



## Avaliação da sustentabilidade dos municípios sojicultores do estado de Mato Grosso

### *Sustainability evaluation of producing soybean municipalities in the state of Mato Grosso*

Adonnay Martins BARBOSA<sup>1\*</sup>, Luís Otávio Bau MACEDO<sup>2</sup>, Alexandre Magno de Melo FARIA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), Rondonópolis, MT, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil.

\* E-mail de contato: adonismartins1@hotmail.com

Artigo recebido em 5 de abril de 2022, versão final aceita em 5 de dezembro de 2022, publicado em 8 de dezembro de 2023.

**RESUMO:** O objetivo desta contribuição centra-se em avaliar o nível de sustentabilidade dos municípios sojicultores de Mato Grosso. Para isso, empregou-se como procedimento metodológico a estimação do Indicador de Sustentabilidade para Municípios Sojicultores (ISMS), composto por quarenta e dois indicadores distribuídos nas dimensões social, demográfica, econômica, político-institucional, ambiental e cultural, classificadas em níveis crítico, alerta, aceitável e muito bom de sustentabilidade. Os municípios foram agrupados em três clusters, em termos do resultado do ISMS, e os resultados indicam que todos os municípios da amostra apresentaram nível de alerta de sustentabilidade. Conclui-se que a expansão da sojicultura em território mato-grossense distribui-se em locais de potencial de pressão sobre os ecossistemas e compartimentos biofísicos, sem a contrapartida de elevação do nível de desenvolvimento local. Esse resultado sinaliza a prioridade da reavaliação da estrutura produtiva dos municípios mato-grossenses e a reversão de políticas públicas que priorizam a expansão da monocultura da sojicultura nas regiões dos ecossistemas Amazônico e do Cerrado.

*Palavras-chave:* desenvolvimento e meio ambiente; indicador de sustentabilidade; sojicultura.

**ABSTRACT:** The objective of this contribution is to evaluate the level of sustainability of the soybean municipalities in Mato Grosso. Thus, the methodological procedure was based on the proposal of the Sustainability Indicator for Soybean Producing Municipalities (ISMS). The ISMS is composed of forty-two indicators distributed in the social, demographic, economic, political-institutional, environmental and cultural dimensions, classified into critical, alert, acceptable and very good levels of sustainability. In the final evidence about the ISMS, all municipalities of the sample presented a sustainability index at alert level. The municipalities were grouped

---

into three clusters, in terms of the ISMS result. It is concluded that the expansion of soybeans in Mato Grosso territory is distributed in places of potential pressure on ecosystems and biophysical compartments, without the counterpart of elevation of the level of local development. This result signals the priority of reassessing the productive structure in Mato Grosso municipalities, and the reversal of public policies that prioritize the process of agricultural expansion in the regions of Amazonian ecosystems and the preservation of the Cerrado bioma.

*Keywords:* environment and development; sustainability indicator; sojicultura.

## 1. Introdução

A gênese da discussão a respeito do modelo de produção capitalista e os danos ao meio ambiente surgiram na década de 1960, com o estudo de Rachel Louise Carson (1962). Desde então, intensificou-se o debate acerca do tema, como ocorreu no Clube de Roma em 1968 e na Conferência de Estocolmo em 1972, em que, com a publicação do relatório “Os limites do crescimento” (Meadows, 1972) observou-se a impossibilidade de um crescimento infinito relacionado a uma base de recursos naturais finita. Com isso, o debate sobre sustentabilidade abre caminho para um campo de pesquisa interdisciplinar (Sachs, 2007).

Neste contexto, evidencia-se a relevância da elaboração e coordenação de ações que possibilitem a minimização das externalidades negativas geradas em âmbitos social e ambiental, por meio de mitigações do modelo de produção capitalista global hodierno. Nessa conjuntura, ressaltam-se os desafios em escala mundial da premente necessidade de ampliação da produção de alimentos e a preservação da capacidade de suporte dos ecossistemas frente às mudanças climáticas (FAO, 2016). Além disso, sabendo-se que o conceito de sustentabilidade requer uma abordagem sistêmica, os estudos nessa temática devem ser elaborados de forma holística, considerando em seus âmbitos aspectos sociais, demográficos, ambientais, institucionais e culturais,

e com foco local, dadas especificidades empíricas para a escolha de políticas públicas eficazes (Vasconcelos & Cândido, 2011).

No caso de Mato Grosso, esse panorama abrangente torna relevante as avaliações empíricas desse processo, em virtude do crescimento econômico significativo no período de 2000 a 2015, pautado principalmente por sua produção agropecuária. O Produto Interno Bruto (PIB) de Mato Grosso cresceu 495% no período 2000-2015 e a variação percentual no crescimento populacional no mesmo período foi de 27,5%. A economia mato-grossense é baseada na produção primária destinada à exportação, nesse sentido, o estado se destaca como o maior produtor nacional de soja, milho, algodão e carne bovina, possuindo competitividade internacional na comercialização dessas commodities. Estimase que em 2015, o PIB do agronegócio de Mato Grosso foi responsável por 50,5% do PIB estadual. Atualmente, Mato Grosso é o maior produtor de soja do país, na safra 2016/2017, a produção foi de aproximadamente 30 milhões de toneladas, isso representou 26% da produção de soja nacional e 8% do cultivo da soja em escala mundial (IBGE, 2016; CONAB, 2016; IMEA, 2017; EMBRAPA, 2017).

Nos dias atuais, a produção de soja emprega alta intensidade tecnológica, com o intuito de expandir cada vez mais os rendimentos por hectare de terra e poupar mão de obra. Essa estratégia seguiu os princípios lançados pelo pacote techno-

---

lógico da Revolução Verde, representado pelo uso de maquinário, aplicação dos defensivos agrícolas (agrotóxicos) e a utilização de fertilizantes sintéticos (Costa *et al.*, 2017). Ainda que o uso dos insumos agrícolas ocorra em nível local, os seus efeitos alcançam as bacias hidrográficas e as comunidades próximas às propriedades agrícolas, incorrendo em impactos como o desmatamento, a poluição do ar, do solo e da água por meio dos efeitos dos resíduos dos componentes químicos (moléculas) existentes em fertilizantes, defensivos agrícolas e resíduos, tais como óleos lubrificantes (Saikku *et al.*, 2012). Dessa forma, inúmeros questionamentos se levantam quanto aos impactos da sojicultura para as dimensões de desenvolvimento sustentável dos municípios mato-grossenses.

No documento ‘Cartilha da Sustentabilidade’, elaborado pela Aprosoja (2015), a instituição usa o slogan “o agronegócio traz o desenvolvimento” e faz sua análise por meio do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Essa instituição ressalta que em Mato Grosso ocorre uma alta correlação entre a produção de soja e macro indicadores socioambientais, indicando que entre os dez melhores IDHs do estado, oito são de municípios sojicultores. Hirakuri *et al.* (2015), em pesquisa realizada pela Embrapa, salientam por meio do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), que o desenvolvimento de Mato Grosso se baseia pelo agronegócio, e que entre os dez melhores índices de desenvolvimento, nove são de municípios produtores de soja.

Nessa perspectiva, verifica-se a necessidade de critérios mais amplos de avaliação da premissa de que a relação entre a atividade da soja e o desenvolvimento local seja positiva. Especialmente, considera-se a lacuna metodológica existente em estudos que contemplam poucas dimensões intrínsecas ao desenvolvimento sustentável, tais como

os indicadores do IDH e do IFDM, que abrangem apenas a renda per capita média, critérios básicos de saúde e educação, além de variáveis fiscais.

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a sustentabilidade dos municípios mato-grossenses produtores de soja, por meio da proposição do desenvolvimento do Indicador de Sustentabilidade de Municípios Sojicultores (IS-MS), para verificar as influências da aglomeração produtiva da soja ao desenvolvimento sustentável dos municípios. A proposição de um indicador para a mensuração da sustentabilidade dos municípios sojicultores mato-grossenses se justifica pela necessidade da real avaliação do desenvolvimento nessas localidades, visto que as análises existentes se pautam em indicadores que desconsideram as questões ambientais, culturais, demográficas e institucionais. Da mesma maneira, considera-se oportuna a perspectiva de se superar, no âmbito do desenvolvimento de Mato Grosso, o debate que sustenta o papel do crescimento econômico como único processo necessário e suficiente aos objetivos finais das políticas públicas.

Frente a esses desafios científicos, a presente pesquisa é estruturada a partir da discussão sobre a literatura a respeito dos indicadores de sustentabilidade, sendo seguida pela identificação dos procedimentos metodológicos realizados e, posteriormente, pela análise das evidências estimadas sendo, por fim, proferidos os comentários conclusivos.

## **2. Desenvolvimento sustentável e indicadores de sustentabilidade**

Os estudos sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente se intensificaram no fim dos anos 1960 e, desde então, surgiram vários arcabou-

---

ços teóricos a respeito do tema. A Conferência de Estocolmo em 1972 foi pautada por discussões a respeito dos vínculos existentes entre desenvolvimento e o meio ambiente. O estudo “Os limites do crescimento”, elaborado por Meadows *et al.* (1972), implicava na tese do ‘crescimento econômico zero’, e constituía-se como uma crítica ao modelo vigente pautado pela tese do crescimento contínuo. Para Buarque (2008), o trabalho de Meadows mostrou-se como uma crítica sólida da visão tradicional de uma natureza inesgotável e disponível à exploração humana, e apresentou de forma realista as perspectivas de esgotamento a médio prazo de matérias-primas e fontes energéticas.

