



ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO MATOPIBA

ANALYSIS OF THE SUSTAINABILITY OF MUNICIPALITIES IN THE MATOPIBA REGION

Autores: Ana Bruna Soares Oliveira¹, Eliane Pinheiro de Sousa², Anderson da Silva Rodrigues³, Christiane Luci Bezerra Alves⁴

Filiação: Universidade Regional do Cariri (URCA)

E-mail: ¹brunasoaresoliveiraa@gmail.com, ²pinheiroeliane@hotmail.com, ³anderson_rodrigues750@outlook.com, ⁴chrisluci@gmail.com

Grupo de Trabalho 4. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade.

Resumo

A busca pelo crescimento dos diversos países tem ocasionado impactos ambientais e sociais cada vez mais graves, uma vez que este não é compatível com as ferramentas de sustentabilidade do meio ambiente, ao passo que se este for desigual, intensifica ainda mais as disparidades sociais no meio urbano. Tais problemas são oriundos das ações agressivas do homem com a natureza, o que vem ocasionando uma crise ambiental sem precedentes, tornando necessária a criação de políticas que se direcionem ao desenvolvimento sustentável. Assim, este estudo se propôs avaliar a sustentabilidade dos municípios que compõem a região do MATOPIBA, acrônimo da junção dos estados do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA), tendo em vista que esta vem enfrentando desafios quanto ao agronegócio atual frente aos seus impactos à sustentabilidade. Utilizaram-se dados secundários extraídos dos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Para tal, aplicaram-se as ferramentas do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) ajustado e da Análise de Clusters mediante o método não hierárquico de k-médias, em que os municípios foram distribuídos em três grupos de sustentabilidade (baixo, intermediário e alto). Os resultados indicam que, em termos médios, as dimensões institucional, econômica e ambiental foram as que registraram menores índices de sustentabilidade, requerendo maiores investimentos, especialmente, nas variáveis que compõem tais dimensões.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, MATOPIBA, Sustentabilidade.

Abstract

The search for growth in different countries has caused increasingly serious environmental and social impacts, as it is not compatible with environmental sustainability tools, while if it is uneven, it further intensifies social disparities in the environment. urban. Such problems arise from man's aggressive actions with nature, which has been causing an unprecedented environmental crisis, making it necessary to create policies aimed at sustainable development. In this sense, this research aimed to assess the sustainability of the municipalities that make up the MATOPIBA region, an acronym for the junction of the states of Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) and Bahia (BA), considering that it has been facing challenges in terms of current agribusiness in terms of its impacts on sustainability. Secondary data extracted from the websites of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Institute for Applied Economic Research (IPEA) and the National Sanitation Information System (SNIS) were used. To this end, the tools of the adjusted Municipal Sustainable Development Index (IDSM) and Cluster Analysis were applied using the non-hierarchical k-means method, in which the municipalities were distributed into three sustainability groups (low, intermediate and high). The results indicate that, in average terms, the institutional, economic and environmental dimensions were the ones that registered the lowest sustainability indexes, requiring greater investments, especially in the variables that make up these dimensions.

Key words: Sustainable Development, MATOPIBA, Sustainability.



1. Introdução

A procura pelo crescimento das nações gera impactos ambientais e sociais cada vez mais graves, visto que, por vezes, é incompatível com os instrumentos de sustentabilidade do meio ambiente, além de que se for um crescimento desigual, aprofunda as disparidades sociais no meio urbano e rural. O crescimento nem sempre corresponde ao desenvolvimento, e sim que o homem, na sua busca desenfreada pelo crescimento econômico, encontra-se em “conflito” com o mundo da natureza (REZENDE *et al.*, 2017). De acordo com tais autores, esse modelo de desenvolvimento direcionado ao crescimento econômico é inconciliável com a sustentabilidade do meio ambiente e com a qualidade de vida das pessoas.

Esses problemas resultam das ações agressivas do ser humano com a natureza, uma vez que este busca extrair cada vez mais recursos desta para satisfazer suas necessidades sem se importar com o fato de que os referidos recursos são limitados e essenciais para a sobrevivência humana, ocasionando, assim, uma crise ambiental sem precedentes (IAQUINTO, 2018).

