agronegócio mundial. Disponível em: <<http://migre.me/pxCnV>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- \_\_\_\_\_. A sustentabilidade no setor sucroenergético brasileiro. 2015. Disponível em: <<http://migre.me/pvM4b>>. Acesso em: 04 mar. 2015.
- \_\_\_\_\_. UNICA, 2008. Diretiva europeia sobre biocombustíveis favorece exportações de etanol brasileiro. Disponível em: <<http://migre.me/pxDJG>>. Acesso em: 01 mar. 2015.
- \_\_\_\_\_. Sustentabilidade. Cresce o número de usinas certificadas pelo Bonsucro. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/1940474192039218077/cresce-numero-de-usinas-certificadas-pelo-bonsucro/>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

- VAN WIDENFELT, B. M. TREFFERS, P. D., DE BEURS, E., SIEBELINK, B. M., KOUDIJS, E. Translation and cross-cultural adaptation of assessment instruments used in psychological research with children and families. **Clinical child and family psychology review**, v. 8, n. 2, p. 135-147, 2005.
- VERDI, A. R. Dinâmicas e Perspectivas do Mercado da Cachaça. **Rev. Informações Econômicas**, v 36, n 2,p. 95- 98, 2006.
- VERGARA, S. C. Métodos de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas, 2005.
- VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G.; SOUSA, A.G. Agricultura e crescimento: cenários e projeções. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, jul 2011.
- VILCKAS, M. Determinantes da tomada de decisão sobre as atividades produtivas rurais: proposta de uma modelo para produção familiar. Dissertação (Mestrado). São Carlos, 2004. Universidade Federal de São Carlos. Departamento de Engenharia de Produção.
- VITTI, A.C., PRADO, H. Produtividade da cana-de-açúcar em função do ambiente e disponibilidade hídrica. **Pesquisa e Tecnologia**, vol. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.
- VITTI, G.G.; MAZZA, J.A Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Econômicas**. Piracicaba, 2002.
- WACLAWOVSKY, A.J.; SATO, P.M.; LEMBKE, C.G.; MOORE, P.H.; SOUZA,G.M. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. **Plant Biotechnology Journal**, n.8, 2010.
- WOUDENBERG, F. **An Evaluation of Delphi**. Technological Forecasting and Social Change 40, 1991.
- WRIGHT, J. T. C.; GIOVANAZZO, R. A. Delphi. Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**. São Paulo, v.1, n. 12, 2º trim. 2000.
- WÜNSCH, J. A. Diagnóstico e tipificação de sistemas de produção: procedimentos para ações de desenvolvimento regional. 1995. 179p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- WWF-BRASIL. Programa de agricultura e Meio Ambiente. **Análise da expansão do complexo agroindustrial canavieiro no Brasil**. Brasil, mai 2008.
- YAMADA, M. C. Modelagem das cadeias de atividades produtivas da indústria sucroalcooleira visando à aplicação em estudos de simulação. 1999. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

## ANEXOS

## ANEXO 1. Questionário para construção dos conceitos norteadores do projeto



Certificada ISO 9001:2008

**Embrapa**  
Meio Ambiente

**Questionário Embrapa Meio Ambiente/ Universidade Federal de São Carlos**

0%   
100%

**Questões abertas**

Nessa etapa contamos com a colaboração para responderem algumas questões abaixo. Discorra de acordo com o seu conhecimento e expectativas do setor.

Do seu ponto de vista quais seriam os sistemas de produção mais relevantes na região centro-sul do Brasil?

O que seria um sistema de produção sustentável ?

Quais as principais dificuldades e obstáculos encontrados para promover a sustentabilidade no setor canavieiro na região centro-sul?

Nos últimos anos as adequações do setor em relação a sustentabilidade trouxeram melhorias e benefícios para os envolvidos? Quais?

Com relação ao setor qual(is) a(s) sua(s) expectativa(s), para os próximos anos em relação à sustentabilidade?

<< Anterior Enviar  
Continuar mais tarde

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa  
Todos os direitos reservados, conforme Lei 9.610.  
Política de Privacidade:  
www.cnpma.embrapa.br/sac

Embrapa Meio Ambiente  
Rodovia SP 340 - Km 177,5 Caixa Postal 69  
Jaguaruna - SP - Brasil - CEP: 13820-000  
Fone: (19) 3311.2641 - Fax: (19) 3311.2641

**ANEXO 2. Lista de pesquisadores e especialistas do setor que participaram da consulta remota.**

**(Total de especialistas consultados – 233)**

	<b>Especialista</b>	<b>Instituição</b>
1	Ademar Ribeiro Romeiro	UNICAMP
2	Anderson de Toledo	IAPAR
3	André Elia Neto	UNICA
4	André Luis Squarize Chagas	USP
5	André Tosi Furtado	UNICAMP
6	Andréia Cristina Silva Hirata	APTA
7	Antônio Aprigio da Silva Curvelo	USP
8	Antônio Bonomi	CTBE
9	Antônio Marcio Buainain	UNICAMP
10	Antônio Pasqualetto	PUC
11	Antônio Ribeiro Fernandes Jr	UFSCAR
12	Araken Alves de Lima	INPI
13	Armando Caldeira-Pires	UNB
14	Arnaldo Nascimento	FINEP
15	Artêmio Ferreira Picanço Filho	UFG
16	Artur Yabe Milanez	BNDES
17	Arturo Alejandro Zavala	UFMT
18	Aryeverton fortes de Oliveira	EMBRAPA
19	Asdrubal de Carvalho Jacobina	CONAB
20	Bastiaan Philip Reydon	UNICAMP
21	Beata Eموke Madari	EMBRAPA
22	Bernardo Friedrich Theodor Rudorff	INPE
23	Caetano Brugnaro	UFSCAR
24	Camila Ortolan Fernandes de Oliveira	UNICAMP
25	Carla Grigoletto Duarte	USP
26	Carla Kazue Nakao Cavaliero	UNICAMP
27	Carlos Alberto Chuba Machado	UFGD
28	Carlos Alberto Labate	USP
29	Carlos Alberto Mathias Azania	IAC
30	Carlos Augusto Colombo	IAC
31	Carlos Eduardo Fredo	IEA
32	Carlos Eduardo Osorio Xavier	CONSULTOR
33	Carlos Eduardo Pellegrino Cerri	USP
34	Carlos Jose Loureiro	UFSCAR
35	Carlos Sergio Tiritan	UNOESTE
36	Carolina Mattos	Secretaria do meio Ambiente
37	Celso Aparecido Sarto	CTC

38	Celso Lus Rodrigues Vegro	IEA
39	Celso Torquato Junqueira Franco	UDOP
40	César Martoreli da Silveira	UNESP
41	Cinthia Cabral da Costa	EMBRAPA
42	Claudimir Pedro Penatti	CTC
43	Cleber Moraes	Consultor
44	Cleonice Borges de Souza	UFG
45	Conrado Augustus Melo	UNICAMP
46	Cristiane Aparecida Pelegrin Higuchi	UNESP
47	Cristiano Alberto de Andrade	EMBRAPA
48	Daniel Bertoli Gonçalves	UNISO
49	Daniel Capitani	UNICAMP
50	Daniel Duft	CTBE
51	Daniel Lobo	BONSUCRO
52	Daniel Nunes	IAC
53	David Augusto Peixoto Casiero	UNESP
54	Denis Piazzoli	MONSANTO
55	Denizart Bolonhezi	APTA
56	Diego H. S. Ferre	CTC
57	Diones Assis Salla	IFAC
58	Durval Dourado Neto	ESALQ
59	Edelclaiton Daros	UFPR
60	Edgar Gomes Ferreira de Beauclair	ESALQ
61	Edjane Gonçalves de Freitas	ESALQ
62	Edson Eiji Matsura	UNICAMP
63	Eduardo Luiz Machado	UNIFESP
64	Eduardo Leão de Sousa	UNICA
65	Eduardo Pereira Cabral Gomes	IB
66	Elimara Ap. Assad Sallum	UNICA
67	Estevão Vicari Mellis	IAC
68	Eugênio Ferreira Coelho	EMBRAPA
69	Fabiana Cunha Viana Leonelli	USP
70	Fabio César da Silva	EMBRAPA
71	Fabíola Cristina Ribeiro de Oliveira	UNIMEP
72	Fernando Beltrame	SYNGENTA
73	Fernando Cesar Bertolani	CTC
74	Fernando Oliveira Franco	UNESP
75	Flavio Carlos Dalchiavon	IFMT
76	Francisco Emilio Baccaro Nigro	USP
77	Francisco José da Costa Alves	UFSCAR
78	Frederico Yuri Hanai	UFSCAR
79	Gabriel José de Carvalho	UFLA
80	Gabriel Rodrigues Alves Margarido	USP
81	Gil Anderi da Silva	USP
82	Gil Raicher	YSI, INC