O termo desenvolvimento sustentável caracteriza-se como um conceito normativo, e surgiu com a nomenclatura ‘ecodesenvolvimento’, no início da década de 1970. Esse termo evoluiu num contexto de controvérsias acerca das relações entre crescimento econômico e meio ambiente, acentuada pela publicação do relatório do Clube de Roma que pregava o crescimento zero como um meio de se evitar a catástrofe ambiental. O conceito ‘ecodesenvolvimento’ surge, neste contexto, como uma proposição conciliadora, onde se reconhece que o progresso técnico efetivamente relativiza os limites ambientais, mas não é capaz de eliminá-los, e que o crescimento econômico é condição necessária, mas não satisfatória para a eliminação da pobreza e disparidades sociais (Romeiro, 2010). Para Sachs (1993, p. 110), o ‘ecodesenvolvimento’ é definido como “o desenvolvimento socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente”.

A avaliação do desenvolvimento sustentável, assim como seu processo, é muito complexa, e deve ser feita de forma sistêmica e holística. Ou

seja, deve considerar as diversas dimensões que estão intrínsecas em sua estrutura. Segundo Sachs (1993), o desenvolvimento sustentável é pautado por cinco dimensões: econômica, social, espacial, cultural e ecológica. A partir das dimensões apresentadas por Sachs, salienta-se a necessidade de buscar soluções de forma integrada e que contemplem os aspectos de cada dimensão, deixando de lado a visão reducionista e unilateral da economia tradicional. Tal abordagem deve abranger aspectos econômicos, sociais e ecológicos de conservação e mudança. Para Sousa (1994), o desenvolvimento sustentável emerge de uma nova perspectiva quanto ao modelo de desenvolvimento e se fundamenta em pressupostos éticos que demandam duas solidariedades inter-relacionadas: solidariedade sincrônica (a geração atual), e solidariedade diacrônica (as gerações futuras).

Nesse contexto, Mueller (2012) ressalta a existência de interdependência e complementaridade entre as dimensões do desenvolvimento sustentável e que o mesmo só se concretizará de fato quando existir equilíbrio entre tais dimensões. Deve-se considerar também as características e realidades específicas de cada localidade na condução do desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade possuem um papel importante no sentido de consolidar e concretizar o processo de desenvolvimento de forma sustentável, pois possibilitam a delimitação do planejamento de ações para a concretização de metas estabelecidas.

A literatura econômica apresenta diversas abordagens voltadas à avaliação de conceitos de desenvolvimento sustentável que demonstram a “necessidade de se desenvolver ferramentas que procurem mensurar a sustentabilidade” (Bellen, 2006, p. 41). Há muitas divergências quanto à

---

adoção e conceituação de indicadores no âmbito da sustentabilidade. Conforme a Agenda 21 (1995, p. 98), “os países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação do avanço para o desenvolvimento sustentável adotando indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental”. Conforme os princípios expostos na Agenda 21, considera-se fundamental a aplicação de um enfoque sistêmico e harmônico para as dimensões sociais, econômicas, institucionais e ambientais como um meio viável para a busca de equilíbrio e justiça social com relação à proteção ambiental (Malheiros *et al.*, 2012).

Portanto, os indicadores de sustentabilidade são instrumentos essenciais para se guiar a ação das políticas públicas e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável. Devem ser entendidos como um meio para se alcançar o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2015). Nessa perspectiva, a presente contribuição emprega como instrumento analítico de avaliação empírica, o critério de sustentabilidade proposto por Martins e Cândido (2008), de escopo municipal, e que congrega seis dimensões: social, demográfica, econômica, político-institucional, ambiental e cultural. De acordo com a abordagem defendida por Martins & Cândido (2008), a longa temporalidade na obtenção de dados e as especificidades requeridas para a avaliação da sustentabilidade em nível local requerem meios inovadores de comparação entre as dimensões avaliadas. Adicionalmente, os indicadores de sustentabilidade delimitam a necessidade da construção de mecanismos que garantam a fidedignidade dos dados e a representatividade dos aspectos regionais analisados.

O modelo desenvolvido por Martins & Cândido (2008), nesse propósito, congrega 44 índices que

oferecem uma variedade de informações referentes aos municípios. Destaque-se nesse indicador a importância relatada para o papel indutivo das variáveis político-institucionais e culturais que, muitas vezes, podem ser minimizadas nas avaliações acerca da sustentabilidade sistêmica. Apesar de sua influência indireta, considera-se relevante que a aferição do grau de sustentabilidade de um município se respalde, em última instância, no engajamento político-institucional e na cultura disseminada coletivamente na localidade. Essa característica vai ao encontro de que as questões ambientais não devam ser excluídas de um processo de discussão social mais amplo, em que se considere a resiliência dos ecossistemas como oportunidade na luta contra a pobreza (Vianna *et al.*, 2009; Abramovay, 2010).

Em vista desses processos constitutivos, Mato Grosso se depara com uma conjuntura de expansão acelerada das atividades do agronegócio que são intensivas em impactos desfavoráveis ao meio ambiente. Em especial, a expansão da produção agropecuária, em regiões que abrigam sistemas agroecológicos frágeis, e que caracteriza um processo que precisa ser internalizado nas discussões sobre o crescimento econômico do estado. Por outro lado, ressalta-se a premência de se avaliar a dinâmica de crescimento do agronegócio de Mato Grosso que possui evidências de efeitos favoráveis às condições de vida de sua população, em termos da redução da pobreza, melhoria de indicadores de vida e ampliação ao acesso a instituições inclusivas e à cultura. Essa ambivalência dissemina o embate entre o crescimento econômico, sobretudo das atividades relacionadas ao agronegócio, e o alinhamento das condicionantes biofísicas da capacidade de suporte dos sistemas ecológicos.

### 3. Procedimentos metodológicos

#### 3.1. Proposição do indicador de sustentabilidade para municípios sojicultores – ISMS

Com o objetivo de se desenvolver um indicador de sustentabilidade para municípios sojicultores, realizou-se uma avaliação criteriosa dos diversos indicadores existentes. A partir da análise de suas características, decidiu-se utilizar como base da pesquisa empírica empregada, a metodologia criada por Martins & Cândido (2008) – Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal IDSM. Essa escolha é decorrente do IDSM possuir como base outras

duas técnicas de cálculo e mensuração já validadas. Contudo, neste caso, aplicadas ao escopo municipal: IDS – Índice de Desenvolvimento Sustentável (IBGE); e a Avaliação de Espaços Rurais (IICA).

A construção do ISMS tem como objetivo a criação de um indicador de avaliação de sustentabilidade para municípios sojicultores para o escopo municipal, por meio da coleta, tratamento e análise de indicadores de sustentabilidade específicos. A metodologia do Indicador de Sustentabilidade para Municípios Sojicultores (ISMS) foi agrupada em seis dimensões, considerando as especificidades da produção agrícola da soja e seus efeitos à sustentabilidade. Dessa forma, criou-se um modelo pautado pela construção de 42 indicadores, que são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 – Variáveis, dimensões do desenvolvimento sustentável e fonte de dados.

INDICADOR	ESPECIFICAÇÃO/ FONTE	ANO BASE
<b>Dimensão Social</b>		
Esperança de vida ao nascer	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Mortalidade infantil	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Escolaridade	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Analfabetismo funcional	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Adequação de moradia nos domicílios	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Mortalidade por neoplasias	Caderno de Informações de Saúde - DATA SUS	2008
<b>Dimensão Demográfica</b>		
Crescimento da população	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2005 e 2015
Razão entre a população urbana e rural	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Densidade demográfica	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
Razão entre a população masculina e feminina	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil	2010
<b>Dimensão Econômica</b>		
Produto Interno Bruto per capita	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE	2015
Participação da indústria no PIB	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE	2015
Participação da agropecuária no PIB	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE	2015
Saldo da balança comercial	Secretaria do Comércio Exterior (SECEX)	2015

Exportação de soja em relação à exportação total do município	Secretaria do Comércio Exterior (SECEX)	2015
Renda per capita	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – IDH	2010
Rendimentos provenientes do trabalho	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – IDH	2010
Índice de Gini de distribuição do rendimento	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil – IDH	2010
<b>Dimensão Político-Institucional</b>		
Despesas com assistência social	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Despesas com educação	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Despesas com cultura	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Despesas com Urbanismo	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Despesas com gestão ambiental	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Despesas com saneamento	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Despesas com saúde	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
Acesso a serviço de telefonia fixa	Agência Nacional de Telecomunicações	2010
Participação nas eleições	Tribunal Regional Eleitoral de Mato Grosso	2010
Número de conselhos municipais	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010
Transferências intergovernamentais da União	Finanças do Brasil da Secretaria do Tesouro Nacional	2010
<b>Dimensão Ambiental</b>		
Acesso ao sistema de abastecimento de água	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	2015
Acesso a esgotamento sanitário ou fossa séptica	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	2015
Acesso à coleta de lixo urbano e rural	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	2015
Uso de Agrotóxico em litros por hectare da agricultura	Instituto de Saúde Coletiva - ISC-UFMT	2010
Área desmatada em relação a área do município	Coordenação Geral de Observação da Terra – PODES INPE	2015
Taxa de realização de licenciamento ambiental de propriedades rurais	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2015
Existência de legislação específica municipal para tratar de questão ambiental	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2015
<b>Dimensão Cultural</b>		
Nº de bibliotecas	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010
Nº de museus	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010
Nº de ginásios de esportes e estádios	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010
Nº de cinemas	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010
Nº de teatros ou salas de espetáculos	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010
Nº de Centros Culturais	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	2010

FONTE: Adaptado de Martins & Cândido (2008).