Rodrigues, Santos e Mello (2009) enfatizam que os recursos naturais, apontados como demasiados no passado, passaram a demonstrar indícios de esgotamento, com intensas modificações no meio ambiente natural, em que houve o desenvolvimento da civilização. Para esses autores, conforme se passaram os anos, os especialistas notaram que tais recursos podem ser extintos devido à sua utilização de forma descontrolada.

Desta forma, ainda nos anos 1960, e especialmente, na década de 1970, verificam-se as primeiras interpretações rumo ao conceito de desenvolvimento sustentável, com as contribuições teóricas do ambientalismo científico e a percepção de “ecodesenvolvimento” proposta por Maurice Strong, em 1973, e organizada por Ignacy Sachs, em 1974 (CORRÊA; GODOY, 2010). Assim, o ecodesenvolvimento, segundo Sachs (1986, p. 110) é o “desenvolvimento socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente”.

Cabe aqui destacar que as produções conservacionistas acerca da exploração racional dos recursos naturais, e as lutas ambientalistas, sem maiores relações com aspectos econômicos, são vistas em décadas anteriores, de maneira pontual e isolada, porém sem incluir a ideia de desenvolvimento, uma vez que os avanços significavam “progresso material” (KRONEMBERGER, 2011). Dentre tais produções, destacam-se duas obras: “*Primavera Silenciosa*” de Rachel Carson, publicada em 1962, que denunciava as ações contra o meio ambiente; e “*Limites do Crescimento*” publicado pelo Clube de Roma e que debatia diretamente os impactos das ações econômicas sobre o meio ambiente (OLIVEIRA, 2012).

Mediante a isso, a sociedade passou a perceber os efeitos da ação humana sobre o meio ambiente, o que fez com que políticas de desenvolvimento voltadas para a sustentabilidade ganhassem força. Entretanto, tais políticas não foram implementadas eficientemente ao decorrer dos anos, fazendo com que o conceito de desenvolvimento sustentável não seja unânime entre os pesquisadores que estudam o tema (REZENDE *et al.*, 2017).

Nesse contexto, os problemas relacionados à questão ambiental, adicionados aos problemas de cunho social e econômico, deram margem para modelos de desenvolvimento sustentáveis, os quais exigem um entendimento integral destes, maior participação da sociedade e políticas públicas eficientes (ALMEIDA *et al.*, 2018). No entanto, não há um consenso sobre o termo desenvolvimento sustentável no que diz respeito ao seu real significado, visto que este ainda está em construção e exibe uma dificuldade de definição tanto no que se refere à significativa variação conceitual que se apresenta na literatura, como também nas dimensões a serem levadas em consideração (CAMARGO, 2003).

Portanto, de acordo com Sachs (2009), este termo apresenta-se de forma vaga, não implicando necessariamente na sustentabilidade, o que conseqüentemente, gera uma dificuldade no tocante a um debate mais amplo acerca de um novo processo de desenvolvimento. Com isso, segundo Macedo, Ferreira e Cípola (2011), as discussões



começaram a centralizar-se em tal temática, ressaltando que este desenvolvimento se baseia no tripé econômico, social e ambiental, e busca proporcionar melhores condições de vida para a população.

Dessa forma, segundo Monzoni, Biderman e Brito (2006), o início do século XXI tem como marco principal o começo das discussões que se debruçam sobre a questão da sustentabilidade, admitindo os diversos problemas de cunho ambiental e social não tratados pelos aparelhos econômicos.

Em conformidade com Aydos e Figueiredo Neto (2019), as questões trazidas com o início do debate acerca do desenvolvimento sustentável induziram à busca de soluções que permitissem a viabilização de um desenvolvimento que prejudicasse de maneira mínima o meio ambiente, suavizando as ações industriais e sociais que impactam negativamente sobre a natureza.

O termo desenvolvimento sustentável diz respeito a um processo de modificação, em que se tem a busca de um equilíbrio harmônico entre as dimensões sociais, econômicas, ambientais e institucionais, visando atender às necessidades humanas, sem ultrapassar os limites dos ecossistemas, crescimento econômico e gerência democrática. Em outras palavras, o desenvolvimento sustentável pode ser definido como aquele que busca atender as necessidades das gerações presentes sem comprometer a chance das gerações futuras atenderem as suas necessidades (CMMAD, 1988).