83	GlauCIA Mendes Souza	USP
84	Godofredo César Vitti	ESALQ
85	Guilherme de Azevedo Dantas	UFRJ
86	Guilherme Faganello Dressano	SYNGENTA
87	Guilherme Souza Berton	UFPR
88	Gulherme Silva	PUC
89	Hans Michael Van Bellen	UFSC
90	Heidy Rodriguez Ramos	UNINOVE
91	Helena Ribeiro	USP
92	Helenice Moura Gonçalves	EMBRAPA
93	Helio Francisco da Silva Neto	UNESP
94	Heloísa Burnquist	USP
95	Hermann Paulo Hoffmann	UFSCAR
96	Heroldo Weber	UFPR
97	Hildo Meirelles de Souza Filho	UFSCAR
98	Humberto Jose Kliemann	UFG
99	Isabella Clerici De Maria	IAC
100	Isaias de Carvalho Macedo	UNICAMP
101	Ismael Perina Junior	MAPA
102	Jailton da Costa Carneiro	EMBRAPA
103	Jairo Antônio Mazza	USP
104	Jeronimo Alves dos Santos	USP
105	João Eduardo A. Ramos da Silva	UFSCAR
106	Joaquim Eugênio Abel Seabra	UNICAMP
107	Joaquim José Maria Guilhoto	USP
108	Jolimar Antônio Schiavo	UEMS
109	Jorge Luís Mangolini Neves	USP
110	Jorge Mauricio Costa Mondego	UNICAMP
111	José Antônio Frizzone	USP
112	José Giacomo Baccarin	UNESP
113	José Gregório Cabrera Gomez	USP
114	José Luis Camargo Zambon	UFPR
115	Jose Luiz Rodrigues Torres	IFTM
116	José Mário Ferreira de Andrade	CETESB
117	José Mateus dos Santos	FEG
118	José Mauro Valente Paes	EPAMIG
119	José Nilton de Souza Vieira	MAPA
120	José Perez Rodrigues Filho	CTC
121	José Ramos Nogueira	APTA
122	José Rufato	SYNGENTA
123	José Salvador Simoneti Foloni	EMBRAPA
124	Júlio Kyosen Nakatani	MARKESTRAT
125	Katia Nachiluk	IEA
126	Katia Regina Evaristo de Jesus	EMBRAPA
127	Klaus Reichardt	ESALQ



128	Kleber Batista Pettan	USP
129	Laércio Alves de Carvalho	UEMS
130	Leila Luci Dinardo-Miranda	IAC
131	Leonardo Silva Antolini	USP
132	Leônidas Paixão Passos	USP
133	Lucas Tadeu Fuess	USP
134	Lucílio Rogerio Aparecido Alves	MAPA
135	Luis Antônio Dias Paes	CTC
136	Luis Carlos Trevelin	UFSCAR
137	Luis Felipe Villani Purquerio	IAC
138	Luís Fernando Guedes Pinto	IMAFLORA
139	Luís Gonzaga Araújo e Costa	CONAB
140	Luiz AlexAndré Kulay	USP
141	Luiz Antônio Corra Margarido	UFSCAR
142	Luiz Augusto Horta Nogueira	UNIFEI
143	Luiz Carlos Correa Carvalho	ABAG
144	Luiz Gustavo Antônio de Souza	ESALQ
145	Luiz Plinio Zavaglia	UFSCAR
146	Lungas Lopes Menezes	UFSCAR
147	Lurdineide de Araújo Barbosa Borges	UnB
148	Manoel Baltasar Baptista da Costa	UFSCAR
149	Manoel Policarpo de Castro Neto	MAPA
150	Manoel Regis Lima Verde Leal	CTBE
151	Marcelo Boamorte Raveli	UNESP
152	Marcelo Lopes de Moraes	UNOESTE
153	Marcelo Nicolai	AGROCON
154	Marcia Azanha Ferraz Dias de Moraes	ESALQ
155	Márcio Aurélio Pitta Bidoia	IAC
156	Marcio Henrique Pereira Barbosa	UFV
157	Marco Antônio Conejero	USP
158	Marcos A. Sanches Vieira	UFSCAR
159	Marcos Fava Neves	USP
160	Marcos Guimares de Andrade Landell	IAC
161	Marcos Milan	USP
162	Marcos Omir Marques	UNESP
163	Marcos Silveira Buckeridge	USP
164	Marcos Vinicius Folegatti	USP
165	Marcos Virgilio Casagrande	CTC
166	Maria de Fátima Andrade	USP
167	Maria Elisa Ayres G. Zagatto Pater	IAC
168	Maria Ester Dal-Poz	UNICAMP
169	Maria Teresa Mendes Ribeiro Borges	UFSCAR
170	Marineide M. Aguilera	UFSCAR
171	Mário Ferreira Campos Filho	SIAMIG
172	Marisa Zeferino Barbosa	IEA

173	Marli Oliveira	IEA
174	Mateus Carvalho Basilio de Azevedo	IAPAR
175	Maura S. T. Esperancini	UNESP
176	Mauro AlexAndré Xavier	IAC
177	Mauro Berni	UNICAMP
178	Mellissa Ananias Soler da Silva	EMBRAPA
179	Michele Vitolo	USP
180	Miguel Angelo Mutton	UNESP
181	Mirian Rumenos Piedade Bacchi	USP
182	Mônica Ferreira de Abreu	IAC
183	Nelson Antunes Junior	FGV
184	Nelson Carlos Rosot	UFPR
185	Nivaldo José de Castro	UFRJ
186	Octávio Antônio Valsechi	UFSCAR
187	Otávio Antônio de Camargo	IAC
188	Otávio Cavaletti	CTBE
189	Patricia A A Marques	USP
190	Paulo Afonso de André	USP
191	Paulo Cesar Doimo Mendes	FATEC
192	Paulo Roberto Gagliardi	UFS
193	Paulo Selegim Junior	USP
194	Paulo Sergio Graziano Magalhes	UNICAMP
195	Pedro Henrique de Medeiros Buso	EMBRAPA
196	Pedro Machado	UNICAMP
197	Pedro Ramos	UNICAMP
198	Pedro V. Marques	ESALQ
199	Piero Iori	UNESP
200	Priscila Rodrigues Gomes	USP
201	Rafael José Navas da Silva	USP
202	Raquel Castelucci Caruso Sachs	APTA
203	Regina Célia de Matos Pires	IAC
204	Rejane Ceclia Ramos	IEA
205	Ricardo Augusto de Oliveira	UFPR
206	Ricardo Augusto Dias Kanthack	APTA
207	Ricardo Balistiero	EAM
208	Ricardo Borges Gomide	MME
209	Ricardo de Gusmo Dornelles	MME
210	Rita Capra Vieira	ANP
211	Roberto Brandão	UFRJ
212	Ronaldo Maffeis	CEPAGRI
213	Ronaldo Severiano Berton	IAC
214	Rubismar Stolf	UFSCAR
215	Rudinei Toneto Junior	USP
216	Sebastião Neto Ribeiro Guedes	UNESP
217	Sérgio Alves Torquato	APTA

218	Sérgio Valdir Bajay	UNICAMP
219	Silvia Angélica D. de Carvalho	USP
220	Silvia Azucena Nebra	UFABC
221	Simone Georges El Khouri Miraglia	UNIFESP
222	Sizuo Matsuoka	Consultor
223	Sonia Carmela Falci Dechen	IAC
224	Suani Teixeira Coelho	USP
225	Tadeu Alcides Marques	UNOESTE
226	Tammy Aparecida Manabe Kiihl	IAC
227	Thiago Nogueira	FUNDAG
228	Thomaz Fronzaglia	IEA
229	Tito José Bonagamba	USP
230	Valeria Comitre	APTA
231	Zigomar Menezes de Souza	UNICAMP
232	Representante	ALCOPAR
233	Representante	BIOSUL

