

## Estudos Avançados



Todo o conteúdo deste periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons. Fonte:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000200013&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000200013&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 04 dez. 2020.

## REFERÊNCIA

RODRIGUES FILHO, Saulo; JULIANI, Antonio José. Sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 78, p. 195-212, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000200013>.

Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000200013&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000200013&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 04 dez. 2020.

# Sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo

*SAULO RODRIGUES FILHO e ANTONIO JOSÉ JULIANI*

## Introdução

OS CONCEITOS de desenvolvimento e de sustentabilidade passam por processo de refinamento e de rediscussão e o debate intensifica-se em diferentes fóruns, com o objetivo de provocar reflexão que privilegie a construção de novas visões, principalmente no que se refere à questão energética global.

Tais discussões contribuem para o aperfeiçoamento dos referidos conceitos, porém contrastam com o histórico dos níveis de desenvolvimento e de sustentabilidade existentes em diversas partes do mundo. A literatura científica especializada tem enfatizado a discussão sobre a produção agroenergética como forma de redução das emissões de gases de efeito estufa, particularmente, das emissões veiculares. A discussão sobre a produção dos biocombustíveis está centrada em argumentos que abarcam a inclusão social, a segurança alimentar, as manifestações de interesses corporativistas setoriais nacionais e internacionais, e também as questões ambientais (Vianna et al., 2006; 2007; 2008).

A intensificação da mitigação das emissões de gases de efeito estufa decorrente da substituição do uso de combustíveis fósseis pelo uso dos combustíveis renováveis pode se constituir em atributo favorável à utilização dos biocombustíveis em escala mundial. Os combustíveis líquidos derivados do petróleo deverão permanecer como a principal fonte de energia mundial no setor de transportes até o ano de 2030 (IEO, 2009). O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar é considerado uma das alternativas de energia renovável com melhor custo/efetividade para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (IEA, 2005).

Existem preocupações relacionadas com o atendimento das demandas interna e externa de biocombustíveis, que apontam na direção do avanço da monocultura de cana-de-açúcar e de seus respectivos impactos sociais e ambientais no território nacional. Tal fato requer atenção especial de representantes do governo brasileiro, do setor privado e da população em geral.

Esse contexto de avanço da monocultura de cana-de-açúcar e de seus respectivos impactos sociais e ambientais no Brasil é importante oportunidade para o envolvimento de diversos atores, nacionais e internacionais, no processo de

discussão sobre a cadeia produtiva do etanol no país, com o objetivo de adoção de práticas produtivas mais sustentáveis.

O uso de biocombustíveis em escala global poderá representar contribuição aos esforços internacionais para redução das emissões de gases de efeito estufa, por representar alternativa renovável em relação ao uso de combustíveis fósseis. Contudo, a sustentabilidade ambiental não se limita à redução das emissões de gases de efeito estufa, aos avanços tecnológicos ou ao enquadramento legal da atividade de produção de biocombustíveis. A sustentabilidade requer maior responsabilidade, austeridade e equidade nos padrões mundiais de produção, de consumo e do uso da energia.

Este artigo tem o objetivo de avaliar a sustentabilidade ambiental dos 306 municípios do Estado de São Paulo, que cultivam a de cana-de-açúcar em seus territórios, em áreas superiores a cinco mil hectares. Para o alcance desse objetivo propõe-se um Sistema de Avaliação da Sustentabilidade (SAS) composto por indicadores socioeconômicos e ambientais dos referidos municípios.

Os indicadores de sustentabilidade são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. São instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável (IBGE, 2008).

Indicadores com algum grau de agregação são necessários para monitoramento da sustentabilidade. As informações devem ser agregadas, enquanto os dados devem ser agrupados por dimensões sociais, espaciais ou por setores industriais. A generalização deve obedecer à regra de que o indicador capture problemas eventuais de forma clara e concisa (Bellen, 2006).

### **Caracterização da área de estudo**

Os municípios paulistas avaliados neste artigo apresentavam área plantada com cana-de-açúcar acima de cinco mil hectares, em seus territórios, no período correspondente à safra 2007/2008. A área total ocupada com as plantações de cana-de-açúcar nesses municípios era de 5.103.819,16 ha e correspondia a 93% da área total das plantações de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, que correspondiam a 5.497.139,08 ha (SAA, 2010).

A produção paulista de cana-de-açúcar na safra 2007/2008 foi de 346,3 milhões de toneladas, o que correspondeu a 53,3% da produção nacional, enquanto a produção paulista de etanol foi de 16.722.478 milhões de metros cúbicos e correspondeu a 60,6% da produção nacional (MAPA, 2009).

O consumo brasileiro de etanol anidro e hidratado, em 2008, foi de 19,58 bilhões de litros. Já as exportações brasileiras de etanol no mesmo ano foram de 5,12 bilhões de litros e geraram divisas da ordem de US\$ 2,4 bilhões (MME, 2010). Os principais destinos das exportações brasileiras de etanol foram os Países Baixos, a Jamaica, os Estados Unidos, a Índia, o Japão e o Reino Unido (MDIC, 2010).

Na Figura 1 são apresentados os municípios avaliados na pesquisa.