As variáveis de forma individual apresentam diferentes unidades de medida, dessa forma, é necessário que sejam transformadas em índices, conforme suas respectivas escalas, permitindo assim, a estimação por meio da análise fatorial. Apresentam-se a seguir as equações que identificam o comportamento dos índices por suas relações positiva e negativa à sustentabilidade:

Relação sendo positiva, tem-se:

$$I = \frac{x - m}{M - m} \quad 01$$

Relação sendo negativa, tem-se:

$$I = \frac{M - x}{M - m} \quad 02$$

As variáveis utilizadas para o cálculo do ISMS são representadas da seguinte forma:

$I$  = índice calculado referente a cada variável, para cada município analisado;

$x$  = valor observado de cada variável em cada município analisado;

$m$  = valor mínimo considerado;

$M$  = valor máximo considerado;

Após a conclusão do procedimento de transformação dos indicadores em índices, a fim de que sejam ajustados, conforme suas respectivas dimensões, utiliza-se a metodologia criada pelo IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – que ajusta as variáveis numa escala de variação entre 0 (valor mínimo) e 1 (valor

máximo), dividindo o nível de sustentabilidade em quartis. Nesse sentido, define-se o tipo de relação (positiva ou negativa) que as variáveis apresentam em relação ao desenvolvimento sustentável. A relação de cada variável é obtida por meio da identificação de seu comportamento, analisando se um aumento no indicador favorece ou desfavorece o processo de desenvolvimento sustentável. Tendo isso em vista, a variável possui relação positiva quando averiguado que, quanto maior o indicador melhor será o índice, e quanto menor o indicador, pior o índice. Quanto à relação negativa, a variável possui relação negativa quando averiguado que, quanto maior for o indicador, pior será o índice e vice-versa (Martins & Cândido, 2008).

Os níveis de sustentabilidade para cada indicador são classificados em escalas de crítico, alerta, razoável e muito bom. Os resultados são apresentados em uma escala entre 0 e 1, classificados da seguinte forma:

- 0,0000 e 0,2500 – revelam um nível crítico de sustentabilidade;
- 0,2501 e 0,5000 – descrevem um nível alerta de sustentabilidade;
- 0,5001 e 0,7500 – indicam um nível aceitável de sustentabilidade;
- 0,7501 e 1,0000 – apresentam um nível muito bom de sustentabilidade.

Após a padronização dos indicadores, realizou-se a estimação das cargas fatoriais das variáveis escolhidas para comporem as dimensões do indicador. Desse modo, na próxima seção apresenta-se a metodologia de análise de componentes principais.



### 3.2. Análise de componentes principais

A análise de componentes principais é uma técnica de redução de dados que tem por objetivo reproduzir o máximo da variância original dos dados, mediante a redução de um número grande de variáveis observadas em um menor número de combinações lineares entre essas variáveis (Vieira & Ribas, 2011). Conforme Sharma (1996) aponta, a técnica de análise de componentes principais assume que existem  $p$  variáveis. Com isso, pode-se formar  $p$  combinações lineares, como representado a seguir:

$$\begin{aligned}\xi_1 &= W_{11}X_1 + W_{12}X_2 \cdots + W_{1p}X_p \\ \xi_2 &= W_{21}X_1 + W_{22}X_2 \cdots + W_{2p}X_p \\ &\vdots \\ \xi_p &= W_{p1}X_1 + W_{p2}X_2 \cdots + W_{pp}X_p\end{aligned}$$

Em que  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p$  representam os  $p$  componentes principais, e  $W_{ij}$  são os pesos já  $j$ -ésima variável para a  $i$ -ésima componente principal, os pesos estimados por  $W_{ij}$  seguem os seguintes pressupostos:

i) O primeiro componente principal estimado por  $\xi_1$  estima a variância máxima de dados, enquanto  $\xi_2$  mensura a variância máxima que não foi computada pelo primeiro componente, e assim por diante;

ii)  $W_{i1}W_{j1} + W_{i2}W_{j2} + \cdots + W_{ip}W_{jp}$

iii)  $W_{i1}^2 + W_{i2}^2 + \cdots + W_{ip}^2 = 1 \quad i=1, \dots, p=0$  para todo  $i \neq j$

Dessa forma, o item (ii) pressupõe que a soma dos pesos ao quadrado deve ser igual a 1,

e a equação apresentada no item (iii) assegura a ortogonalidade das novas variáveis. Para Azzoni & Latif (2000), a definição dos pesos de cada variável na construção do indicador é feita com base nos coeficientes  $W_{ij}$  e pela porcentagem da variância total explicada pelo componente principal. Nesse caso, considerando dois componentes principais tem-se:

Sendo que,  $IV_i$  representa o peso da variável  $i$  no indicador de sustentabilidade,  $C_i$  representa o coeficiente da variável  $i$  no componente  $j$ , e  $P_j$  é responsável por explicar a parcela da variância do componente  $j$ . Diante disso, o cálculo do indicador de sustentabilidade para municípios sojicultores será realizado da seguinte forma:

$$IV_i = \frac{C_{i1}^2 \cdot P_1}{P_1 + P_2} + \frac{C_{i2}^2 \cdot P_2}{P_1 + P_2} \quad 03$$

ISMS =  $\Sigma. IV_i * V_i$  Em que,  $V_i$  representa o número índice da variável  $i$ .

### 3.3. Análise de agrupamento

De acordo com Hair *et al.* (2009, p. 430), a análise de agrupamento é “um grupo de técnicas multivariadas cuja finalidade principal é agregar objetos com base nas características que eles possuem”. A análise de agrupamento de *cluster* consiste em um procedimento que busca o agrupamento dos elementos de dados baseando-se na similaridade ou dissimilaridade (distância) entre eles. Os grupos são determinados de forma a se obter homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles (Everitt *et al.*, 2011).

Conforme exposto por Härdle & Simar (2007), a análise de agrupamento é um conjunto de mecanismos para se criar grupos (*clusters*) de dados

multivariados. A proposição central é a construção de grupos com propriedades homogêneas em grandes amostras heterogêneas. Os grupos ou *clusters* devem ser tão homogêneos quanto possível e as diferenças entre os diversos grupos o maior possível. De acordo com os autores, a análise de *cluster* pode ser dividida em duas etapas principais:

1. escolha de uma medida de proximidade; e
2. escolha do algoritmo de criação de grupos.

Quando os objetos são agrupados, a proximidade geralmente é indicada por algum tipo de distância. Por contraste, as variáveis são geralmente agrupadas com base em coeficientes de correlação ou como medidas de associação (Johnson & Wichern, 2014). Neste trabalho, empregou-se a técnica de dissimilaridade que utiliza como medida a distância euclidiana. A distância euclidiana entre duas observações p-dimensional é dada por:

$$d_{ik} = \sqrt{(X_{i1} - X_{k1})^2 + (X_{i2} - X_{k2})^2 + \dots + (X_{ip} - X_{kp})^2}$$

$$= \sqrt{(X_i - X_k)' + (X_i - X_k)}$$

04

Dessa forma, as variáveis do modelo são representadas por uma matriz X (n x p), onde  $X_{ij}$  representa o valor da j-ésima variável referente ao i-ésimo item, de forma que  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$ . Na matriz, cada vetor linha i representa uma unidade amostral, enquanto cada vetor coluna j representa uma variável.

Neste trabalho, foi utilizado o método hierárquico aglomerativo, mediante o método de Ward. O método de Ward é utilizado a fim de identificar grupos por meio da maximização da homogeneidade dentro dos grupos. O método hierárquico de Ward

baseia-se em minimizar a perda de informações na união de dois grupos. Esse método geralmente é implementado com a perda de informações devido à soma de erros do critério de quadrados ESS (Johnson & Wichern, 2014). Hair *et al.* (2009, p. 429) definem o método de Ward como um

procedimento hierárquico no qual a similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos somados sobre todas as variáveis (...) resulta em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido a sua minimização de variação interna.

Mingoti (2007) explicita dois princípios fundamentais no método de Ward: cada elemento é considerado como um único conglomerado; em cada passo do algoritmo de agrupamento se calcula a soma de quadrados dentro de cada conglomerado. Essa soma é o quadrado da distância Euclidiana de cada elemento amostral pertencente ao conglomerado em relação ao correspondente vetor de médias do conglomerado. Conforme Johnson & Wichern (2014), inicialmente, um determinado *cluster* k,  $ESS_k$  representa a soma dos desvios quadrados de cada item do *cluster* a partir da sua média. Posteriormente, se houver k *clusters*, define-se ESS como a soma de  $ESS_k$  ou  $ESS = ESS_1 + ESS_2 + \dots + ESS_k$ . Em cada etapa de análise, considera-se a junção de cada par de *clusters* possíveis. Em síntese, cada *cluster* consiste em um único item e, se houver N itens,  $ESS_k = 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ , então  $ESS = 0$ . Em outro sentido, quando todos os *clusters* são combinados em um único grupo de N itens, o valor de ESS é dado por:

$$ESS = \sum_{j=1}^n (X_j - X)'(X_j - X) \quad 05$$

Nesse modelo,  $X_i$  é o vetor multivariado de medidas associado ao *j-ésimo* item e  $X$  corresponde à média de todos os itens. Com isso, os valores representados pela soma dos desvios dos quadrados (ESS), são apresentados pelo eixo vertical de um dendrograma, a partir do resultado obtido pelo método de Ward. Neste trabalho, a análise de agrupamento foi realizada por meio do *software* SPSS.