---

**ANEXO 3. Lista dos grupos de usinas da região Centro-Sul do Brasil convidadas a participar da consulta remota.**

**(Total 60 grupos que respondem por 172 usinas na região Centro-Sul).**

	<b>Grupo/Usina</b>	<b>Unidades</b>	<b>Estado(s)</b>
1	Abengoa Bioenergia	2	SP
2	Adecoagro	3	MS
3	Alfa Agroenergia	1	SP
4	Grupo Alta Mogiana	1	SP
5	Aralco	4	SP
6	Baldin Bioernegy	2	SP
7	Bambuí Bioenergia	1	MG
8	Biosev	13	MS, MG, SP
9	Bunge	8	MS,SP
10	Clealco Açúcar e Álcool S.A	2	SP
11	Companhia Mineira de Açúcar e Álcool	1	MG
12	Cooperativa Agroindustrial Nova Produtiva	1	PR
13	Cooperval Cooperativa Agroindustrial	1	PR
14	Della Coletta Bioenergia	1	SP
15	Denusa - Nova União	1	Goiás
16	Grupo Dasa	1	PR
17	Grupo CBAA	4	MS,SP
18	Grupo Dail/Clarion	1	PR
19	Grupo Colorado	2	SP
20	Grupo Farias	7	GO, SP
21	Grupo Jalles Machado	2	Goiás
22	Grupo Japungu	4	Goiás
23	Grupo Raízen	24	SP
24	Grupo Renuka	4	SP
25	Grupo São Martinho	4	GO, SP
26	Grupo Tercio Wanderley	5	MG
27	Grupo Tereos International	7	SP
28	Grupo Virgolino de Oliveira	4	SP
29	Grupo Vital Renewable Energy Co.	1	GO
30	Grupo Zilor	3	SP
31	Grupo Umoe Bioenergy	1	SP
32	Usina Agua Bonita	1	SP

33	Usina Batatais	1	SP
34	Usina Barralcool	1	MT
35	Usina Campestre	1	SP
36	Grupo Cocal	2	SP
37	Grupo Colombo	3	SP
38	Pedra Agroindustrial	1	SP
39	Grupo Açucareira Ester	1	SP
40	Grupo Furlan	2	SP
41	Usina Ipiranga	1	SP
42	Iracema Indústria e Comércio	1	SP
43	Usina J Pilon	1	SP
44	Usina Luso	1	PR
45	Grupo Aurélio Nardini	2	SP, GO
46	Grupo Nova América	3	SP
47	Usina Nova Galia Ltda	1	GO
48	Grupo Usina Rio Pardo	1	SP
49	Usina Santa Isabel	2	SP
50	Usina São Domingos	1	SP
51	Usina São Fernando	1	MS
52	Grupo São João	3	SP
53	Usina São Manoel	1	SP
54	Usina São Paulo	1	GO
55	Agro Industrial Vista Alegre	1	SP
56	Grupo Balbo	2	SP, MG
57	Usina Vale do Ivaí	4	PR
58	Grupo Vale do Verdão	4	GO
59	Viralcool Castilho	3	SP
60	Copersucar	9	SP,PR, GO

---

**ANEXO 4. Lista das associações de fornecedores de cana-de-açúcar da região Centro-Sul do Brasil convidadas a participar da consulta remota.**

**(Total de associações consultadas = 33)**

<b>Associação</b>	<b>Região</b>
1 AFOCAN (Associação dos Fornecedores de Cana da Alta Noroeste)	Andradina/SP
2 SULCANAS (Associação dos Fornecedores de Cana Sul-mato-grossense)	Angélica/MS
3 APCA (Associação dos Plantadores de Cana de Araçatuba)	Araçatuba /SP
4 APLANA (Associação dos Lavradores e Fornecedores de Cana de Araporã)	Araporã/SP
5 CANASOL (Associação dos Fornecedores de Cana de Araraquara)	Araraquara/SP
6 ASSOCANA (Associação Rural dos Fornecedores e Plantadores de Cana da Média Sorocabana)	Assis/SP
7 ASSOBARI (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Bariri)	Bariri/SP
8 AFIBB (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Igarajú)	Barra Bonita/SP
9 ACAER (Associação dos Canavieiros Entre Rios)	Cachoeira Dourada/GO
10 CANAUSSU (Associação Rural dos Fornecedores de Cana de Chavantes)	Chavantes/SP
11 ASSOCAP (Associação dos Fornecedores de Cana de Capivari)	Capivari/SP
12 APROVALE (Associação dos Produtores de Cana do Vale do Rio Grande)	Frutal/MG
13 AFOCANA (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de General Salgado)	General Salgado/SP
14 SOCICANA (Associação dos Fornecedores de Cana de Guariba)	Guariba/SP
15 ALFOCIG (Associação de Lavradores e Fornecedores de Cana de Igarapava)	Igarapava/SP
16 ASFORAMA (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Iturama)	Iturama/MG
17 ASSOCICANA (Associação dos Plantadores de Cana da Região de Jaú)	Jaú/SP
18 ASCANA (Associação dos Plantadores de Cana do Médio Tietê)	Lençóis Paulista/SP
19 APLACANA (Associação dos Plantadores de Cana da Região de Monte Aprazível)	Monte Aprazível/SP
20 ASSOVALE (Associação dos Fornecedores de Cana do Vale do Rio Paraguai)	Nova Olímpia/MT
21 NOVOCANA (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Novo Horizonte)	Novo Horizonte/SP
22 OLICANA (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Olímpia)	Olímpia/SP
23 ORICANA (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Orindiuva)	Orindiuva/SP
24 APCRO (Associação dos Plantadores de Cana da Região de Ourinhos)	Ourinhos/SP
25 PLISCANA (Associação dos Fornecedores de Cana da Região de Penápolis)	Penápolis/SP
26 AFOCAPI (Associação dos Fornecedores de Cana de Piracicaba)	Piracicaba/SP
27 AFOPORTO (Associação dos Fornecedores de Cana de Porto Feliz)	Porto Feliz/SP
28 APROCANA (Associação dos Fornecedores de Cana de Goiás)	Quirinópolis/ GO
29 APMP (Associação dos Produtores de Matérias-Primas para as Indústrias de Bioenergia de Goiás)	Rio Verde/GO
30 CANASBO (Associação dos Fornecedores de Cana de Santa Bárbara D'Oeste)	Santa Barbara D'oeste/SP
31 CANAOESTE (Associação dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo)	Sertãozinho/ SP
32 ASSOVALE (Associação Rural Vale do Rio Pardo)	Serrana/SP
33 AFCOP (Associação dos Fornecedores de Cana da Região Oeste Paulista)	Valparaíso/SP



## **ANEXO 5. Primeira proposta de caracterização dos sistemas produtivos de cana de açúcar na região Centro-Sul do Brasil.**

### **Orientação da caracterização: eficiência tecnológica\***

2ª. Versão: consolidada com equipe do projeto SustenAgro em reunião presencial realizada no CTBE no dia 1/Julho/2014

Presentes na reunião: Regis Leal, Sérgio Torquato, Rejane Ramos, Daniel Capitani, Daniel Duft, Pedro Gerber, Catiana Brumatti, Katia de Jesus

*(Segue tabela abaixo)*

\*Segundo Tolmasquim (1989) e Lion (1997) a palavra tecnologia significa modificar, produzir, transformar ou fabricar ferramentas. Dessa maneira dentro de um sistema produtivo a adequação de técnicas tradicionais a ferramentas mais modernas que diminuem o impacto sobre o solo, plantas e meio ambiente levam a eficiência tecnológica. E esta por sua vez proporciona benefícios à lavoura, como a menor compactação do solo ao meio ambiente, como o uso adequado de agrotóxicos, e diminuem as perdas de matéria prima e tempo no campo auxiliando no aumento da produtividade.