Municípios do Estado de São Paulo com plantações de cana-de-açúcar com área superior a 5.000ha

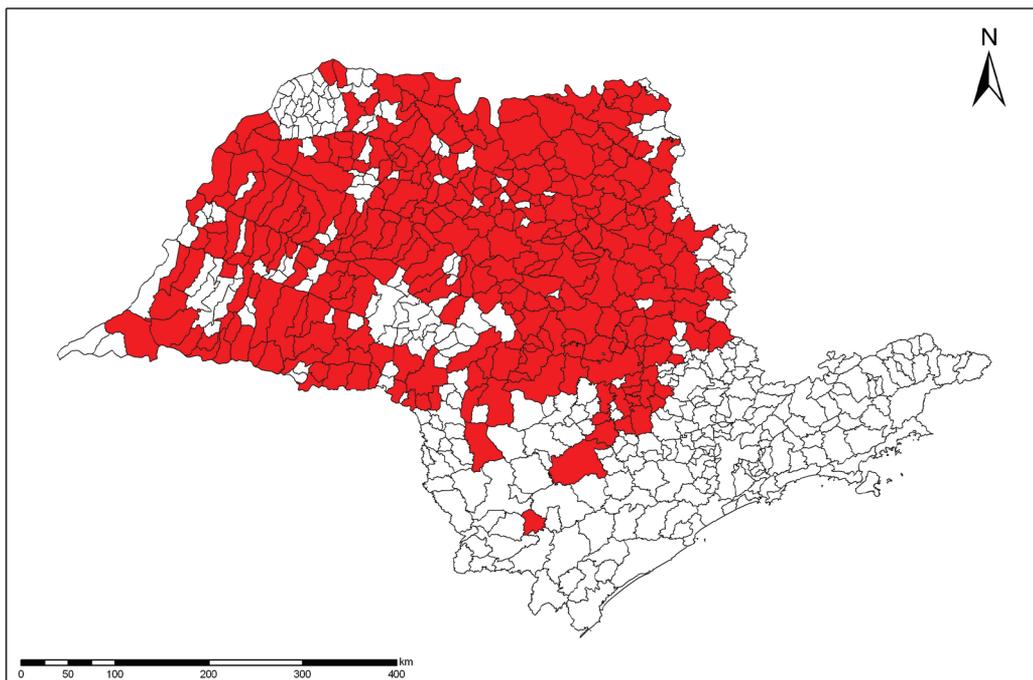


Figura 1 – Municípios paulistas que formam a área de estudo da pesquisa. Elaborado por Danielle Pereira da Costa.

## Metodologia

O Sistema de Avaliação da Sustentabilidade (SAS) utilizado é composto pelo somatório do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDS) e do Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) dos 306 municípios avaliados. A identificação desses municípios foi feita por meio dos dados do levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo, elaborado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Para cada município analisado foi atribuído valor SAS calculado de acordo com a Expressão 1.

$$SAS = IDS + ISA \quad (1)$$

onde:

SAS – Sistema de Avaliação de Sustentabilidade

IDS – Índice de Desenvolvimento Socioeconômico

ISA – Índice de Sustentabilidade Ambiental

### *Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDS)*

É composto pelo somatório do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) e o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), para cada município, de acordo com a Expressão 2.

$$IDS = IPRS + IPVS \quad (2)$$

IDS – Índice de Desenvolvimento Socioeconômico

IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social

IPVS – Índice Paulista de Vulnerabilidade Social

No Estado de São Paulo, por solicitação da Assembleia Legislativa (Alesp), a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade) elaborou o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) (Seade, 2010a), que é sistema de indicadores socioeconômicos que tem por objetivo subsidiar a formulação e avaliação de políticas públicas na esfera municipal.

O IPRS reconhece a insuficiência da renda *per capita* como único indicador das condições de vida de uma população e considera que outras dimensões devem ser incluídas para a mensuração do desenvolvimento. Também incorpora a longevidade e a escolaridade, como o IDH, porém de forma mais abrangente e não utiliza a média aritmética para obter seus resultados.

Sintetiza as três dimensões que o compõem, agrupando os municípios paulistas segundo a similaridade de suas situações em cinco grupos, em ordem decrescente de desempenho. No grupo 1 estão os municípios com os melhores valores para renda, longevidade e escolaridade, enquanto no grupo 5 estão os municípios com os piores desempenhos. Na pesquisa, foram atribuídos valores para os municípios de acordo com a classificação que obtinham nos grupos de IPRS de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Valores para IPRS atribuídos aos municípios da pesquisa

| Grupo de classificação IPRS – Seade | Valor atribuído ao município |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 1                                   | 10                           |
| 2                                   | 9                            |
| 3                                   | 4                            |
| 4                                   | 2                            |
| 5                                   | 1                            |

Fonte: o autor.

O Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) também foi solicitação da Alesp e elaborado pelo Seade para complementar o (IPRS) (Seade, 2010b). Permite ao gestor público e à sociedade visão detalhada das condições de vida dos municípios paulistas, com identificação e localização espacial das áreas que abrigam os segmentos populacionais mais vulneráveis à pobreza.

Consiste em tipologia derivada da combinação entre duas dimensões – socioeconômica e demográfica – que classifica o setor censitário em seis grupos de vulnerabilidade social, denominada índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 – Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)

| Grupo | Dimensões      |                                    | IPVS                        |
|-------|----------------|------------------------------------|-----------------------------|
|       | Socioeconômica | Ciclo de Vida Familiar             |                             |
| 1     | Muito alta     | Famílias jovens, adultas ou idosas | Nenhuma vulnerabilidade     |
| 2     | Média ou alta  | Famílias idosas                    | Vulnerabilidade muito baixa |
| 3     | Alta           | Famílias jovens e adultas          | Vulnerabilidade baixa       |
| 4     | Média ou alta  | Famílias jovens                    | Vulnerabilidade média       |
| 5     | Baixa          | Famílias adultas e idosas          | Vulnerabilidade alta        |
| 6     | Baixa          | Famílias jovens                    | Vulnerabilidade muito alta  |

Fonte: Seade (2010b).

De acordo com a porcentagem das populações dos municípios pesquisados, incluída nos grupos 5 e 6 do IPVS, foram atribuídos os seguintes valores para efeito de cálculo do IDS:

Quadro 3 – Valores para IPRS atribuídos aos municípios da pesquisa

| Vulnerabilidade alta + vulnerabilidade muito alta | Valor IPVS |
|---|------------|
| Mais de 60% da população do município             | 2          |
| Entre 40% e 60% da população do município         | 5          |
| Menos de 40% da população do município            | 10         |

Fonte: o autor.