### 3.4. Seleção de municípios

O primeiro passo para a concretização da avaliação empírica é a seleção da amostra de municípios avaliados. A cultura da soja é realizada na grande maioria dos municípios do estado de Mato Grosso, dos 141 municípios 117 possuem o cultivo da soja. Contudo, é necessário sistematizar a avaliação dos efeitos da produção da soja sobre os municípios que desenvolvem essa atividade com vista à identificação de uma relação de causalidade significativa. Diante do exposto, a escolha dos municípios selecionados para comporem a análise e estimação do ISMS se deu pelos trinta maiores somatórios das participações entre:

- (i) a área plantada municipal em relação à área total plantada do estado, e a
- (ii) relação entre a produção de soja municipal e o total da produção de soja estadual, em ambos

os casos com participação relativa superior a 50%. A Tabela 2 apresenta os municípios selecionados para a análise.

Os municípios selecionados são identificados através da Tabela 2 a partir de sua localização geográfica. Evidencia-se que a amostra é composta por trinta municípios, sendo 21 (70%) municípios localizados na mesorregião norte, 05 (17%) na mesorregião nordeste, 03 (10%) na mesorregião sudeste e 01 (3%) na mesorregião sudoeste. As informações amostrais são oriundas de dados provenientes das seguintes bases de dados: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2016) e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

### 4. Estimação do indicador de sustentabilidade para municípios sojicultores (ISMS) em Mato Grosso

A estimação da análise de componentes principais permitiu a obtenção dos pesos dos indicadores de sustentabilidade municipal a partir de informações organizadas numa perspectiva ampla e sistêmica de diversos aspectos que conduzem ao funcionamento e desenvolvimento de uma dada localidade a partir dos indicadores que compõem as diversas dimensões que concebem a sustentabilidade.

TABELA 2 – Municípios selecionados para análise por Mesorregião.

<b>Norte</b>	Brasnorte/ Campo Novo do Parecis/ Campos de Júlio/ Diamantino/ Feliz Natal/ Gaúcha do Norte/ Ipiranga do Norte/ Lucas do Rio Verde/ Nova Maringá/ Nova Mutum/ Nova Ubiratã/ Paranatinga/ Porto dos Gaúchos/ Santa Rita do Trivelato/ São José do Rio Claro/ Sapezal/ Sinop/ Sorriso/ Tabaporã/ Tapurah/ Vera
<b>Nordeste</b>	Água Boa/ Canarana/Querência/ Santo Antônio do Leste/ São Félix do Araguaia
<b>Sudeste</b>	Campo Verde/ Itiquira/ Primavera do Leste
<b>Sudoeste</b>	São José dos Quatro Marcos

FONTE: Elaborado pelos autores.

Para uma melhor avaliação da sustentabilidade dos trinta municípios sojicultores que compõem a amostra de avaliação definida para Mato Grosso, apresentam-se os resultados por dimensão, com o intuito de visualizar quantitativamente as contribuições e fragilidades de cada indicador na sustentabilidade local. Os resultados apresentados a partir da Tabela 2 são os resultados da estimação padronizados para cada variável, de acordo com o procedimento apresentado na seção metodológica, dentro de uma escala que considera o peso máximo de cada indicador. Os valores máximos identificam o peso atribuído a cada variável a partir da estimação da análise de componentes principais. Já os valores relativos representam a razão entre a média da variável e o peso máximo. Os pesos das variáveis da dimensão social representam 13,44% do peso total do indicador. Na Tabela 3 expõe-se os resultados do ISMS para a dimensão social.

TABELA 3 – ISMS para a Dimensão Social.

Variáveis	Média	Máximo	Relativo
Esperança de vida ao nascer	2,53	3,46	0,7318
Mortalidade infantil	2,67	3,52	0,7567
Escolaridade	1,04	2,68	0,3870
Analfabetismo funcional	0,40	0,52	0,7746
Adequação de moradia nos domicílios	0,39	2,92	0,1322
Mortalidade por neoplasias	0,24	0,34	0,7014
<b>Média por Dimensão</b>	<b>1,21</b>	<b>2,24</b>	<b>0,5806</b>
<b>Total por Dimensão</b>	<b>7,26</b>	<b>13,44</b>	<b>0,5404</b>

FONTE: Elaborado pelos autores.

A partir da estimação da razão entre o total dos valores relativos e o total dos valores máximos da dimensão social, verificou-se que tal dimensão atingiu classificação de sustentabilidade de 0,5404, que indica um nível aceitável de sustentabilidade. Constata-se que quanto à esperança de vida ao nascer, a média desse indicador para a população dos municípios mato-grossenses foi de 74,83 anos, superior à média de esperança de vida nacional, que é de 73,94 anos. O indicador de mortalidade infantil relaciona-se à disponibilidade e acesso aos serviços de saúde, especialmente o acompanhamento do pré-natal. A média de mortalidade infantil nos municípios de Mato Grosso foi de 15,66%, resultado semelhante à média nacional que consta de 16,7%. A média de mortalidade por neoplasias nos municípios representou 11,8% dos óbitos totais. Pignati (2007) observa que o aumento de produção agrícola em Mato Grosso ocorreu de forma conjunta com o uso de agrotóxicos e que parte desses agrotóxicos são cancerígenos. O autor ainda destaca o trabalho de Koifman *et al.* (2002) que apresentam uma correlação entre o consumo de agrotóxicos, com alguns tipos de neoplasias em alguns estados brasileiros, incluindo Mato Grosso.

Verifica-se que a média da população nos municípios mato-grossenses com 25 anos ou mais com ensino fundamental completo foi de 43,02%, abaixo da média nacional, que consta de 50,75%. A situação se agrava quando se considera níveis mais altos de estudo. A média de pessoas com 25 anos ou mais com ensino médio completo foi de 26,96%, contra 35,83% da média nacional, a média da população com 25 anos ou mais com ensino superior completo foi de 7,65%, mais uma vez abaixo da média nacional, que foi de 11,27%. Observa-se

que nos municípios de Mato Grosso a média de expectativa de anos de estudo é de aproximadamente 8 anos. A baixa escolaridade também reflete na capacidade de compreender processos políticos, levando a uma dificuldade de fortalecimento dos processos institucionais.

O indicador de adequação de moradia nos domicílios expressa as condições de qualidade dos domicílios seguindo alguns critérios de adequação da moradia. Constatou-se que em média 81,64% dos domicílios nos municípios sojicultores apresentaram adequação de moradia. Na Tabela 4, apresenta-se os resultados dos indicadores para a dimensão demográfica.

Os pesos das variáveis da dimensão demográfica expressam 7,94% do peso total do indicador. Verificou-se que pela mensuração da razão dos valores relativos e valores máximos da dimensão demográfica, o nível de sustentabilidade se classifica como alerta, com o resultado de 0,2873. Os resultados indicam que o crescimento da população nos municípios sojicultores entre 2005 e 2015 foi em média 47,24%, devendo-se destacar municípios como Ipiranga do Norte, Nova Mutum, Santo Antônio do Leste, Lucas do Rio Verde e Sapezal que cresceram 206,47%, 116,66%, 112,06 %, 110,42%

e 90,05%, respectivamente (IBGE, 2015). Com a exceção de Santo Antônio do Leste todos os demais municípios são da região Norte. Além disso, observa-se um aumento expressivo de suas populações, concomitante à consolidação da atividade agropecuária nessa região, sobretudo, da atividade da soja.

O indicador razão entre a população urbana e rural indicam que a média dessa razão para os municípios sojicultores de Mato Grosso foi de 0,4334, em média 30% da população mato-grossense encontra-se no meio rural e 70% no meio urbano. Tal resultado evidencia a distribuição assimétrica entre as populações urbana e rural, o que implica na qualidade de infraestrutura urbana e oferecimento de serviços básicos para a população. Para Martins & Cândido (2008), o equilíbrio da população nos meios urbano e rural possibilita o controle do crescimento desordenado da população urbana. Já no meio rural, contribui para o fortalecimento de atividades ligadas à agropecuária, visando maior qualidade de vida e controle de recursos ambientais tanto nos espaços urbanos, quanto nas áreas rurais.

O indicador de densidade demográfica se relaciona a questões não só espaciais, mas também de cunho social, ambiental e econômico, pois a concentração populacional de maneira inadequada em determinado espaço geográfico incide em maiores níveis de degradação ambiental, pobreza e desemprego (Martins & Cândido, 2008). Nesse sentido, verifica-se que nos municípios de Mato Grosso a média de densidade demográfica foi de 4,026 pessoas por km<sup>2</sup>. No entanto, 80% dos municípios analisados estão abaixo dessa média, o que caracteriza uma situação de desequilíbrio e uma densidade demográfica heterogênea entre os municípios mato-grossenses. A relação de representação entre a população masculina e feminina

TABELA 4 – ISMS para a Dimensão Demográfica.

Variáveis	Média	Máximo	Relativo
Crescimento da população	0,53	1,47	0,3613
Razão entre a população urbana e rural	1,11	2,56	0,4343
Densidade demográfica	0,04	3,14	0,0139
Razão entre a população masculina e feminina	0,60	0,78	0,7646
<b>Média por Dimensão</b>	<b>0,57</b>	<b>1,99</b>	<b>0,3936</b>
<b>Total por Dimensão</b>	<b>2,28</b>	<b>7,94</b>	<b>0,2873</b>

FONTE: Elaborado pelos autores.

foi mais homogênea nos municípios analisados, em média a população feminina consta de 47,07% da população, e a população masculina representa 53,11% da população total.