Um sistema eficiente deve considerar os aspectos sociais e ambientais interligados a questão econômica.

Características do Sistema Produtivo	Baixa eficiência		Média eficiência		Alta eficiência Cenário atual		Extremamente eficiente Cenário Futuro
	Baixo	Nível I	Nível II	Alta I	Alta II	Altíssima	
<b>Tipificação</b>							
Tipo de produtor	Fornecedor/usina	Fornecedor/Usina		Fornecedor/Usina		Usina/ Fornecedores	
Posse da terra	Própria	Própria		Própria / Arrendada / Parceria		Arrendada/Parceria/Própria	
Tipo de organização dos produtores	Produtor Independente	Produtor Independente e Usinas pequenas		Associação de produtores / Usina / (Produtor Independente em alguns casos)		Usinas / Novas Áreas ou Greenfields/ Produtores independentes	
Perfil de produtor / fornecedor	Até 50 ha para produtor Até 18 mil para usinas	50 ha até 1300 ha => produtores 18 mil ha até 30 mil => usina		1300 ha até 5 mil ha=> produtor 30 mil ha => usina		Acima de 30 mil ha	
<b>Interferência política</b>							
Legislações vigentes	Cumprimento da legislação de acordo com a realidade local	Cumprimento da legislação trabalhista e ambiental.		Cumprimento da legislação trabalhista e ambiental.		Cumprimento da legislação trabalhista e ambiental.	
<b>Componente industrial</b>							



Novos Processos Agrícolas e Industriais	<p><b>Agrícola</b> Variedades comerciais Sistema convencional de plantio e colheita</p> <p><b>Industrial</b> Não adoção de sistemas eficientes de processos industriais (Circuito aberto, caldeiras de baixa pressão, etc)</p>	<p><b>Agrícola</b> Variedades comerciais Sistema convencional de plantio e colheita, com introdução de sistema reduzido. Introdução da sistematização do solo e curvas de nível.</p> <p><b>Industrial</b> Circuito parcialmente fechado. - Planejamento de substituição de caldeiras.</p>	<p><b>Agrícola</b> Planejamento para emprego de outras culturas na entressafra da cana ou introdução de novas variedades que prolongam a produção; Prospecção para aproveitamento da palha para cobertura do solo e/ou produção de energia ou etanol de segunda geração.</p> <p><b>Industrial</b> Sistemas de circuito fechado. Melhora no processo de fermentação.</p>	<p><b>Agrícola</b> Desenvolvimento de novas variedades mais adequadas a mecanização e ambientes de produção. Gestão das operações mecanizadas; Planejamento, uso e conservação do solo.</p> <p><b>Industrial</b> -Melhoria de eficiência e aproveitamento das caldeiras; Novos usos e eficiência da vinhaça. Conceitos de biorefinarias. Controle de tráfego.</p>
	Uso de biomassa para produção de energia	Baixa eficiência	Baixa eficiência	Alta eficiência
<b>Componente agrícola</b>				
Preparo do solo	- Preparo Convencional; - Aplicação de insumos de modo inadequado. - Terraceamento convencional.	Preparo Convencional; Técnicas de conservação do solo; - Terraceamento dinâmico.	Preparo reduzido ou sistema conservacionista; - Preparo reduzido; Técnicas de conservação do solo com estudo do ambiente de produção; Novas técnicas de terraceamento uso de tecnologia da informação.	Cultivo mínimo, Plantio direto; Técnicas de conservação do solo com estudo do ambiente de produção com planejamento caso a caso; Novas técnicas de terraceamento.

Formas de manejo				
Mudas	Sem viveiro próprio para mudas.	Viveiro próprio: Nível I – sem todos os tratamentos; Nível II – com todos os tratamentos.	Viveiro próprio (mudas saudáveis e certificadas).	Viveiro próprio e outros modelos de produção de mudas (MPB, dentre outras).
Variedades	Sem diversidade de variedades nos talhões ou falta de adequação ao ambiente de produção.	Mapa de variedade adequada a realidade e ambiente de produção.	Planejamento com diversidade de variedades nos talhões.	Planejamento com diversidade de variedades nos talhões e cana energia.
Produtos fitossanitários	Sem planejamento para uso.	Sem planejamento para uso.	Uso controlado.	Uso controlado.
Controle de pragas	Sem planejamento para uso.	Sem planejamento para uso.	Monitoramento de doenças e pragas	Monitoramento de doenças e pragas.

## ANEXO 6. Lista de participantes das reuniões, para caracterização dos sistemas de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil



Meio Ambiente

### Reunião Técnica Validação da 1a. versão da caracterização do sistema de produção de cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil

**Local:** Centro de Tecnologia do Bioetanol – CTBE, em Campinas/SP

**Público:** Equipe do Projeto SustenAgro

**Parceiros:** Pesquisadores do CTBE, Unicamp, UFSCar, IEA, APTA e membros do projeto SustenAgro

**Coordenação:** Katia Regina Evaristo de Jesus e Catiana Regina Brumatti Zorzo - Embrapa Meio Ambiente

**Data:** 01-07-2014

**Horário:** 9h às 17h

**Plano de ação:** 0211010260006004

Nome	Instituição	E-mail
1. Regina Caelin Baum	IEA / SAA	regina@iea.usp.gov.br
2. Senaciov Alves Tavares	APTA - UPD Tietê	stave@apta.sp.gov.br
3. Regis Leal	CTBE	regis.leal@biocanal.org.br
4. Catiana R. Brumatti Zorzo	UFSCar / Embrapa	catianazorzo@gmail.com
5. Daniel Osbelini Duff	CTBE	daniel.duff@biocanal.org.br
6. Pedro Felipe Machado	UNICAMP	pedro.f97@fca.unicamp.br
7. DANIEL CAPITANI	UNICAMP	DANIEL.CAPITANI@FCA-UNICAMP.BR
8. Katia R. E. de Jesus	CNPMA	Katia.jesus@embrapa.br
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		



## **ANEXO 7. Avaliação externa da primeira proposta de “Caracterização dos Sistemas de Produção de Cana-de-açúcar no Centro-Sul”.**

### **Análise dos especialistas / agrônomos do CTBE: proposta de „Caracterização do Sistema de Produção de Cana-de-açúcar no Centro-Sul do Brasil“**

**Presentes:** Fabio Vale Scarpore, Henrique Coutinho Junqueira Franco e João Luís Nunes Carvalho, Daniel Duft, Regis Leal.

Local: CTBE

Data: 11/Julho/2014

Objetivo: Análise crítica da “Caracterização dos sistemas de produção de cana no Centro-Sul do Brasil”, resultado da reunião realizada no CTBE no dia 1/7/2014.

### **Proposta CTBE após rodada com especialistas**

No dia 11/07/14 no Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol foi realizada uma rodada de avaliação da proposta de caracterização dos sistemas de produção para cana-de-açúcar e serão relatadas a seguir as impressões dos especialistas sobre os tópicos propostos:

1. A divisão por eficiência não foi bem vista pois foram levantados pontos pertinentes que fazem essa estruturação parecer frágil. Na ideia original os produtores são tratados da mesma forma que as usinas e são colocados entre baixa e média eficiência, porém muitos produtores estão acima disso assim como muitas usinas abaixo.
2. A proposta é dividir em duas categorias distintas: Produtores e Usinas e entre essas categorias dividir por aderência às tecnologias e não tamanho de propriedade ou capacidade de moagem. Mesmo assim podemos subdividir as categorias por tamanho, sendo:

Produtores: Pequenos – fornecem até 10000 toneladas de cana

Médios – fornecem entre 10000 e 100000 toneladas de cana

Grandes – fornecem mais do que 100000 toneladas de cana

Usinas: Pequenas – Até 1 milhão de toneladas de cana moída na

safrá Médias – De 1 a 3 milhões de toneladas de cana

moídas

Grandes – mais de 3 milhões de toneladas de cana moídas

3. Elencar as Regiões Administrativas que apresentam predominância de cada tipo de sistema produtivo é arriscado, uma vez que o setor é bem pulverizado.
4. Em Processos Agrícolas:
  - a. Extensão de safra com sorgo não é feita, porém pode ser utilizada outra cultura.
  - b. Aproveitamento da palha é sim algo importante hoje em dia, desde que feita de forma sustentável;
  - c. Biochar ainda não é usado;
  - d. Principal indicativo de adoção tecnológica é o controle de tráfego;
5. Em Plantio e Colheita:
  - a. Mais uma vez o controle de tráfego e outras práticas conservacionistas são muito importantes;
  - b. Em colheita o máximo que é possível é a colheita de duas linhas, o restante não tem desempenho compatível com a realidade. O mais usual ainda é uma linha mesmo para boas usinas.
6. Em Preparo de Solo:
  - a. O que está em pauta é o uso de cultivo mínimo. Isso é feito sem que sejam necessárias operações de subsolagem ou gradagem, apenas a sulcação e o plantio;
  - b. Um preparo mais pesado apenas em locais onde há necessidade;
  - c. A palavra desmatamento é muito forte, o setor não desmata mais mesmo em áreas de cerrado;
  - d. Em áreas de expansão, a correção do solo além de química, ser feita com leguminosas é muito importante.
7. Em Rotação de Culturas:
  - a. A rotação pode ser classificada em 4 tipos:
    - i. Rotação com leguminosas com fim comercial (soja, feijão, amendoim);
    - ii. Rotação com leguminosas sem fim comercial(crotalaria);
    - iii. Rotação com não leguminosas (milho, sorgo);
    - iv. Pousio.
8. Em mudas:
  - a. Pode-se separar mudas em três tipos:
    - i. Viveiros de mudas pré-brotadas;
    - ii. Criadas em viveiros convencionais sem cuidados fitossanitários;
    - iii. Criadas em viveiros de mudas sadias; iv. Provenientes de áreas comerciais.
9. Em variedades:

- a. É importante destacar que o melhor é usar variedades que possuem maior desempenho em cada ambiente de produção;
  - b. Ainda não existem variedade transgênicas em uso comercial no mundo;
  - c. Cuidado ao usar nomes de marcas para designar tipos de variedades pois as variedades são temporais.
10. Em irrigação:
- a. Dividir em irrigação e fertirrigação;
  - b. Irrigação existe de dois tipos:
    - i. Suplementar;
    - ii. Salvamento
  - c. Fertirrigação funciona como salvamento e aplica-se vinhaça com intuito de corrigir áreas com deficiência de potássio.
11. Em retirada da palha:
- a. Deve-se aprofundar na discussão e usar apenas a binariedade de sim ou não.

Essas foram as constatações dos doutores Fabio Vale Scarpate, Henrique Coutinho Junqueira Franco e João Luis Nunes Carvalho, pesquisadores do CTBE.

## **ANEXO 8. Primeira proposta de indicadores apresentados aos especialistas do Projeto SustenAgro.**

---

### **Indicadores iniciais formulados**

---

- 1 Quantidade de matéria prima consumida por quilo de produto
- 2 Quantidade de kW/h por tonelada de cana (Geração de energia renovável (KW/h))
- 3 Uso de fontes de energia renovável
- 4 Geração de bioeletricidade
- 5 Comercialização da bioeletricidade (oferta de energia renovável)
- 6 Consumo de energia (kW/h) per capita
- 7 Consumo de Diesel/tonelada de cana (uso de diesel combustível)
- 8 Balanço líquido de energia
- 9 Participação na moagem de cana e produção de açúcar e etanol nacional
- 10 Relação % da produção total, de bioeletricidade, usado para autoconsumo
- 11 Uso de bagaço para cogeração de energia
- 12 Taxa de exportação de açúcar e etanol
- 13 Diversidade energética
- 14 Capacidade e flexibilidade no uso da bioenergia (bioeletricidade)
- 15 Intensidade energética
- 16 Infraestrutura e logística para distribuição da bioenergia
- 17 Uso total líquido da energia primária por quilo do produto
- 18 Energia usada no transporte da cana
- 19 Energia primária usada /tonelada de cana
- 20 Geração de resíduos radioativos
- 21 Reciclagem de resíduos
- 22 Carga de acidificação atmosférica por unidade-peso do produto
- 23 Resíduos sólidos gerados não perigosos
- 24 Produção de torta de filtro (kg/tc)
- 25 Produção de Cinzas (kg/tc)
- 26 Produção de bagaço (kg/tc)
- 27 Produção de etanol por safra
- 28 Produção de açúcar por safra
- 29 Conteúdo de açúcar recuperável
- 30 Total de açúcares fermentados - açúcar invertido
- 31 Total de vinhaça produzido/safra
- 32 Produtividade bruta de cana por hectare
- 33 Produtividade média por hectare
- 34 Moagem de cana por safra
- 35 Área própria utilizada para produção de cana(ha)
- 36 Área de fornecedores de cana (%)
- 37 Área de Arrendamentos (ha)
- 38 Área útil total plantada com cana (ha)
- 39 Área total em reforma para a próxima safra (ha)
- 40 Área total de rotação (ha)
- 41 Colheita mecanizada

- 42 Colheita manual sem queima
- 43 Colheita manual com queima
- 44 Faturamento safra/ anual
- 45 PIB per capita (Produto interno Bruto)
- 46 Balança comercial
- 47 Grau de endividamento
- 48 Taxa de investimento
- 49 Receita Bruta estimada
- 50 Apoio financeiro recebido do governo
- 51 Valor econômico direto gerado e distribuído
- 52 Cobertura das obrigações
- 53 Implicações financeiras, riscos e oportunidades
- 54 Importância relativa das exportações de açúcar e etanol
- 55 Capacitação e requalificação da mão de obra
- 56 Promoção da sustentabilidade econômica (valor adicionado/tonelada de cana)
- 57 Treinamento de funcionários em diversas áreas do seu serviço
- 58 Desenvolvimento e impacto dos investimentos em infraestrutura e serviços que visam o benefício público
- 59 Impactos econômicos indiretos significativos.
- 60 Plano de negócios que reflete o compromisso com a viabilidade econômica
- 61 Custos com pesquisa e extensão (% de vendas)
- 62 Nível de remuneração em relação a outras culturas
- 63 Privilégio para funcionários com baixa escolaridade
- 64 Capacidade de geração de empregos diretos e indiretos (número/safra)
- 65 Número de cidades que geram empregos para o setor
- 66 Capacidade de geração de empregos formais e informais (número/safra)
- 67 Ganhos efetivos no salário dos trabalhadores
- 68 Razão entre salário mais baixo e mais alto entre os trabalhadores
- 69 Políticas práticas e proporção de custos com fornecedores
- 70 Procedimentos para contratação local
- 71 Capacitação de mão de obra
- 72 Salário médio do trabalhador
- 73 Aumento da mecanização
- 74 Mecanização gera desemprego
- 75 Impacto da mecanização dos canaviais
- 76 Relação número de colhedoras por cana colhida/safra ton./máq/safra
- 77 Relação entre área sistematizada e área mecanizável (%)
- 78 Produtividade das colhedoras (ton/dia/máquina)
- 79 Área passível de mecanização (%)
- 80 Área total mecanizável (ha)
- 81 Área não mecanizável (%)
- 82 Produção de biopolímeros
- 83 Eficiência da Usina
- 84 Índice de desempenho da fábrica
- 85 Uso de adubação verde
- 86 Uso de combustível renovável em maquinários
- 87 Investimento em sustentabilidade empresarial



- 88 Geração de impostos/ano
  - 89 Tipo de Usina
  - 90 Capacidade de armazenagem em relação a produção
-

**ANEXO 9. Indicadores finais consolidados pela equipe do projeto do SustenAgro e encaminhados aos especialistas para validação.**