Levando-se em consideração que  $IDS = IPRS + IPVS$ , estabeleceram-se critérios para a avaliação do desenvolvimento socioeconômico dos municípios de acordo com o quadro abaixo.

Quadro 4 – Critérios adotados para o IDS dos municípios avaliados

| Valor para IDS      | Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDS) |
|---------------------|--|
| Maior ou igual a 14 | Alto   |
| Entre 9 e 13        | Intermediário                                  |
| Menor que 8         | Baixo  |

Fonte: o autor.

### *Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA)*

O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) dos municípios é o somatório de 8 indicadores ambientais, conforme definidos a seguir.

#### *Indicador Ambiental I (IA I)*

É composto por informações referentes à vegetação natural (IVN) (Lupa, 2008) e à recomposição da vegetação nativa e manutenção de áreas verdes (IRV) (Seade, 2010b) em cada município analisado.

$IVN = (\text{área do município com vegetação natural} / \text{área total do município}) \times 100.$

Convencionou-se que para o IVN, os municípios que apresentarem porcentagem acima de 40,00%, receberiam 5 pontos, entre 30% e 40%; 4 pontos, entre 20% e 30%; 3 pontos, entre 10% e 20%; 2 pontos, entre 5% e 10%; 1 ponto; e menor que 5%, não receberiam pontuação.

Para o indicador IRV, a avaliação foi feita com a agregação da palavra SIM ou NÃO, de acordo com a existência de ações ou programas ambientais específicos de conservação em cada município analisado. O município que apresentou pelo menos um programa recebeu 5 pontos (SIM), enquanto os municípios que não apresentaram programas não receberam pontuação (NÃO).

O valor para o indicador Ambiental I foi medido da seguinte forma:

$$IAI = IVN + IRV$$

#### *Indicador Ambiental II (IA II)*

É composto por informações referentes à existência de Unidade de Conservação Ambiental Municipal (Ucam) e à existência de legislação municipal de cunho ambiental (LA) (Seade, 2010a).

Ao indicador Ucam é agregado SIM ou NÃO, de acordo com o resultado da pesquisa no referido banco de dados. Para o município que apresentar Unidade de Conservação é atribuído 5 pontos, enquanto para os municípios que não apresentarem não é atribuído ponto algum. Avaliou-se o indicador LA da mesma forma.

O valor para o indicador Ambiental II foi medido do seguinte modo:

$$IAII = UCAM + LA$$

#### *Indicador de Qualidade da Água (IQA)*

É formado com informações sobre a conservação da água e de mananciais (ICA) e sobre qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo (IQI).

O indicador (ICA) (Seade, 2010a) refere-se à conservação da água e de mananciais e representa a existência de pelo menos uma ação ou programa realizado pela prefeitura de cada município analisado. Para o município que apresentou pelo menos um programa foi computado 5 pontos, e para os que não apresentaram nenhum programa não foi computado valor algum.

O indicador (IQI) foi fornecido pela rede de monitoramento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb).<sup>1</sup> Foram dados 5 pontos para o município que se enquadrou na qualidade de água considerada ótima, pela Cetesb; 3 pontos para o município que se enquadrou na qualidade boa; 2 pontos para o município que se enquadrou na qualidade regular; e 1 ponto foi dado para o município que se enquadrou na qualidade ruim ou péssima.

O valor para o indicador Ambiental II foi medido da seguinte forma:

$$IQA = ICA + IQI$$

### *Indicador de Qualidade do Ar (IQAR)*

É composto por informações referentes à quantidade de material particulado *per capita* emitido pela queima dos canaviais do município (IMP) e a existência de legislação municipal de controle da poluição atmosférica (ILA).

O (IMP) refere-se à quantidade de material particulado *per capita* emitido pela queima dos canaviais para a colheita da cana. É calculado levando-se em consideração a área municipal plantada com cana-de-açúcar (Lupa, 2008), e o índice de mecanização na colheita de cana-de-açúcar nas regiões produtoras paulistas.<sup>2</sup> Considera-se ainda que:

- A produtividade média da cana-de-açúcar no Brasil é de 85 t/ha (120-165), (MAPA, 2009);
- Cada tonelada de cana queimada produz 0,004 toneladas de material particulado (Arbex et al., 2004).

O cálculo da quantidade de material particulado *per capita* emitido por cada município em função da queima dos canaviais foi feito da seguinte forma:

- Considera-se o índice de mecanização na colheita de cana-de-açúcar (X) correspondente à região produtora paulista à qual pertence o determinado município. Fazendo-se  $100 - (x)$ , obtém-se o índice de colheita das referidas regiões que é feito manualmente (Y), e dessa forma, utilizam-se as queimadas como método auxiliar. O referido índice apresenta-se na forma de percentagem, e assim, dividindo-se por 100 obtém-se a forma decimal.

$$Y = 100 - (x) / 100$$

Utilizando-se a área municipal plantada de cana-de-açúcar em hectares (Z) e o índice de colheita manual (Y), calcula-se a área plantada de cana-de-açúcar, em hectares, que está sujeita ao corte manual e, portanto, com o auxílio do fogo (T):

$$T = Y * Z$$

A partir de (T) e aplicando-se a relação de produtividade da cana (t/ha), encontra-se a produção em toneladas de cana-de-açúcar para a referida área (R);

$$R = T * 85$$

Levando-se em consideração que cada tonelada de cana-de-açúcar queimada emite 0,004 t de material particulado, encontra-se o total de material particulado que é emitido pela queima da área plantada considerada (K):  $K = R * 0,004$

Com o valor da quantidade de material particulado emitido pela queima da cana-de-açúcar da área considerada (K) e a população, em habitantes, do município considerado (P), encontra-se a quantidade de material particulado emitido *per capita* (S);  $S = K/P$

O indicador de quantidade de material particulado emitido nas queimadas dos canaviais foi medido da seguinte forma: os municípios que apresentaram índice *per capita* igual a zero (não utilizam o uso do fogo na cultura de cana-de-

-açúcar) receberam 5 pontos; entre zero e 0,1 t/hab receberam 4 pontos; entre 0,1 t/hab e 0,3 t/hab receberam 2 pontos. Os municípios que apresentaram índice acima de 0,3 t/hab receberam 1 ponto.