Em suma, o nível de alerta alcançado pelos municípios sojicultores indica uma distribuição espacial desigual da população mato-grossense, demonstrando que ocorre maior concentração da população nas áreas geográficas mais produtivas. O crescimento da população também corrobora para esse resultado, pois as diferenças entre os municípios são muito expressivas. Na Tabela 5 apresentam-se os resultados para a dimensão econômica. Salienta-se que os pesos das variáveis da dimensão econômica correspondem a 7,19% do peso total do indicador, e que a mensuração da razão entre os valores relativos e máximos – 0,5012 – indica um nível aceitável de sustentabilidade.

TABELA 5 – ISMS para a Dimensão Econômica.

Variáveis	Média	Máximo	Relativo
Produto Interno Bruto per capita	0,20	0,63	0,3236
Participação da Indústria no PIB	0,18	1,26	0,1406
Participação da agropecuária no PIB	0,36	0,74	0,4799
Saldo da balança comercial	0,16	0,55	0,2997
Exportação de soja/exportação total do município	0,31	0,60	0,5163
Renda per capita	1,07	2,08	0,5119
Rendimentos provenientes do trabalho	0,44	0,59	0,7416
Índice de Gini de distribuição do rendimento	0,46	0,76	0,6021
<b>Média por Dimensão</b>	<b>0,39</b>	<b>0,90</b>	<b>0,4508</b>
<b>Total por Dimensão</b>	<b>3,16</b>	<b>7,19</b>	<b>0,5012</b>

FONTE: Elaborado pelos autores.

Conforme a classificação de nível de sustentabilidade proposta por esse indicador, a dimensão econômica apresenta sustentabilidade econômica aceitável, muito próximo do limite inferior. O PIB per capita denota o nível médio de renda da população. Diante disso, a média do PIB per capita dos municípios de Mato Grosso foi de R\$ 56,81 mil. Entretanto, quando se analisa dados específicos de renda nos municípios mato-grossenses, os resultados são mais pessimistas. O rendimento per capita para os residentes dos municípios sojicultores de Mato Grosso foi em média R\$ 727,83 mensais, valor abaixo do salário-mínimo estabelecido no Brasil, que era de R\$954,00.

A análise de indicadores de renda é essencial para o combate à pobreza e redução de desigualdades. Nessa perspectiva, observa-se que na amostra de municípios de Mato Grosso, em média 5,41% da população encontra-se em situação de extrema pobreza, com um rendimento per capita de R\$ 23,81 mensais, e 9,85% da população enquadra-se em situação de pobreza, com um rendimento per capita de R\$ 70,80 mensais, valor abaixo da média nacional que consta de R\$ 75,19 mensais. O indicador de rendimentos provenientes do trabalho representa o percentual de renda que provém do trabalho, em relação à renda proveniente de transferências governamentais. Em média, 87,71% da renda nos municípios sojicultores foi proveniente do trabalho, esse resultado evidencia a capacidade da população de gerar rendimentos, e promover as atividades econômicas locais, sem depender de forma preponderante de recursos exógenos.

A economia mato-grossense apoia-se fortemente no setor do agronegócio, sobretudo na produção de soja, e caracteriza-se como um estado primário exportador, sendo o maior exportador de soja nacional. Diante disso, infere-se que em média

a participação da indústria no produto interno bruto dos municípios sojicultores foi de 9,65%, enquanto a participação da agropecuária representou 40,17% na composição do PIB municipal. Esse resultado evidencia as disparidades quanto à diversificação das atividades econômicas nos municípios mato-grossenses. A vocação econômica institucionalmente construída do estado (agropecuária) deve ser consolidada de forma mais diversificada, devendo-se estimular maior participação dos setores com menor expressividade no estado, como é o caso da indústria.

O saldo da balança comercial entre os municípios sojicultores possui diferenças expressivas, em média a balança comercial desses municípios foi de U\$ 229,94 milhões. As exportações mato-grossenses são baseadas em bens primários, diante disso, o setor da soja é o de maior destaque. Estima-se que entre os municípios sojicultores a exportação de soja representou em média 51,63% da pauta de exportação dos municípios. Na Tabela 6, expõem-se os resultados dos indicadores para a dimensão político-institucional. Ressalta-se que os pesos das variáveis da dimensão político-institucional refletem 16,57% do peso total do indicador e que a estimativa da razão entre os valores relativos e máximos aponta para um nível crítico de sustentabilidade, considerando que seu resultado foi de 0,2493.

Os resultados para a dimensão político-institucional expressam que os municípios mato-grossenses sojicultores obtiveram nível crítico de sustentabilidade nessa dimensão. A média com despesas de assistência social nos municípios sojicultores de Mato Grosso foi de 3,96% das despesas orçamentárias totais. Os gastos com educação correspondem em média a 27,84% das despesas. Entretanto, percebe-se uma orientação dos gastos voltados à educação com maior atenção para o

ensino fundamental (71,93%), deixando os outros setores com fragilidade quanto aos gastos públicos.

As despesas com urbanismo nos municípios de Mato Grosso respondem em média por 10,51% das despesas totais. As despesas orçamentárias municipais com saneamento representam apenas 2,02% das despesas totais, que são divididas em saneamento básico rural (3,76%), saneamento básico urbano (86,52%) e outras despesas na função saneamento (6,93%). Esse resultado evidencia uma grande disparidade entre as despesas na zona urbana e no meio rural, requerendo, portanto, esforços no sentido de melhoria do saneamento especialmente na zona rural. O indicador de despesas com saúde em Mato Grosso indica que em média 24,59% das despesas totais são para esse setor, destaca-se a área de atenção básica (54,74%) com o maior repasse.

TABELA 6 – ISMS para a Dimensão Político-Institucional.

Variáveis	Média	Máximo	Relativo
Despesas com assistência social	0,51	1,06	0,4788
Despesas com Educação	0,47	1,03	0,4563
Despesas com Cultura	0,12	0,74	0,1642
Despesas com Urbanismo	0,22	0,57	0,3819
Despesas com Gestão Ambiental	0,02	0,60	0,0308
Despesas com Saneamento	0,09	0,97	0,0906
Despesas com Saúde	0,33	0,59	0,5497
Acesso a Serviço de Telefonia Fixa	0,06	0,66	0,0940
Participação nas Eleições	0,37	1,60	0,2333
Número de Conselhos Municipais	0,20	0,29	0,6944
Transferências Intergovernamentais da União	8,10	8,46	0,9570
<b>Média por Dimensão</b>	<b>0,95</b>	<b>1,51</b>	<b>0,3756</b>
<b>Total por Dimensão</b>	<b>10,49</b>	<b>16,57</b>	<b>0,2493</b>

FONTE: Elaborado pelos autores.

O acesso a serviços de saúde são condições fundamentais para a manutenção da qualidade de vida da população.

Os dispêndios municipais com cultura e gestão ambiental apresentam resultados semelhantes, em média as despesas com cultura representam somente 0,82% das despesas totais, e as despesas com gestão ambiental expressam 0,19% das despesas totais. As despesas com cultura se concentram na área de difusão cultural (79,86%). Esse resultado se materializa na falta de estruturas físicas e equipamentos para a difusão de atividades culturais. As despesas com gestão ambiental se distribuem em preservação ambiental, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas, recursos hídricos e meteorologia, mas observa-se que apenas preservação ambiental e controle ambiental fazem parte das despesas municipais, com uma representação média de 73,88% e 66,27% das despesas com gestão ambiental. Esses valores são relativamente altos, no entanto, isso ocorre porque geralmente os municípios alocam todas as despesas para apenas uma função. Vale ressaltar que 50% dos municípios mato-grossenses não têm despesas com preservação ambiental e 76,66% dos municípios não apresentam despesas com controle ambiental, ou seja, as despesas com gestão ambiental ficam restringidas a uma pequena parcela dos municípios.

O número de conselhos municipais é importante no sentido de informar sobre o nível de participação e de organização dos municípios, pois cria um sistema de decisão coletiva e reduz a influência de indivíduos. Diante disso, constata-se que a média de conselhos nos municípios sojicultores mato-grossenses foi de aproximadamente 6 conselhos por município. As transferências intergovernamentais da União foi o indicador com maior peso entre todas as dimensões (8,46%), e representaram em média

32,55% das receitas orçamentárias dos municípios mato-grossenses, esse resultado explicita a vulnerabilidade e dependência das receitas da União para a composição das receitas orçamentárias dos municípios sojicultores de Mato Grosso. A concentração dos recursos orçamentários no Governo Federal dificulta a gestão municipal, uma vez que a reduzida ou ausente carga tributária se materializa em uma conjuntura de incapacidade de governança local. Nesse contexto, a Lei Kandir exerce grande influência na reduzida arrecadação tributária no estado, uma vez que a distribuição da arrecadação do ICMS compõe uma parcela das receitas orçamentárias do governo estadual e municipal. Na Tabela 7, apresentam-se os resultados dos indicadores que tratam da dimensão ambiental. Os pesos das variáveis da dimensão ambiental caracterizam 17,83% do peso total do indicador.

TABELA 7 – ISMS para a Dimensão Ambiental.