---

**Indicadores econômicos**

1. Infraestrutura disponível para produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração.
2. Utiliza ou investe em leveduras mais resistentes para melhor eficiência na produção de etanol.
3. Otimização do transporte da cana para a indústria
4. Ter estoques de combustível de modo a regular oferta/demanda do etanol e preços (estoques reguladores)
5. Relação entre investimento de máquinas versus produção de cana e retorno do imobilizado
6. Substituição gradativa do uso de diesel por combustível renovável na frota
7. Produção de bioeletricidade para consumo próprio e exportação
8. Plano de substituição das caldeiras antigas por caldeiras mais eficientes para cogeração de energia
9. Planejamento de safra
10. Planejamento agrícola observando as técnicas de manejo e épocas de plantio e colheita.
11. Plano de expansão da produção via melhoria da produtividade
12. Produtividade de cana por hectare
13. Índice de ATR (açúcares totais recuperáveis) por tonelada de cana.
14. Compartilhamento dos riscos de produção entre fornecedores e usina.
15. Reforma e/ou rotação de cultura para a próxima safra.
16. Planejamento logístico da cana do campo para a usina
17. Avaliação da produção (etanol/açúcar/bioeletricidade) com base na decisão de mercado e/ou preços
18. Uso de torta de filtro em substituição parcial a adubação mineral
19. Uso da vinhaça para fertirrigação (em substituição parcial a adubação mineral)
20. Investimentos em novas tecnologias e processos industriais que favoreçam uma produção mais limpa e sustentável

---

**Indicadores sociais**

21. Cumprimento a Norma Regulamentadora 24 que trata do bem-estar do trabalhador
22. Atendimento de requisitos de uso de equipamento adequado para aplicação de agrotóxicos de acordo com a Norma Reguladora 31
23. Existência de programas de capacitação e treinamento ao trabalhador
24. Cumprimento das leis trabalhistas de acordo com a Lei N°5.889/73\* acrescida da Lei N° 11.718/2008\* que tratam das relações de trabalho no setor rural.
25. Iniciativas ou ações que promovam o bem-estar da comunidade local de acordo com as normas de Responsabilidade Social Empresarial (RSE)
26. Rotina de treinamento em segurança do trabalhador
27. Remuneração compatível com piso salarial acordado entre sindicato e usina.
28. Formalização de emprego

---

**Indicadores ambientais**

29. Adequada destinação da vinhaça
30. Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA)
31. Emprego de técnicas para controle biológico de pragas
32. Tipo de plantio utilizado

33. Emprego de variedade adequada às condições de clima e solo
  34. Uso racional de insumos
  35. Plano de plantio de acordo com as características regionais (ambiente de produção)
  36. Renovação da área com cana utilizando rotação com culturas alimentares
  37. Tipo de colheita utilizada (Manual ou Mecanizada)
  38. Uso de queima em áreas com declive acima de 12%
  39. Uso de queima em áreas com declive inferior a 12%
  40. Controle de tráfego.
  41. Emissões absolutas de Gases de Efeito Estufa (GEE) ou gases associados
  42. Controle de emissões de acordo com as Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011
  43. Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo
  44. Emprego de técnicas de adubação verde
  45. Plano de plantio considerando o uso precursor da área
  46. Planejamento do ambiente de produção segundo aptidão pedológica ou edáfica
  47. Uso de torta de filtro na adubação orgânica em área com cana (plantio, soca, reforma)
  48. Uso de terraceamento adequado a declividade do solo e mecanização da colheita
  49. Atendimento a Lei nº 7.802/1989 que dispõe sobre o transporte, armazenamento, comercialização, destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos e afins.
  50. Estrutura adequada para instalação ou ampliação do reuso da água (circuito fechado)
  51. Possui outorga para captação de água segundo a norma vigente
  52. Redução do consumo de água no processamento da cana.
  53. Emprego de irrigação adequado a política de uso da água
  54. Cumprimento da Legislação ambiental vigente
  55. Plano de proteção e conservação de áreas remanescentes/protegidas (Áreas de Proteção Permanente, Reserva Legal)
  56. Áreas em recuperação natural e induzida (reflorestamento)
-

## ANEXO 10. Questionário no formato Delphi

O questionário foi hospedado no site da Embrapa Meio Ambiente e aplicado em rodada de consulta remota a especialistas, realizado no mês de abril/2015.

Rodada de Consulta Remota aos especialistas  
Projeto SustenAgro  
Embrapa Meio Ambiente

Dados pessoais do especialista:

E-mail:

Nome Completo

Sexo

Empresa

Profissão

Área de atuação

Tempo de atuação no setor

As respostas do presente questionário são baseadas na Escala Likert.

Lembre-se que os indicadores devem ser avaliados segundo seu grau de importância/relevância:

1- não importante

2- pouco importante

3- importante

4- muito importante

5- extremamente importante

Se possível acrescente sugestões a cada um dos indicadores.

### Dimensão Econômica

Analise os indicadores da Dimensão econômica e indique quais considera mais importante ou relevantes para a avaliação da sustentabilidade.

#### Atributo Unidade Industrial

1. Infraestrutura disponível para produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha: \_\_\_\_\_

2. Utiliza ou investe em leveduras mais resistentes para melhor eficiência na produção de etanol

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha: \_\_\_\_\_

#### Atributo Custos

3. Otimização do transporte da cana para a indústria

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha: \_\_\_\_\_

4. Ter estoques de combustível de modo a regular oferta/demanda do etanol e preços (estoques reguladores)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha: \_\_\_\_\_

5. Relação entre investimento em máquinas versus produção de cana e retorno do imobilizado

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha: \_\_\_\_\_

### **Atributo Energia**

6. Substituição gradativa do uso de diesel por combustível renovável na frota

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

7. Produção de bioeletricidade para consumo próprio e exportação

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

8. Plano de substituição das caldeiras antigas por caldeiras mais eficientes para cogeração de energia

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

### **Atributo Produtividade**

9. Planejamento de safra

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

10. Planejamento agrícola observando as técnicas de manejo e épocas de plantio e colheita

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

11. Plano de expansão da produção priorizando a melhoria da produtividade

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha:

12. Produtividade de cana por hectare

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

13. Índice de ATR (açúcares totais recuperáveis) por tonelada de cana

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

14. Compartilhamento dos riscos da produção entre fornecedores e usina

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

15.Reforma e/ou rotação de cultura para a próxima safra.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

16. Planejamento logístico da cana do campo para a usina.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

17.Avaliação da produção (etanol/açúcar/bioeletricidade) com base na decisão de mercado e/ou preços.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

### **Atributo Subprodutos**

18.Uso de torta de filtro em substituição a adubação mineral

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

19.Uso da vinhaça para fertirrigação (em substituição parcial a adubação mineral)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

### **Atributo Investimentos**

20.Investimentos em novas tecnologias e processos industriais que favoreçam uma produção mais limpa e sustentável.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

### **Dimensão Social**

#### **Atributo Saúde**

21.Cumprimento a Norma Regulamentadora 24 que trata do bem-estar do trabalhador

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

22.Atendimento de requisitos de uso de equipamento adequado para aplicação de agrotóxicos de acordo com a Norma Regulamentadora 31

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

#### **Atributo Capacitação**

23.Existência de programas de capacitação e treinamento do trabalhador

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

**Atributo Leis**

24. Cumprimento das Leis Trabalhistas de acordo com a Lei N° 5.889/73 acrescida da Lei N° 11.718/2008 que tratam das relações de trabalho no setor rural

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

25. Iniciativas ou ações que promovam o bem-estar da comunidade local de acordo com as normas de Responsabilidade Social Empresarial (SER)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

**Atributo Segurança**

26. Rotina de treinamento em segurança do trabalhador

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

**Atributo Empregos**

27. Remuneração compatível com piso salarial acordado entre sindicato e usina.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

28. Formalização de emprego

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

**Dimensão Ambiental****Atributo Gerais**

29. Adequada destinação da vinhaça

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

30. Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

31. Emprego de técnicas de controle biológico de pragas

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

**Atributo Plantio**

32. Tipo de plantio utilizado

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

33. Emprego de variedade adequada as condições de clima e solo

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

34. Uso racional de insumos

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

35. Plano de plantio de acordo com as características regionais (ambiente de produção)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

35. Renovação de área com cana utilizando rotação com culturas alimentares

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

### **Atributo Colheita**

36. Tipo de plantio e colheita utilizados (Manual ou Mecanizada)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

37. Uso de queima em áreas com declive acima de 12%

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

38. Uso de queima em áreas com declive inferior a 12%

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

39. Controle de tráfego.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

### **Atribuo Atmosfera**

40. Emissões absolutas de gases de efeito estufa (GEE) ou gases associados

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

41. Controle de emissões de acordo com as Resoluções CONAMA 382/2006 e 436/2011

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

### **Atributo Solos**

42. Reutilização da palhada ou palhiço oriundo da colheita para cobertura do solo 1

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_



43. Emprego de técnicas de adubação verde

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

44. Plano de plantio considerando o uso precursor da área

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

45. Planejamento do ambiente de produção segundo aptidão pedológica ou edáfica

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

46. Uso de torta de filtro na adubação em área com cana (plantio, soca, reforma)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

47. Uso de terraceamento adequado a declividade do solo e mecanização da colheita

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

48. Atendimento a Lei Nº 7.802/1989 que dispõe sobre o transporte, armazenamento, comercialização, destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos e afins.