O indicador ILA (Seade, 2010a) indica a existência de pelo menos uma ação ou programa realizado pela prefeitura municipal, que seja voltado para o controle da poluição atmosférica.

Para municípios que apresentaram pelo menos uma ação ou programa relacionado com o controle da poluição atmosférica foi conferido 5 pontos, enquanto para os municípios que não apresentaram não foi conferido ponto algum.

O valor para o indicador IQAR foi medido da seguinte forma:

$$IQAR = IMP + ILA$$

#### *Indicador de Concentração da Produção de Cana-de-Açúcar (ICC)*

É composto por informações referentes à relação entre a área municipal plantada com cana-de-açúcar e a área total municipal cultivada na safra 2007/2008 e o objetivo é a avaliação da concentração da cultura de cana-de-açúcar nos municípios analisados. É calculado dividindo-se a área em hectares, cultivada com cana-de-açúcar em determinado município pela área total cultivada desse município na safra agrícola 2007/2008 (Lupa, 2008).

Os municípios que apresentaram valor até 10% receberam 10 pontos; entre 10% e 20% receberam 8 pontos; entre 20% e 30% receberam 6 pontos; entre 30% e 40% receberam 4 pontos; entre 40% e 50% receberam 2 pontos; e acima de 50% receberam 1 ponto.

#### *Indicador do Nível de Mecanização da Colheita de Cana-de-Açúcar (INM)*

É composto pelo índice de mecanização municipal das colheitas de cana-de-açúcar e por informações referentes ao cumprimento das exigências contidas no Protocolo de Cooperação Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro Paulista que foi instituído pelo governo do Estado de São Paulo e pela Unica, em 4.6.2007 (Unica, 2010).

Ressalta-se que em 19.9.2002, o governo do Estado de São Paulo editou a Lei 11.941, que estabeleceu prazos para a erradicação da queima dos canaviais para 2021, no que se refere às áreas mecanizáveis, e para 2031 para as áreas não mecanizáveis.<sup>3</sup> Em 2007, com o objetivo principal de proteção do meio ambiente, a Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Abastecimento e a Unica firmaram o Protocolo Agroambiental que reduziu os prazos estabelecidos anteriormente pela referida Lei estadual para a eliminação da queima dos canaviais conforme Quadro 5.

Foi identificado cada município analisado nessa pesquisa com o respectivo nível de mecanização do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) correspondente, e dessa forma o nível de mecanização utilizado para o município corresponde ao nível médio de mecanização do EDR ao qual pertence.<sup>4</sup>

Quadro 5 – Cronograma de eliminação da queima de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo

| Descrição da área    | Ano  | Percentagem de eliminação |
|----------------------|------|---------------------------|
| Área mecanizável     | 2010 | 70%                       |
|                      | 2014 | 100%                      |
| Área não mecanizável | 2010 | 30%                       |
|                      | 2017 | 100%                      |

Fonte: Protocolo Agroambiental 2007.

Foi adotado como referencial ótimo de mecanização da colheita de cana-de-açúcar o patamar estabelecido pelo Protocolo Agroambiental para o ano 2010, ou seja, de 70% de mecanização. Dessa forma, o município que apresentou índice de 60% a 70% de mecanização recebeu 10 pontos; entre 40% e 60%, recebeu 8 pontos; entre 20% e 40%, recebeu 6 pontos; entre 10% e 20%, recebeu 4 pontos; e abaixo de 10%, recebeu 2 pontos.

***Indicador de Adequação ao Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo (IAZ)***

É composto por informações relacionadas à adequação do município estudado ao Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo. O governo do Estado de São Paulo instituiu o Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro por meio de duas resoluções.

Trata-se da Resolução Conjunta da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), SMA/SAA n.004/2008, de 18.9.2008, que dispõe sobre o Zoneamento Agroambiental para o setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo, e da Resolução SMA n.067/2008, de 18.9.2008, que define as diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo (SAA, 2010).

A mensuração do indicador (IAZ) foi feita da seguinte forma: os municípios localizados nas áreas adequadas receberam 10 pontos; os que estavam localizados nas áreas com limitações ambientais receberam 6 pontos; os que estavam nas áreas com restrições ambientais receberam 4 pontos; e os que estavam localizados em áreas inadequadas não receberam pontuação.

***Indicador de Adubação Verde (IAV)***

É composto por informações referentes ao uso da adubação verde pelos proprietários agrícolas dos municípios do Estado de São Paulo, analisados nessa pesquisa (Lupa, 2008).

A adubação verde é definida como o cultivo de plantas, na mesma área ou em áreas vizinhas, para produzir grande quantidade de massa para ser incorporada ou deixada sobre o solo, após o seu ciclo vegetativo, para agir como proteção e para atuar positivamente no sistema (Ambrosiano; Muraoka, 2000).

A mensuração do indicador (IAV) foi feita da seguinte forma: os muni-

cípios que apresentaram 50% ou mais das Upas com uso de adubação verde receberam 10 pontos; entre 30% e 40%, receberam 8 pontos; entre 20% e 30%, receberam 6 pontos; entre 10% e 20%, receberam 4 pontos; entre 5% e 10%, receberam 2 pontos; e abaixo de 5% não receberam pontuação.

Os municípios que preencheram todos os requisitos ambientais que foram exigidos pelos indicadores atingiram o máximo de pontuação que é de 80 pontos.