Variáveis	Média	Máximo	Relativo
Acesso ao sistema de abastecimento de água	2,62	3,51	0,7472
Acesso a esgotamento sanitário ou fossa séptica	0,34	1,91	0,1768
Acesso à coleta de lixo urbano e rural	2,84	4,01	0,7099
Uso de Agrotóxico em litros por hectare da agricultura	6,62	6,80	0,9737
Área desmatada em relação a área do município	0,64	0,89	0,7261
Realização de licenciamento ambiental	0,08	0,21	0,3667
Legislação específica para tratar de questão ambiental	0,34	0,52	0,6667
<b>Média por Dimensão</b>	<b>1,93</b>	<b>2,55</b>	<b>0,6239</b>
<b>Total por Dimensão</b>	<b>13,48</b>	<b>17,83</b>	<b>0,2076</b>

FONTE: Elaborado pelos autores.



Ressalta-se que a dimensão ambiental obteve um nível crítico de sustentabilidade devido ao resultado obtido pela estimação da razão entre os valores relativos e máximos dessa dimensão, que foi de 0,2076. Os indicadores de saneamento básico e ambiental são fundamentais para a avaliação das condições de saúde e infraestrutura da população residente nos municípios de Mato Grosso. Diante disso, evidencia que em média 70,61% das residências possuem acesso ao abastecimento de água, 76,84% das residências têm acesso à coleta de lixo, tanto na zona urbana, como no meio rural, e 14,56% das residências têm acesso a esgotamento sanitário ou fossa séptica.

Observa-se que a média de uso de agrotóxicos em litros por hectare da agricultura foi de 14,19 litros, vale destacar o município de São José dos Quatro Marcos que faz uso de 84,16 litros de agrotóxico por hectare de área plantada. Belo *et al.* (2012) analisaram indicadores biológicos de exposição de agrotóxicos da produção de soja no município de Lucas do Rio Verde. Os autores constataram a presença de resíduos de glifosato e piretroides entre os trabalhadores rurais e população urbana. Os autores salientam que também foi identificada a presença de resíduos de agrotóxicos nas águas de chuvas, o que amplia o risco de contaminação para além da área de trabalho. Esse tipo de contaminação ambiental pode refletir em várias dimensões, inclusive na incidência de neoplasias.

O indicador da razão entre a área desmatada e a área do município explicita que em média 25,73% das áreas dos municípios sojicultores são desmatadas, os municípios sojicultores da região norte apresentaram em média 28,44% de área desmatada, resultado maior que a média de todos os municípios analisados, os municípios sojicultores da região

nordeste incidiram em 14,73% de área desmatada, e a os municípios sojicultores da região sudeste tiveram em média apenas 1,99% de área desmatada, o único município da região sudoeste (São José dos Quatro Marcos) apresentou uma área desmatada de 92,46% em relação a área municipal, pior resultado entre os municípios sojicultores analisados.

Os indicadores de gestão ambiental são importantes no sentido de instituírem ações e implementação de políticas ambientais. A média de municípios sojicultores que não realizam licenciamento ambiental foi de 63,33% e a média de municípios que não possuem legislação específica para tratar de questão ambiental foi de 33,33%. Isso dificulta a implantação de instrumentos institucionais com vistas à gestão ambiental. Além disso, na presença de crise orçamentária municipal, a gestão ambiental fica comprometida. Na Tabela 8 retratam-se os resultados para os indicadores da dimensão cultural. Verifica-se que os pesos das variáveis da dimensão cultural configuram 37,02% do peso total do indicador.

TABELA 8 – ISMS para a Dimensão Cultural.

Variáveis	Média	Máximo	Relativo
Quantidade de bibliotecas	1,04	4,03	0,2583
Quantidade de museus	0,21	7,87	0,0267
Quantidade de ginásios de esportes e estádios	0,69	5,85	0,1178
Quantidade de cinemas	0,22	6,50	0,0333
Quantidade de teatros ou salas de espetáculos	0,16	8,42	0,0190
Quantidade de centros culturais	0,34	4,35	0,0778
<b>Média por Dimensão</b>	<b>0,44</b>	<b>6,17</b>	<b>0,0888</b>
<b>Total por Dimensão</b>	<b>2,66</b>	<b>37,02</b>	<b>0,0144</b>

FONTE: Elaborado pelos autores.

---

Infere-se que, entre as dimensões analisadas, a dimensão cultural foi a que logrou o pior resultado, obtendo um nível crítico de sustentabilidade a partir da estimação da razão entre os valores relativos e os valores máximos, que indicou sustentabilidade cultural de 0,0144. A média de bibliotecas entre municípios sojicultores foi de 1,33. Em média, 0,13% dos municípios sojicultores têm museus. A média de ginásios esportivos e estádios foi de 1,76 ginásio por município. Estima-se que 0,1% dos municípios analisados possuem cinema, 0,13% dos municípios possuem teatros, e 0,23% dos municípios sojicultores mato-grossenses têm centros culturais.

Esse resultado reflete no baixo investimento em setores como educação, desporto e lazer e cultura, pois implica na falta de bibliotecas, museus, ginásios de esporte, cinemas e centros culturais nos municípios mato-grossenses. Ademais, a alta fragilidade na oferta de atividades artísticas, sociais, recreativas e de lazer demonstra a incapacidade de governança local, em função da reduzida base de tributação municipal. Para Veiga (2010), a cultura estabelece uma relação fundamental entre rendimentos relativos e capacidades humanas absolutas. Expõem-se na Tabela 9 os resultados do indicador de sustentabilidade para municípios sojicultores para os municípios de Mato Grosso.

Conforme observa-se na Tabela 9, o resultado do ISMS evidencia que todos os municípios analisados apresentaram nível de alerta de sustentabilidade. Apesar das dimensões econômica e social terem apresentado nível aceitável de sustentabilidade, esse resultado pode ser caracterizado como possivelmente temporário. Uma vez que o desempenho aceitável dos indicadores econômicos se dá em consonância de maior degradação ambiental e perda do estoque de recursos ambientais. Observa-se que entre os

municípios com os maiores resultados em termos do ISMS – Primavera do Leste, Lucas do Rio Verde, Sinop, Sorriso, Diamantino, Sapezal, Campo Verde e Nova Mutum – todos configuram entre os dez maiores municípios produtores e exportadores de soja em Mato Grosso e também com maiores áreas destinadas à produção de soja no estado. Porém, deve-se ressaltar que isso ocorre de forma conjunta a um maior desmatamento. Consta-se que entre os municípios citados a média de área desmatada é superior a 1.500 km<sup>2</sup>. O indicador econômico envia o resultado para cima e demonstra a ausência de homogeneidade entre as dimensões.

Os resultados do ISMS contradizem o discurso tradicional das instituições representantes do agronegócio em Mato Grosso de que a soja é uma atividade propulsora do desenvolvimento local ou como é enfatizado em documento da Aprosoja (2015, p. 10) “o agronegócio traz o desenvolvimento”. Os resultados da avaliação indicam que a afirmação é questionável. A partir da aplicação da metodologia proposta, infere-se que a produção de soja isoladamente não determinou níveis mais elevados de desenvolvimento aos municípios analisados. Nesse sentido, cabe salientar que as fragilidades locais têm muita relação com a dependência da transferência de recursos orçamentários federais e estaduais, incorrendo em uma conjuntura de falta de capacidade de investimentos pelas administrações municipais, em função da limitada geração de arrecadação de recursos orçamentários de base local. Esse resultado demonstra que o tão propalado processo de transbordamento do crescimento econômico para as dimensões sociais e ambientais não acontece na realidade e de forma automática mediante o modelo agroexportador.

TABELA 9 – Resultados do Indicador de Sustentabilidade para Municípios Sojicultores (ISMS) para municípios selecionados de Mato Grosso.

<b>Municípios</b>	<b>ISMS</b>	<b>ISMS Relativo</b>	<b>Nível de Sustentabilidade</b>
Primavera do Leste	47,07	0,4707	Alerta
Lucas do Rio Verde	45,72	0,4572	Alerta
Sinop	44,53	0,4453	Alerta
Sorriso	43,50	0,4350	Alerta
Diamantino	43,10	0,4310	Alerta
Sapezal	42,11	0,4211	Alerta
Campo Verde	41,68	0,4168	Alerta
Nova Mutum	41,63	0,4163	Alerta
São Félix do Araguaia	41,09	0,4109	Alerta
Santo Antônio do Leste	40,83	0,4083	Alerta
Santa Rita do Trivelato	40,00	0,4000	Alerta
Tapurah	39,84	0,3984	Alerta
Campos de Júlio	39,75	0,3975	Alerta
Água Boa	39,59	0,3959	Alerta
Brasnorte	38,98	0,3898	Alerta
Campo Novo do Parecis	38,72	0,3872	Alerta
Itiquira	38,39	0,3839	Alerta
Querência	38,20	0,3820	Alerta
Nova Maringá	38,19	0,3819	Alerta
Vera	37,86	0,3786	Alerta
Paranatinga	37,58	0,3758	Alerta
Porto dos Gaúchos	37,45	0,3745	Alerta
Tabaporã	37,24	0,3724	Alerta
Ipiranga do Norte	36,25	0,3625	Alerta
Feliz Natal	36,01	0,3601	Alerta
Canarana	35,56	0,3556	Alerta
Gaúcha do Norte	35,43	0,3543	Alerta
São José do Rio Claro	35,22	0,3522	Alerta
São José dos Quatro Marcos	34,52	0,3452	Alerta
Nova Ubiratã	33,88	0,3388	Alerta

FONTE: Elaborado pelos autores.