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

### **Atributo Água**

49. Estrutura adequada para instalação ou ampliação do reuso da água (circuito fechado)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

50. Possui outorga para captação de água segundo norma vigente

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

51. Redução do consumo de água no processamento da cana

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

52. Emprego de irrigação adequado a política de uso da água

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

### **Atributo Biodiversidade**

53. Cumprimento da Legislação Ambiental vigente

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha \_\_\_\_\_

54.Plano de proteção e conservação de áreas remanescentes/protegidas (Áreas de Proteção Permanente, Reserva legal)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

55.Existência de áreas de recuperação natural e/ou induzida (reflorestamento)

1       2       3       4       5

Comente aqui sua escolha\_\_\_\_\_

## ANEXO 11. Formato do questionário on-line enviado aos especialistas para validação.

Certificada ISO 9001:2008

**Embrapa**  
Meio Ambiente

**Questionário Embrapa Meio Ambiente/ Universidade Federal de São Carlos**

0%  100%

**Dimensão Econômica - Atributo Unidade Industrial (1.1)**

*Por favor analise os indicadores desta dimensão e indique quais considera mais importantes ou relevantes para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana.*

As respostas do presente questionário são baseadas na Escala Likert. Responda indicando de 1 (não importante) à 5 (extremamente importante):

(1) Não importante  
(2) Pouco importante  
(3) Medianamente importante  
(4) Importante  
(5) Muito importante

Pedimos também a gentileza de nos dar sua contribuição para cada indicador/questão, no item "Comentário...". Nesse campo, é possível fazer sua consideração sobre o item questionado, mencionar alguma referência bibliográfica que acrescente ao nosso estudo ou ainda sugerir melhoria no texto do indicador de sustentabilidade apresentado na questão. Sua contribuição é valiosa para nós!

**1. Infraestrutura disponível para produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração.**

Escolha uma das seguintes respostas:

1  2  3  4  5

Por favor, coloque aqui o seu comentário:

**2** \*Infraestrutura corresponde a unidade de produção

**2. Utiliza ou investe em leveduras mais resistentes para melhor eficiência na produção de etanol**

Escolha uma das seguintes respostas:

1  2  3  4  5


Por favor, coloque aqui o seu comentário:

<< Anterior   Próximo >>

Continuar mais tarde

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa  
Todos os direitos reservados, conforme Lei n.º 9.610.  
Política de Privacidade:  
www.cnpma.embrapa.br/sac


Embrapa Meio Ambiente  
Rodovia SP 340 - Km 127,5 Caixa Postal 69  
Jaguariuna - SP - Brasil - CEP: 13820-000  
Fone: (19) 3311.2641 - Fax: (19) 3311.2641



Certificada ISO 9001:2008

---

**Questionário Embrapa Meio Ambiente/ Universidade Federal de São Carlos**



**Dimensão Ambiental - Atributo Gerais (3.1)**

---

*Por favor analise os indicadores desta dimensão e indique quais considera mais importantes ou relevantes para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana.*

As respostas do presente questionário são baseadas na Escala Likert. Responda indicando de 1 (não importante) à 5 (extremamente importante):

- (1) Não importante
- (2) Pouco importante
- (3) Medianamente importante
- (4) Importante
- (5) Muito importante

Pedimos também a gentileza de nos dar sua contribuição para cada indicador/questão, no item "Comentário...". Nesse campo, é possível fazer sua consideração sobre o item questionado, mencionar alguma referência bibliográfica que acrescente ao nosso estudo ou ainda sugerir melhoria no texto do indicador de sustentabilidade apresentado na questão. Sua contribuição é valiosa para nós!

**1. Adequada destinação da vinhaça.**

Escolha uma das seguintes respostas:

1     2     3     4     5

Por favor, coloque aqui o seu comentário:

**2. Atendimento à restrição da pulverização aérea para aplicação de maturadores (Instrução Normativa Conjunta 1/2012//DAS/MAPA).**

Escolha uma das seguintes respostas:

1     2     3     4     5

Por favor, coloque aqui o seu comentário:

**3. Emprego de técnicas para controle biológico de pragas.**

Escolha uma das seguintes respostas:

1     2     3     4     5

Por favor, coloque aqui o seu comentário:

<< Anterior
Próximo >>

Continuar mais tarde

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Todos os direitos reservados, conforme Lei n.º 9.610. Política de Privacidade <a href="http://www.cnpmia.embrapa.br/sac">www.cnpmia.embrapa.br/sac</a>	Embrapa Meio Ambiente Rodovia SP 340 - Km 127,5 Caixa Postal 69 Jaguariuna - SP - Brasil - CEP: 13820-000 Fone: (19) 3311.2641 - Fax: (19) 3311.2641
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## Questionário Embrapa Meio Ambiente/ Universidade Federal de São Carlos



### Dimensão Social - Atributo Saúde (2.1)

*Por favor analise os indicadores desta dimensão e indique quais considera mais importantes ou relevantes para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção de cana.*

As respostas do presente questionário são baseadas na Escala Likert. Responda indicando de 1 (não importante) à 5 (extremamente importante):

- (1) Não importante
- (2) Pouco importante
- (3) Medianamente importante
- (4) Importante
- (5) Muito importante

Pedimos também a gentileza de nos dar sua contribuição para cada indicador/questão, no item "Comentário...". Nesse campo, é possível fazer sua consideração sobre o item questionado, mencionar alguma referência bibliográfica que acrescente ao nosso estudo ou ainda sugerir melhoria no texto do indicador de sustentabilidade apresentado na questão. Sua contribuição é valiosa para nós!

#### 1. Cumprimento a Norma Regulamentadora 24\* que trata do bem estar do trabalhador.

Escolha uma das seguintes respostas:

- 1    2    3    4    5

Por favor, coloque aqui o seu comentário:

**?** \*A Norma Regulamentadora (NR) 24 estabelece critérios para uso de vestiários, cozinhas, alojamentos, condições de higiene e conforto durante as refeições, de acordo com as características da empresa. Entre os principais itens abordados, podemos destacar:

(...) 24.3.15.2 - atenção quanto ao local de realização das refeições; (...) 24.6.1 - atenção quanto as pausas das refeições e das pausas previstas durante a jornada de trabalho; (...) Item 24.6.2 - estabelece a orientação dos trabalhadores sobre a importância das refeições adequadas e hábitos alimentares saudáveis (...)