Para classificá-los em relação à sustentabilidade ambiental foram obedecidos os critérios adotados, conforme Quadro 6.

Quadro 6 – Critérios adotados para análise da sustentabilidade ambiental dos municípios

| Pontuação total obtida | Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) |
|------------------------|--|
| 50 pontos ou mais      | Sustentabilidade alta                      |
| 30 a 49 pontos         | Sustentabilidade intermediária (Média)     |
| 29 pontos ou menos     | Sustentabilidade baixa                     |

Fonte: o autor.

De acordo com os valores do IDS e do ISA obtidos para cada município avaliado na pesquisa, foi elaborado o Sistema de Avaliação da Sustentabilidade (SAS). Os municípios foram divididos em IX grupos de classificação de acordo com os critérios estabelecidos no Quadro 7.

Quadro 7 – Critérios de elaboração do SAS para os municípios avaliados

| Grupos SAS | Valor ISA           | Classificação | Valor IDS           | Classificação |
|------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| I          | Maior ou igual a 50 | Alta          | Maior ou igual a 14 | Alto          |
| II         | Maior ou igual a 50 | Alta          | Entre 9 e 13        | Intermediário |
| III        | Maior ou igual a 50 | Alta          | Menor ou igual a 8  | Baixo         |
| IV         | Entre 30 e 49       | Intermediária | Maior ou igual a 14 | Alto          |
| V          | Entre 30 e 49       | Intermediária | Entre 9 e 13        | Intermediário |
| VI         | Entre 30 e 49       | Intermediária | Menor ou igual a 8  | Baixo         |
| VII        | Menor ou igual a 29 | Baixa         | Maior ou igual a 14 | Alto          |
| VIII       | Menor ou igual a 29 | Baixa         | Entre 9 e 13        | Intermediário |
| IX         | Menor ou igual a 29 | Baixa         | Menor ou igual a 8  | Baixo         |

Fonte: o autor.

### **Análise dos resultados obtidos**

De acordo com os critérios adotados para a formação dos grupos de municípios elaborados chegou-se ao seguinte resultado.

Quadro 8 – Número de municípios estudados classificados por grupo SAS

| Grupos SAS | Quantidade de municípios |
|------------|--------------------------|
| Grupo I    | 01                       |
| Grupo II   | 03                       |
| Grupo III  | 04                       |
| Grupo IV   | 29                       |
| Grupo V    | 27                       |
| Grupo VI   | 134                      |
| Grupo VII  | 14                       |
| Grupo VIII | 14                       |
| Grupo IX   | 80                       |
| Total      | 306                      |

Fonte: o autor.

Observa-se que dos 306 municípios analisados, aproximadamente 44% desses estão classificados no grupo VI, que corresponde aos municípios com índice de sustentabilidade intermediária e índice de desenvolvimento socioeconômico baixo. Grande parte dos municípios paulistas que cultiva plantações de cana-de-açúcar, de acordo com os critérios adotados nessa pesquisa, apresenta baixos índices de desenvolvimento socioeconômico que implica alta vulnerabilidade social e inadequação de renda, educação e longevidade de suas populações.

Apenas um dos municípios, Matão, dentre os 306 analisados, classificou-se no grupo I, onde estão inseridos aqueles que possuem alto nível de sustentabilidade ambiental associado com alto nível de desenvolvimento socioeconômico. No Quadro 9 estão alguns dados referentes a esse município.

Quadro 9 – Município classificado no grupo I do IPSE

| Município | Valor IPRS | Valor IPVS | IDS   | ISA   | Grupo IPSE | Área plantada (ha) |
|-----------|------------|------------|-------|-------|------------|--------------------|
| Matão     | 4,00       | 10,00      | 14,00 | 50,00 | Grupo I    | 17.178,80          |

Fonte: o autor.

O município de Matão apresentou bons indicadores para proteção e uso do solo, e adequação aos requisitos exigidos pelo zoneamento agroambiental do setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo, além de sobressair-se nos indicadores referentes à qualidade do ar, qualidade da água, existência de legislação específica municipal para controle da poluição e existência de legislação ou ação municipal de conservação e proteção dos mananciais.

Apesar de apresentar valor para IPRS considerado intermediário e abaixo da média dos municípios paulistas que apresentam alta renda *per capita*, o mu-

nicípio de Matão possui alto valor para IPVS que implica baixa vulnerabilidade social de sua população, que pode estar relacionado com bons níveis de distribuição de renda que permitem o acesso da população aos serviços de necessidade básica, como os serviços de saúde, educação, emprego e segurança.

Pode-se inferir, com base nessas informações, que os baixos índices de vulnerabilidade social apresentados pela população desse município influenciaram positivamente nos índices alcançados para a sustentabilidade ambiental. Demonstra-se dessa forma, relação direta entre vulnerabilidade social e sustentabilidade ambiental.

Da análise do Quadro 8, conclui-se que somando-se os municípios classificados nos grupos IV e V com os municípios do grupo VI, teremos 190 municípios com índice de sustentabilidade ambiental intermediário. Adicionando-se a esse número 108 municípios que estão classificados nos grupos VII, VIII e IX, e que apresentam sustentabilidade ambiental baixa, teremos 298 municípios, dos 306 analisados, com índices de sustentabilidade ambiental intermediária ou baixa.

Tal número representa 97% do total de municípios paulistas com plantações de cana-de-açúcar analisados e demonstra, de acordo com os critérios utilizados, que a monocultura canavieira torna os municípios ambientalmente insustentáveis.

No que se refere ao Índice de Desenvolvimento Socioeconômico, observa-se que 44 municípios que foram classificados nos grupos I, IV e VII apresentaram alto valor, enquanto outros 44 municípios foram classificados nos grupos II, V e VII, que apresentaram nível intermediário. São 88 municípios analisados, de um total de 306 que apresentam índice de desenvolvimento socioeconômico alto ou intermediário.