Os resultados do ISMS salientam a necessidade de convergência entre os atores locais para a busca de alternativas ao processo de desenvol-

vimento sustentável, por meio da diversificação produtiva e adensamento das atividades industriais e de serviços de maior valor agregado. Deve-se

---

também priorizar a resolução do problema da baixa arrecadação tributária local, uma vez que a questão do financiamento da gestão pública é primordial para a efetivação da gestão municipal. Conforme Santos (2012), a forte dependência de transferências unilaterais na esfera municipal advém da limitada capacidade contributiva da população.

#### 4.1. Análise de agrupamento

A partir da mensuração do Índice de Sustentabilidade para Municípios Sojicultores (ISMS) para os municípios de Mato Grosso, empregou-se a análise de agrupamento para identificar a existência de grupos homogêneos em termos das performances dos municípios. A estimação do ISMS considerou indicadores das dimensões social, demográfica, econômica, político-institucional, ambiental e cultural. O resultado do ISMS demonstrou que todos os municípios se encontram em nível de alerta de sustentabilidade. Na Figura 1, apresenta-se o dendograma referente aos resultados estimados pelo ISMS.

Observa-se na Figura 1, que os municípios sojicultores foram agrupados em três *clusters*. No primeiro *cluster* (de baixo para cima), encontram-se os municípios com os maiores resultados em termos do ISMS, que são Sapezal, Nova Mutum, Campo Verde, São Félix do Araguaia, Santo Antônio do Leste, Sorriso, Diamantino, Primavera do Leste, Sinop e Lucas do Rio Verde. No segundo *cluster*, estão os municípios com os piores resultados, sendo eles São José do Rio Claro, Gaúcha do Norte, Canarana, Ipiranga do Norte, Feliz Natal, São José dos Quatros Marcos e Nova Ubiratã. No terceiro *cluster* do dendograma, concentram-se os municípios com

os resultados medianos em termos do ISMS, que são Água Boa, Santa Rita do Trivelato, Tapurah, Campos de Júlio, Tabaporã, Porto dos Gaúchos, Paranatinga, Campo Novo do Parecis, Brasnorte, Vera, Itiquira, Querência e Nova Maringá.

Entre os municípios agrupados no primeiro *cluster*, a maioria deles configuram-se entre os dez maiores municípios produtores e exportadores de soja em Mato Grosso. Esses municípios também se configuram entre os maiores municípios com áreas destinadas à produção de soja no estado. Porém, deve-se ressaltar que isso ocorre de forma conjunta a um maior desmatamento. Observa-se que entre os municípios do primeiro *cluster*, a média de área desmatada é superior a 1.500 km<sup>2</sup>, com exceção dos municípios de São Félix do Araguaia e Sinop que fazem parte do bioma amazônico, todos os outros municípios pertencem ao bioma cerrado. Adicionalmente, deve-se salientar que em São Félix do Araguaia a área desmatada é de aproximadamente 4.507 km<sup>2</sup>, e Sinop apresentou 2.489 km<sup>2</sup> de área desmatada (PRODES, 2015).

Salienta-se que os resultados obtidos pelos municípios do *cluster* um podem estar associados à época de inserção da soja em suas atividades econômicas, com exceção dos municípios de Sapezal e Santo Antônio do Leste, em todos os outros municípios a expansão da fronteira agrícola dessa oleaginosa aconteceu entre as décadas de 1970/1980. Período de destaque de expansão da fronteira agrícola principalmente nas regiões sudeste (Campo Verde, Itiquira, Primavera do Leste) e norte (Diamantino, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Paranatinga, Sorriso, Sinop, São José do Rio Claro) de Mato Grosso (IBGE, 2016).

## Dendrograma usando ligação de Ward

Combinação de cluster de distância redimensionado

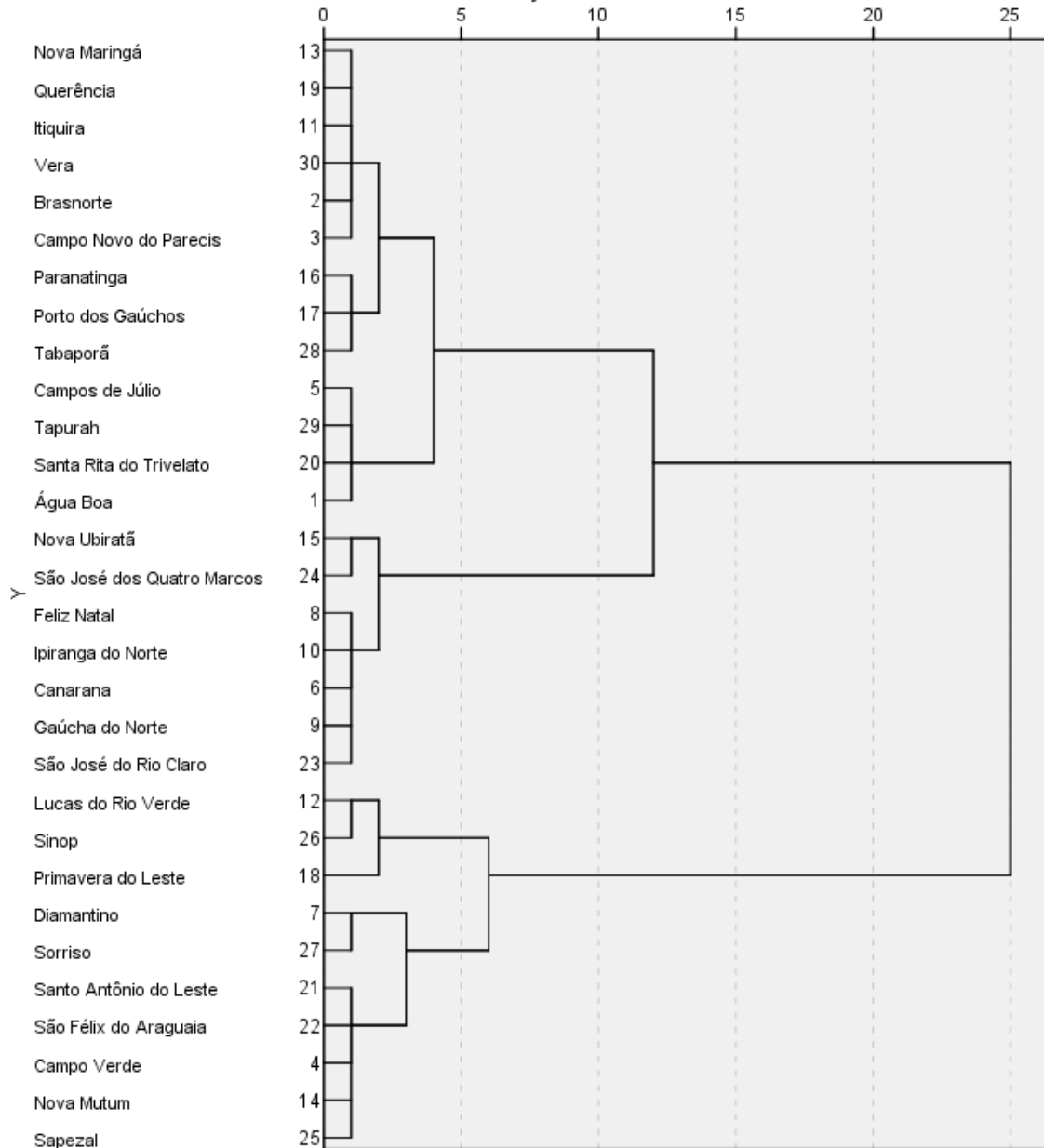


FIGURA 1 – Dendrograma com a representação de agrupamentos.

FONTE: Resultados da pesquisa, elaborado pelos autores.

---

Os municípios concentrados no segundo *cluster* pertencem ao bioma amazônico, com exceção de São José do Rio Claro, que faz parte do bioma cerrado. A média de área desmatada dos municípios do bioma amazônico consta de 1.836 km<sup>2</sup>, esse resultado é muito superior em municípios como Nova Ubiratã e Gaúcha do Norte, que apresentaram 4.388 km<sup>2</sup> e 3.596 km<sup>2</sup> de área desmatada, isso representa 34,57% e 21,28% da área total desses municípios. Ressalta-se que esse menor desempenho em termos do ISMS pode estar relacionado à expansão da fronteira agrícola mais recente de alguns municípios, a partir dos anos 2000. Adicionalmente, porque esses municípios encontram-se em áreas de maior impacto ambiental, como é o caso dos municípios de Gaúcha do Norte, Feliz Natal e Canarana que se encontram no entorno da Reserva do Xingu, e Ipiranga do Norte, Nova Ubiratã e São José dos Quatro Marcos que se localizam em áreas do bioma amazônico (PRODES, 2015; IBGE, 2016).