#### 2. Atendimento de requisitos de uso de equipamento adequado para aplicação de agrotóxicos de acordo com a Norma Regulamentadora 31

Escolha uma das seguintes respostas:

- 1    2    3    4    5

Por favor, coloque aqui o seu comentário:

**?** \*A Norma Regulamentadora 31 refere-se ao bem estar, segurança e saúde do trabalhador

<< Anterior   Próximo >>

Continuar mais tarde

**ANEXO 12. Características mais relevantes dos sistemas de produção na região Centro-Sul do Brasil, citadas durante a consulta, de acordo com os respondentes.**

---

**Características gerais do sistema de produção na região Centro-Sul**

---

1. Sistemas com base em engenharia e métodos de gestão;
  2. Que atendem as necessidades da população da região;
  3. Sistemas que flexibilizem a produção de açúcar e etanol;
  4. Que produzam etanol e bioeletricidade do bagaço e folhas;
  5. Sistemas que mantenham a produção de etanol de 1ª geração e iniciem a produção de etanol de 2ª geração;
- 

**Uso da água**

---

1. Uso racional da água;
  2. Sistemas de plantio em sequeiro na maioria das áreas de plantio de cana-de-açúcar;
- 

**Preparo e cuidados com o solo**

---

1. Sistemas de preparo e recuperação do solo;
  2. Uso de técnicas de conservação do solo;
  3. Utilizam grande quantidade de insumos (mudas, fertilizantes);
  4. Uso racional de agroquímicos;
  5. Uso de resíduos (torta de filtro e vinhaça) para complementação mineral;
  6. Incremento de matéria orgânica no sistema (rotação com leguminosas);
  7. Uso adequado da palha;
  8. Reforma sucedida de pousio;
  9. Uso de variedades adaptadas ao tipo de solo e clima;
  10. Planejamento do processo produtivo;
  11. Uso de técnicas de agricultura de precisão.
- 

**Atividades de plantio**

---

1. Planejamento de plantio;
  2. Sistemas mecanizados e semimecanizados;
  3. Sistema de plantio manual predominante em algumas regiões;
  4. Cultivo mínimo;
  5. Integração com outras culturas e/ou pecuária em esquema de consorciamento;
  6. Plantio duplo combinado 1,50 x 0,50 com preparo do solo profundo.
- 

**Colheita – principais tipos que ocorrem na região Centro-Sul do Brasil**

---

1. Mecanizada com controle de tráfego.
  2. Mecanizada em sistema de produção de plantio de cana de ano e meio, renovada a cada 5 cortes.
  3. Colheita de cana crua (manual e mecanizada).
- 

**Características sociais e ambientais dos sistemas de produção do Centro-Sul**

---

1. Certificações ambientais necessárias;
  2. Manejo integrado e biológico de pragas;
  3. Sistemas que priorizem a conservação do meio ambiente, aliado à produção de cana economicamente viável em que a saúde e bem-estar do trabalhador prevaleça;
  4. Sistemas de produção sustentáveis, em termos ambientais e sociais, não somente aqueles que cumprem as legislações vigentes;
  5. Sistema que remunera o produtor e respeita as leis trabalhistas;
  6. Sistema que considera a relação 80 ou 100% de cana de fornecedores e 20 ou 0% das usinas ou terras arrendadas;
-

**ANEXO 13. Principais dificuldades e obstáculos encontrados para a implantação da sustentabilidade nos sistemas de produção de cana na região Centro-Sul de acordo com os especialistas consultados (acadêmicos e produtivo).**

---

**a) Dificuldades gerais**

---

1. Dificuldade cultural;
2. Instabilidade comercial;
3. Cenário econômico do país, atrelado às dificuldades econômicas do setor;
4. Falta de uma perspectiva de longo prazo para o setor;
5. Falta de planejamento energético;
6. Falta de incentivos;
7. Falta de comprometimento do setor com a pesquisa agrícola;
8. Altos encargos;
9. Baixos investimentos;
10. Desequilíbrio dos preços relativos, devido às políticas de subsídios setoriais e controle de tarifas;
11. Fragmentação do sistema;
12. Dependência de insumos importados para produção, gerando altos custos e incertezas;
13. Deficiência logística;
14. Altos custos de produção;
15. Elevação do custo da mão de obra devido a questões sociais e trabalhistas;
16. Altos valores de repasse dos custos dos investimentos necessários para aumentar a sustentabilidade;
17. O conceito de *triple bottom line* ainda não está presente na maioria das empresas;
18. Conhecimento de boas práticas agrônomicas, deixadas de lado pelas unidades para ganhar tempo e alimentar a indústria;
19. Grandes propriedades visando altíssimos lucros;
20. Motores *flex* pouco competitivos;
21. Vínculo ao preço da gasolina ao preço do etanol;
22. Desequilíbrio dos preços relativos devido às políticas de subsídios setoriais e controle de tarifas.

---

**b) Dificuldades para implantação das legislações vigentes**

---

1. Dificuldades de cumprir o novo Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012) devido à dificuldade de entendimento;
2. Alto custo para atendimento das legislações ambientais e trabalhistas;

---

**c) Dificuldades para obter financiamentos agrícolas**

---

1. Necessidade de financiamentos subsidiados, com juros abaixo dos atuais, como no resto do mundo;
2. Refinanciamento dos prazos das dívidas atuais;
3. Clareza para obtenção de financiamentos do sistema produtivo;

---

**d) Dificuldades devido ao alto custo de produção**

---

1. Para adaptação do plantio da cana-de-açúcar nas propriedades rurais;
2. Equipamentos agrícolas (tratores, caminhões, colheitadeiras e plantadoras);
3. Implantação de sistemas de certificação para produto e produtores sustentáveis.

---

**e) Dificuldades em relação a mão de obra**

---

1. Escassez de mão-de-obra qualificada e especializada;
2. Dificuldade de obtenção e/ou retenção de mão-de-obra qualificada;
3. Alto custo da mão de obra dos trabalhadores;

4. Carência de capacitação técnica dos engenheiros atuantes no setor;
5. Ausência de empenho dos atores do sistema.

---

**f) Dificuldades quanto a infraestrutura**

---

1. Necessidade de diversificação da pauta de produção para reduzir dependência de açúcar e etanol.
  2. Necessidade de viabilizar o plantio em plantações em terrenos com declividade acima de 12% e em áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização
  3. Avaliar melhor o consumo de água e a necessidade de irrigação com a expansão da área cultivada para a área Centro-Oeste,
-



**ANEXO 14. Principais adequações, em relação a sustentabilidade, citadas pelos especialistas consultados em rodada remota que trouxeram melhorias ao sistema produtivo de cana-de-açúcar.**

---

**a) Benefícios ambientais**

---

1. Monitoramento, manutenção e/ou recuperação de áreas verdes (matas ciliares, remanescentes de florestas, reservas legais, corredores ecológicos);
  2. Suspensão e diminuição da queima;
  3. Respeito ao código florestal;
  4. Uso racional dos recursos naturais;
  5. Aumento de animais selvagens, graças ao aumento de áreas preservadas;
  6. Menor demanda de água;
  7. Sistemas eficazes para tratamento de vinhaça;
  8. Revalorização dos resíduos (vinhaça, torta de filtro, cinzas, bagaço, palha e ponteiros);
  9. Uso racional de insumos como vinhaça e torta de filtro;
  10. Descontinuidade do lançamento de efluentes em córregos, lagos e rios;
  11. Implantação de caldeiras de alta eficiência;
  12. Sistemas eficazes de lavagem da cana que reduzem água;
  13. Diminuição das emissões de gases;
  14. Melhoria na qualidade do ar das cidades próximas aos canaviais;
  15. Diminuição no uso dos agrotóxicos;
  16. Uso de controle biológico;
  17. Uso de práticas de manejo mais eficientes (plantio direto, convencional, adubação orgânica, rotação de culturas);
  18. Aperfeiçoamento dos estudos edafoclimáticos.
- 

**b) Benefícios sociais**

---

1. Melhor distribuição de renda dos trabalhadores;
  2. Reabsorção da mão de obra do campo para outros setores;
  3. Atendimentos às normas de segurança e bem-estar do trabalhador;
  4. Atendimento às legislações trabalhistas;
  5. Diminuição do trabalho temporário;
  6. Ampliação na formação e treinamento dos trabalhadores;
  7. Melhorias sociais na comunidade local.
- 

**c) Benefícios econômicos**

---

1. Reaproveitamento da palha e restos vegetais do campo para produção de bioeletricidade;
  2. Produção de bioeletricidade para consumo próprio e exportação;
  3. Aumento da produtividade da cana-de-açúcar por hectare;
  4. Maior economia com custeio e plantio;
  5. Maior eficiência no processamento da cana da indústria, graças a investimento em infraestrutura;
  6. Abertura de novos mercados;
  7. Profissionalização das empresas (deixando de ser familiares) e modernização do parque industrial;
  8. Melhoria nas tecnologias agrícolas e industriais;
  9. Investimentos e inovação em máquinas agrícolas;
  10. Investimentos em pesquisa para produção de álcool de terceira geração;
  11. Incentivo à produção de novas variedades de cana-de-açúcar.
-