Dessa análise conclui-se que 218 municípios apresentaram baixo valor para IDS demonstrando inadequação de índices econômicos com índices sociais, principalmente aqueles relacionados com a vulnerabilidade social e a distribuição de renda imperfeita

Na Figura 2 estão representados os municípios que foram analisados na pesquisa de acordo com o grupo SAS correspondente.

O fato de encontrarmos apenas 3% dos municípios com alto índice de sustentabilidade ambiental está relacionado com o fraco desempenho da maioria dos municípios analisados nos seguintes indicadores:

***• Ações ou programas promovidos pela prefeitura na área ambiental – Indicador de qualidade do ar***

Dos 306 municípios analisados, 253 não pontuaram nesse indicador, o que corresponde a 82,67% do total de municípios analisados. Isso mostra o pouco comprometimento das prefeituras locais na elaboração de programas e ações voltados para o controle da qualidade do ar. Pode-se associar a esse resulta-

do também a desorganização administrativa das prefeituras em relação ao tema meio ambiente e a inexistência em muitos municípios de secretarias ou órgãos especiais no organograma municipal responsáveis pela gestão ambiental de seus recursos.

Ressalta-se que dentre os 53 municípios que apresentaram ações ou programas na área ambiental, 34 apresentaram índice de desenvolvimento socioeconômico baixo, 12 apresentaram índice intermediário, e apenas sete municípios apresentaram IDS alto. Mostra-se, dessa forma, que ações e programas das prefeituras locais relacionados com controle da poluição atmosférica não estão vinculados com o nível de renda dos municípios estudados. Os grandes produtores de etanol que são municípios com extensa área de seus territórios ocupada com o cultivo da cana-de-açúcar estão entre aqueles que apresentam alta renda *per capita*, bons índices sociais, porém demonstram pouco comprometimento local de suas prefeituras com as questões de cunho ambiental.

• *Existência de unidades de conservação ambiental municipal*

A inexistência de Ucam foi constatada em 265 municípios dos 306 analisados, 86,60% do total. Ressalta-se que esse foi um dos indicadores ambientais que mais contribuíram para que os municípios analisados não atingissem a pontuação necessária para ocuparem posição satisfatória na categoria de sustentabilidade ambiental.

Torna-se importante que os municípios envolvidos na cadeia produtiva do etanol no Estado de São Paulo tenham o compromisso de suas respectivas prefeituras em ações voltadas para a preservação dos recursos naturais.

Esse indicador nos mostra que o referido compromisso é insatisfatório no momento e que é necessária a sua intensificação para que os índices de sustentabilidade ambiental alcancem o mesmo nível que foram alcançados pelos indicadores socioeconômicos nesses municípios.

• *Existência de legislação ambiental específica*

Foi constatada a existência de Legislação Ambiental Municipal em 67 municípios, que correspondem a 21,90% do total de municípios avaliados. Esse indicador corrobora uma vez mais o pouco envolvimento local com a elaboração de legislação que priorize o manejo sustentável e a proteção dos recursos naturais, assim como, com o estabelecimento de regras que incentivem o uso racional desses recursos.

De acordo com Sen (2000), a inexistência de Legislação Ambiental Municipal também pode ser considerada forma de privação de liberdade que limita as escolhas e as oportunidades das pessoas de exercer ponderadamente sua condição de agente na medida em que a população local não tem acesso às externalidades positivas que serão geradas pelo uso dos recursos naturais.

Essas externalidades podem ser reguladas e definidas por meio da legislação municipal. Torna-se necessário que os municípios que estão envolvidos

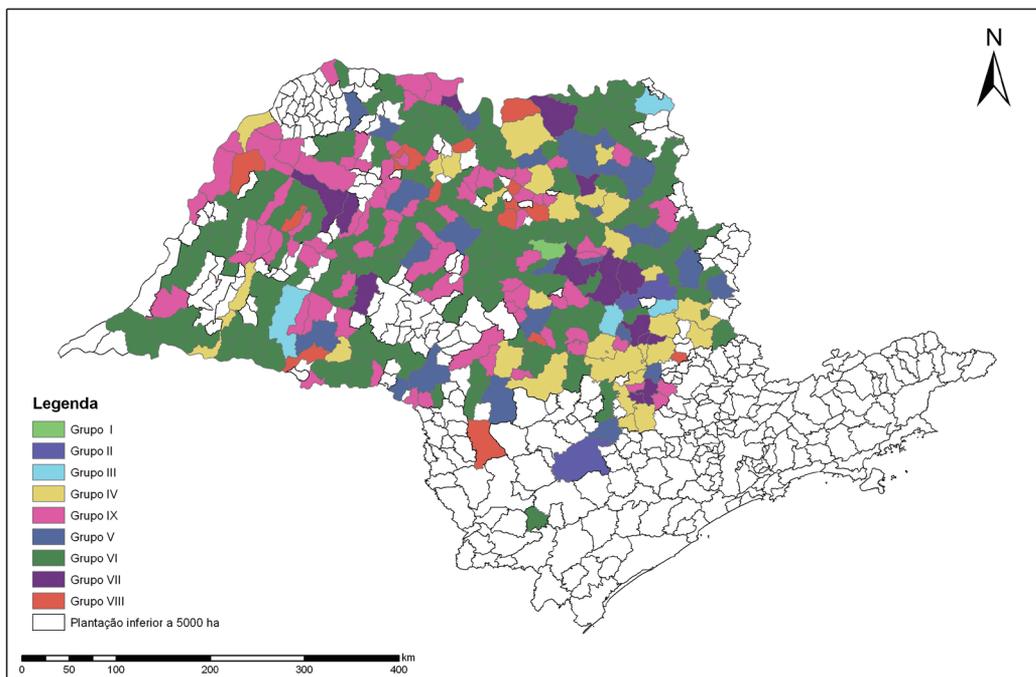


Figura 2 – Distribuição dos municípios paulistas de acordo com IPSE. Elaborado por Danielle Pereira da Costa.

com a cadeia produtiva do etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo preencham essa lacuna para que possam efetivamente harmonizar o processo de desenvolvimento socioeconômico com a sustentabilidade ambiental associada a ele.