Os municípios com indicadores medianos, em termos do ISMS, que estão agrupados no terceiro *cluster*, são predominantemente da região norte de Mato Grosso, com exceção de Itiquira (região sudeste), Água Boa e Querência (região nordeste), sendo esta última localizada em área pertencente ao Parque Xingu. Os municípios do terceiro *cluster* são divididos entre os biomas amazônico e cerrado. Nos municípios do Cerrado, a média de área desmatada é de aproximadamente 800 km<sup>2</sup>, com destaque para Paranatinga, que obteve um desmatamento equivalente a 2.613 km<sup>2</sup>. Nos municípios do bioma amazônico esse resultado piora, verifica-se que a média de área desmatada nesses municípios constou de 3.197 km<sup>2</sup>, ressaltando os desmatamentos obtidos por Brasnorte com 4.376 km<sup>2</sup> de área desmatada e Nova Maringá com 3.198 km<sup>2</sup> de desmatamento,

resultado acima da média dos outros municípios do terceiro *cluster*. Em suma, nos três *clusters*, observou-se maior extensão de área desmatada em municípios pertencentes ao bioma amazônico (PRODES, 2015). Domingues *et al.* (2014) corroboram a análise anterior e explicitam que o cultivo da soja na região norte de Mato Grosso está associado diretamente com o desmatamento da Floresta Amazônica, por intermédio de latifúndios monocultores e controlados por empresas transnacionais.

Em suma, os resultados indicam que a expansão da produção de soja vem ocorrendo em áreas com alto impacto ambiental, sem a contrapartida de elevação do nível de desenvolvimento local, de maneira que os municípios sojicultores estão exportando um estoque ambiental sem reposição a longo prazo. Com isso, as externalidades ambientais devem ser consideradas como limites à expansão da fronteira agrícola, visto que a análise de agrupamento explicita um maior desmatamento e degradação ambiental nos municípios de inserção recente ao processo de expansão da produção sojícola. Dessa forma, torna-se necessário reavaliar a estrutura produtiva da atividade da soja nos municípios de Mato Grosso, em especial a reversão de políticas públicas (em especial aquelas de cunho econômico como incentivos fiscais e creditícios) que incentivem o processo de expansão agrícola nas regiões dos ecossistemas Amazônico e a preservação do resquício do Cerrado ainda existente. Adicionalmente, os resultados sinalizam a premência de esforços pela diversificação produtiva, não somente nos centros urbanos maiores, mas também nos municípios líderes na produção de commodities agropecuárias. O adensamento das atividades industriais e a diversificação da produção agrícola e pecuária, mediante a inserção de atividades produtivas

---

vas alternativas, de maior valor agregado, podem ser meios de dinamização e ampliação do crescimento endógeno municipal.

## 5. Considerações finais

As discussões sobre o desenvolvimento sustentável e sua mensuração por meio de indicadores são fundamentais para a consolidação de políticas e ações que promovam a sustentabilidade em dada localidade geográfica. Com isso, procurou-se mensurar o nível de sustentabilidade dos municípios sojicultores do estado de Mato Grosso. A estimação do Indicador de Sustentabilidade para Municípios Sojicultores (ISMS) permitiu a obtenção de indicadores de sustentabilidade organizados nas dimensões social, demográfica, econômica, político-institucional, ambiental e cultural. A estimativa final do ISMS apontou que todos os municípios sojicultores analisados apresentaram nível de alerta de sustentabilidade. Apesar das dimensões econômica e social terem apresentado níveis aceitáveis de sustentabilidade, esse resultado pode ser efêmero, visto que o desempenho aceitável dos indicadores econômicos, deu-se em consonância de maior degradação ao meio ambiente. Ressalta-se que as variáveis com maiores pesos para a avaliação da (in)sustentabilidade dos municípios sojicultores são referentes à dependência de repasses inter-governamentais da União, falta de infraestrutura cultural, saneamento básico e uso de agrotóxicos nas lavouras municipais. Em suma, os resultados do ISMS contradizem o discurso dos representantes do agronegócio empresarial mato-grossense de que a soja seria o vetor do desenvolvimento local, uma vez que a produção de soja não determinou níveis mais elevados de desenvolvimento aos mu-

nicipios analisados, indicando que o processo de transbordamento do crescimento econômico para as dimensões social, ambiental, cultural e institucional não acontece na realidade. Além disso, a partir da análise de agrupamento, infere-se que a expansão da sojicultura em território mato-grossense vem ocorrendo em áreas com alto impacto ambiental em termos de desmatamento, sem a contrapartida de elevação do nível de desenvolvimento local. Evidenciando que as restrições ambientais têm um importante papel não somente preservacionista, ao restringir a expansão da fronteira agrícola, mas geram incentivos à diversificação produtiva e às práticas de intensificação produtiva, visto que se identificou um maior desmatamento nos municípios com os piores resultados de avaliação pelo ISMS.

## Referências

- Abramovay, R. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil? *Novos estudos CEBRAP*, 87, 97-113, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002010000200006&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002010000200006&script=sci_arttext)
- Agenda 21. *Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e o desenvolvimento*. Brasília: Câmara dos Deputados, 1995.
- APROSOJA – Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso. *Cartilha da Sustentabilidade*. Cuiabá: Aprosoja, 2015.
- Azzoni, C. R.; Latif, Z. A. Indicador de movimentação econômica - Imec/Fipe: aspectos metodológicos e relevância como indicador antecedente da atividade econômica. In: *Seminário sobre Indicadores Líderes y Encuestas de Expectativas*. Rio de Janeiro, 2000.
- Bellen, H. M. V. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2. ed., 2006.
- Belo, M. S. S. P.; Pignati, W.; Dores, E. F. G. C.; Peres, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato

- Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 37(125), 78-88, 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0303-76572012000100011&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0303-76572012000100011&script=sci_arttext)
- Buarque, S. C. *Construindo o desenvolvimento local sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 4. ed., 2008.
- Carson, R. *Silent spring*. Houghton Mifflin Company, 1962.
- CONAB — Companhia Nacional de Abastecimento. *Série histórica das safras*: soja. 2016. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=10>
- Costa, C. G. A.; Macedo, L. O. B.; Cândido, G. A. *Análise da performance social corporativa (PSC) na percepção dos stakeholders envolvidos na produção de soja: um estudo multicase no estado de Mato Grosso*. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2017.
- Domingues, M. S. D.; Bermann, C.; Manfredini, S. A produção de soja no Brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia. *Revista Presença Geográfica*, 1(1), 32-47, 2014.
- EMBRAPA — Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Dados Econômicos*. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>
- Everitt, B. S.; Landau, S.; Leese, M.; Sthail, D. *Cluster analysis*. Chichester: Wiley, 5. ed., 2011.
- FAO — Food and Agriculture Organization. *The state of food and agriculture: climate change, agriculture and food security*. Food and agriculture organization of the United Nations: Rome, 2016.
- Härdle, W.; Simar, L. *Applied multivariate statistical analysis*. Berlin: Springer Science, 2007.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. *Análise Multivariada de Dados*. Porto Alegre: Bookman, 5. ed., 2009.
- Hirakuri, M. H.; Castro, C. D.; Franchini, J. C.; Debiassi, H.; Procopio, S. D. O.; Balbinot Junior, A. *Metodologia para avaliação de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2015.
- IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.
- IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadct/brasil>. Acesso: mai. 2016.
- IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- IMEA — Instituto Mato-Grossense de Economia e Agropecuária. *Mapa das Macrorregiões do IMEA*. Cuiabá: IMEA, 2017.
- Johson, R.; Wichern, D. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 2014.
- Koifman, S.; Koifman, R. J.; Meyer, A. Human reproductive system disturbances and pesticide exposure in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 18(2), 435-445, 2002.
- Malheiros, T. D.; Coutinho, S. M. V.; Philippi Jr, A. Desafios dos usos de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: Philippi Jr, A.; Malheiros, T. D. (Orgs.). *Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental*. Barueri: Manole, 2012.
- Martins, M. F.; Cândido, G. A. *Índice de Desenvolvimento Sustentável – IDS dos estados brasileiros e dos Municípios da Paraíba*. João Pessoa: Edições SEBRAE, 2008.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J. *The limits to growth*. New York, 102, 1972.
- Mingoti, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.
- Mueller, C. C. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2012.
- Pignati, W. A. *Os riscos, agravos e vigilância em saúde no espaço de desenvolvimento do agronegócio no Mato Grosso*. São Paulo, Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, 2007.
- PRODES – Coordenação Geral do Observatório da Terra. *Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite*. 2015. Disponível em: <http://terra->



- 
- brasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\_amazon/rates
- Romeiro, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: May, P. H. Lutosa, M. C; Vinha, V. (Orgs.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2. ed., p. 1-29, 2010.
- Sachs, I. *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Nobel, 1993.
- Sachs, I. *Rumo a ecossocionomia: teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez, 2007.
- Saikku, L.; Soimakallio, S.; Pingoud, K. Attributing land-use change carbon emissions to exported biomass. *Environmental Impact Assessment Review*, 37, 47-54, 2012. doi: 10.1016/j.eiar.2012.03.006
- Santos, A. P. Autonomia municipal no contexto federativo brasileiro. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 120, 209-230, 2012.
- Sharma, S. *Applied multivariate techniques*. John Wiley e Sons, 1996.
- Sousa, E. M. A. *Desenvolvimento sustentável: um marco conceitual para o Áridas*. Recife: Mimeo, 1994.
- Vasconcelos, A. C. F.; Cândido, G. A. Índice de Desenvolvimento Sustentável Participativo: uma aplicação ao caso do município de Cabeceiras-PB. *Capital Científico: Guarapuava*, 9(2), 83-97, 2011.
- Veiga, J. E. da. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2010.
- Vianna, S. B.; Veiga, J. E da; Abranches, S. A sustentabilidade do Brasil. In: Gianbiagi, F.; Barros, O. (Orgs). *Brasil pós-crise: agenda para a próxima década*. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 305-324, 2009.
- Vieira, P. R. C.; Ribas, J. R. *Análise multivariada com o uso do SPSS*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2011.