• *Utilização da adubação verde*

Apenas 6 municípios, dentre os 306 avaliados, usam a adubação verde em mais de 50% de suas unidades de produção agrícola. Foi importante a consideração desse indicador na pesquisa, pois trata-se de prática ecologicamente sustentável e substitutiva do uso de fertilizantes e agroquímicos. Sabe-se que tais produtos químicos podem contaminar rios, solos, lençóis freáticos, o ar e as pessoas que trabalham nas plantações de cana-de-açúcar ou que moram nos arredores e nas cidades vizinhas.

É necessária a valorização de adubação verde nas plantações de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e nos outros Estados brasileiros produtores de cana-de-açúcar, para que o uso de agroquímicos seja reduzido nas atividades agrícolas do país.

• *Concentração da cultura de cana-de-açúcar*

Dos 306 municípios avaliados, 113 apresentaram concentração acima de 50% das plantações de cana-de-açúcar em seus territórios, e 48 municípios apresentaram concentração acima de 40%. Dessa forma, 161 municípios apresentaram concentração acima de 40%, evidenciando saturação dessa atividade nesses municípios.

Vale ressaltar que a maioria dos grandes produtores de etanol do Estado de São Paulo está entre esses municípios, como: Morro Agudo, Guaiara, Araraquara, Jaboticabal, Ribeirão Preto e Sertãozinho.

Quase a totalidade dos municípios classificados com índices de sustentabilidade ambiental baixa e intermediária está incluída entre os municípios com alta concentração de plantações de cana-de-açúcar em seus territórios, o que nos evidencia a relação direta que existe entre altas taxas de concentração de cana-de-açúcar nos municípios com nível baixo de sustentabilidade ambiental.

Acrescentam-se também algumas externalidades importantes que estão relacionadas com o cultivo intensivo de cana-de-açúcar nos municípios paulistas, como: a perda de espaço para o cultivo de outras culturas como o milho, o feijão, a batata, o arroz, a laranja etc.; a expulsão do pequeno agricultor de suas terras para que elas sejam cultivadas com cana-de-açúcar; a perda progressiva de biodiversidade em função do avanço da cultura canavieira, dentre outros.

#### • *Vegetação natural*

Dos 306 municípios avaliados, 248 apresentam menos de 10% de sua área total com cobertura vegetal natural. Resultado bastante insatisfatório, levando-se em consideração que grande parte do território do Estado de São Paulo era coberta por vegetação nativa típica do cerrado e da floresta Atlântica.

Observa-se que os municípios paulistas envolvidos com a cadeia produtiva do etanol de cana-de-açúcar, além de possuírem baixas taxas de cobertura vegetal natural, em sua grande parte, não possuem Unidades de Conservação Ambiental Municipal e nem Legislação ambiental específica, como analisado anteriormente.

Trata-se de indicadores importantes relacionados com a sustentabilidade ambiental da produção da cana-de-açúcar que evidenciam que ações com o objetivo de proteção dos recursos naturais e da biodiversidade devem ser priorizadas por esses municípios.

### **Considerações finais**

Nota-se pelos resultados obtidos nessa pesquisa que os bons índices de sustentabilidade ambiental encontrados em determinados municípios estavam relacionados com: baixas taxas de concentração das plantações de cana-de-açúcar em seus territórios; comprometimento da legislação local com as questões ambientais; alto nível de mecanização das lavouras de cana; nível intermediário de desenvolvimento socioeconômico e baixas taxas de vulnerabilidade social em suas populações.

Pesquisas referentes a novas técnicas de produção e tipos de cana-de-açúcar também são necessárias para que maior produtividade seja conseguida e menor área plantada seja demandada, evitando-se, dessa forma, o avanço da cultura de cana-de-açúcar para áreas de produção de alimentos e para áreas onde estão localizados outros biomas considerados essenciais para o país, como é o caso do cerrado na região Centro-Oeste e o pantanal mato-grossense.

O referido avanço da cultura de cana-de-açúcar também pode ser responsável pela expulsão dos pequenos agricultores das referidas regiões produtoras que, impossibilitados de competir com as plantações de cana-de-açúcar, arrendam suas terras para os grandes produtores e se estabelecem nos centros urbanos, contribuindo para a redução da agricultura familiar em nosso país e para a insustentabilidade socioeconômica das cidades brasileiras.

A produção de etanol, a partir da cana-de-açúcar, tem grande interesse estratégico para o governo brasileiro, assim como para o setor privado e para a população civil do país. Os impactos econômicos, sociais e ambientais advindos dessa atividade são discutidos e avaliados em diversos fóruns de discussão, por diversos atores, em nosso país.

O Sistema de Avaliação de Sustentabilidade desenvolvido nessa pesquisa demonstrou que os municípios paulistas que cultivam a cana-de-açúcar em seus territórios apresentam níveis intermediários e baixos de sustentabilidade ambiental. Os bons índices de desenvolvimento econômico não são necessariamente acompanhados pelos índices sociais e ambientais. Foram constatadas altas taxas de vulnerabilidade social em municípios com alta renda *per capita*, o que pode nos levar a concluir que apesar de as atividades ligadas à cultura canavieira oferecerem bom retorno econômico para os produtores, não ocorre distribuição dessa riqueza para a população. É atividade concentradora de renda, e daí resulta a vulnerabilidade social das populações desses municípios.

Ficou constatado também que a alta vulnerabilidade social das populações está diretamente ligada com a baixa sustentabilidade ambiental dos municípios que cultivam a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Os municípios que apresentaram preocupação com práticas e instrumentos de gestão ambiental também foram aqueles que apresentaram os melhores desempenhos.

Ressalta-se que a gestão ambiental da produção de etanol, a partir da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, deve ser aprimorada, articulada e utilizada de forma ampla pelos municípios produtores. É necessário que sejam envolvidos os representantes dos municípios, os produtores de cana-de-açúcar e os representantes da sociedade civil. Tal fato permitirá maior participação dos atores envolvidos nessa cadeia produtiva e maior contribuição desses municípios para que o país caminhe rumo à substituição dos combustíveis fósseis pelos combustíveis renováveis, sem, no entanto, comprometer a dimensão ambiental do desenvolvimento.

A referida substituição é importante, notadamente no setor de transportes, e contribui para a mitigação dos efeitos negativos das mudanças climáticas que se constituem em grande desafio global para a humanidade. Os municípios paulistas associados à produção de cana-de-açúcar podem assumir papel decisivo nessa tentativa desde que sejam contemplados por políticas públicas em âmbito municipal, estadual e federal que estejam comprometidas com a qualidade ambiental, a inclusão social e a viabilidade econômica.

## Notas

- 1 Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/monitoramento.asp>>. Acesso em: julho 2010.
- 2 Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9240>>. Acesso em: julho 2010.
- 3 Disponível em: <<http://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Default.aspx?idPagina=7719>>. Acesso em: junho 2010.
- 4 Disponível em: <[http://www.cati.sp.gov.br/Cati/\\_institucional/EDR\\_mapa.php](http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_institucional/EDR_mapa.php)>. Acesso em: julho 2010.

## Referências

- AMBROSIANO, E. J.; MURAOKA, C. R. *Adubação verde para a agricultura orgânica*. Piracicaba: Degaspari, 2000. p.17-76.
- ARBEX, M. A. et al. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, São Paulo, v.2, n.30, p.158-175, mar./abr. 2004.
- BELLEN, H. M. van. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 256p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Balanço nacional de cana de açúcar e agroenergia*. Secretaria de Produção e Agroenergia. Brasília: MAPA/SPA, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores de desenvolvimento sustentável*. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. Estudos & Pesquisas. Informação Geográfica. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 479p.
- IEA. International Energy Agency 2005. World Energy Outlook. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org>>. Acesso em: 26 abril 2010.
- IEO. International Energy Outlook 2009. *US Energy Information Administration – Independent Statistics and Analysis*. Department of Energy. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/oraf/ieo/world.html>>. Acesso em: 26 abril 2010.
- LUPA. Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo, 2008. *Dados Consolidados Municipais*. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais.php>>. Acesso em: 26 abril 2010.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Anuário Estatístico da Agroenergia*. Brasília. MAPA/ACS, 2009. 160p.
- MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 26 abril 2010.
- MME. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 26 abril 2010.
- SAA. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br>>. Acesso em: 26 abril 2010.
- SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. *Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)*. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/projetos/iprs>>. Acesso em: 26 abril 2010a.

SEADE. *Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)*. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/web/ipvs/index-ipvs.htm>>. Acesso em: 26 abril 2010b.

SEN, A. K. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo. Cia. das Letras, 2000.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 26 abril 2010.

VIANNA, J. N. S. et al. A soja e a contribuição de oleaginosas para a produção de biodiesel no Brasil. In: 52º CONGRESSO INTERNACIONAL DE AMERICANISTAS, 2006, Sevilha. 52 CIA. Sevilha: CIA, 2006.

\_\_\_\_\_. Os desafios da bioenergia para o desenvolvimento sustentável no Brasil. In: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. (Org.) *Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil*. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

\_\_\_\_\_. Contribuição do etanol para mitigação das mudanças climáticas. In: Workshop Internacional “Clima e Recursos Naturais em Países de Língua Portuguesa”. Ilha do Sal, 2008.

*RESUMO* – Este artigo objetiva avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios envolvidos com o cultivo da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, no período correspondente à safra de 2007/2008. Pretende-se contribuir para as pesquisas relacionadas com o tema que são importantes para o estabelecimento de políticas públicas orientadas para a gestão ambiental dos recursos naturais brasileiros. A metodologia envolve a construção de Sistema de Avaliação de Sustentabilidade (SAS), composto por indicadores das dimensões socioeconômica e ambiental de 306 municípios que possuem área plantada com cana-de-açúcar acima de 5.000 hectares. O texto mostra que os municípios que investem em práticas e instrumentos efetivos de gestão ambiental são os que apresentam os melhores desempenhos.

*PALAVRAS-CHAVE*: Sustentabilidade ambiental, Cana-de-açúcar, Políticas públicas, Gestão ambiental.

*ABSTRACT* – This article aims to evaluate the environmental sustainability of municipalities involved in the cultivation of sugar cane in the state of São Paulo, in the corresponding period of the 2007/2008 season. It is intended to contribute to researches on the subject, which are important for establishing public policies for the environmental management of natural resources in Brazil. The methodology involves building a Sustainability Assessment System (SAS) composed of indicators of socioeconomic and environmental dimensions of the 306 municipalities with the area planted with sugar cane over 5,000 hectares. The text shows that municipalities that invest in practices and effective instruments for environmental management are the ones with the best performance.

*KEYWORDS*: Environmental sustainability, Sugar cane, Public policy, Environmental management.

*Saulo Rodrigues Filho* é professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), da Universidade de Brasília (UnB). @ – [srodrigues@unb.br](mailto:srodrigues@unb.br)

*Antonio José Juliani* é doutorando em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), da Universidade de Brasília (UnB). @ – [Antonio.juliani@yahoo.com.br](mailto:Antonio.juliani@yahoo.com.br)

Recebido em 13.12.2011 e aceito em 30.11.2012.