Tal termo se consolidou na procura por uma terceira via que escapasse das limitações de duas posições radicais: a primeira refere-se à concepção da necessidade de haver crescimento de qualquer jeito, como meio de diminuição das desigualdades e da pobreza, deixando de lado as limitações ambientais do ecossistema em ofertar recursos naturais e absorver detritos, uma vez que, para esta concepção, a inovação tecnológica forneceria alternativas para a crise ambiental; a segunda concepção, por sua vez, marca-se pela visão ambientalista extrema, e se firma mediante a um diagnóstico de que o tamanho da população mundial, a extensão das atividades industriais, a constatação empírica de um aumento na taxa de exploração dos recursos naturais, a elevação da poluição e os efeitos da agricultura moderna sobre o meio ambiente podem causar danos irreversíveis ao ecossistema, sendo assim, necessária uma taxa de crescimento zero e até mesmo um decréscimo para manter ações e necessidades humanas consoantes com a capacidade de suporte do planeta (SACHS, 2009 *apud* RODRIGUES, 2016).

Mediante a esse cenário, torna-se relevante pensar sustentabilidade e desenvolvimento, onde são destacadas as dimensões do desenvolvimento sustentável (ALVES, 2017). De acordo com Aquino *et al.* (2014), são quatro as dimensões da sustentabilidade, a saber: ambiental, social, econômica e institucional. Sachs (1993), por sua vez, identifica um número maior de dimensões da sustentabilidade, além dessas quatro mencionadas, inclui a demográfica e a cultural. Essas duas últimas dimensões também são consideradas por Macedo *et al.* (2016) e Barbosa e Macedo (2020).

A dimensão ambiental refere-se aos objetivos voltados para a preservação e a conservação do meio ambiente; a social diz respeito à melhoria da qualidade de vida, a satisfação das necessidades humanas e a justiça social; a econômica corresponde às questões voltadas para a utilização e o esgotamento dos recursos naturais; a institucional está relacionada à orientação política, em que se têm os esforços das instituições governamentais na busca pelo alcance do desenvolvimento sustentável efetivo; a demográfica refere-se a uma distribuição territorial melhor dos assentamentos humanos; e a cultural destina-se ao respeito às particularidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada localidade (IBGE, 2004).

A necessidade de harmonia entre tais dimensões advém do fato de que, na maior parte das vezes, não é possível atender simultaneamente e com o mesmo nível de satisfação a todas essas dimensões (ALMEIDA *et al.*, 2018). Na falta de ações voltadas para a preservação e a



conservação ambiental, os prováveis efeitos danosos ocasionados ao meio ambiente podem se repercutir na perda de bens naturais e em prováveis danos aos seres vivos que constituem o ecossistema deteriorado. Dessa forma, nota-se que é de suma importância a preservação ambiental e o quão esta necessita ser trabalhada pelas instituições governamentais, sociedade e empresas (AYDOS; FIGUEIREDO NETO, 2019).

A questão da sustentabilidade vem chamando a atenção em virtude da necessidade da busca por novas formas organizacionais do processo produtivo que priorizem a continuidade da capacidade de suporte dos sistemas ambientais, e desse modo, o bem-estar das gerações presentes e futuras. Esse tema tem possibilitado o surgimento de metodologias que procuram mensurar e avaliar a sustentabilidade e fornecer subsídios às tomadas de decisão de órgãos públicos e privados, de maneira a conduzirem com eficiência os recursos socialmente disponíveis (MACEDO *et al.*, 2016).

De posse dessas considerações, a construção de indicadores de sustentabilidade é fundamental para a orientação das tomadas de decisões no tocante à variedade de caminhos de condução de políticas públicas, uma vez que as informações geradas por estes facilitam o processo de decisão e auxiliam na mensuração do desempenho de políticas destinadas ao desenvolvimento sustentável (FRAINER *et al.*, 2017).

No cenário municipal, o uso dos indicadores pelos gestores públicos é essencial para evidenciar as intervenções necessárias com o intuito de corrigir discrepâncias encontradas, tornando viável o desenvolvimento sustentável local, e, conseqüentemente, regional, alcançando, então, um nível efetivo de sustentabilidade (REZENDE *et al.*, 2017).

Nesse sentido, a justificativa do presente trabalho situa-se na comprovação de que a região do MATOPIBA, acrônimo da junção dos estados do Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA), caracteriza um caso de análise dos desafios do agronegócio atual frente aos seus impactos à sustentabilidade, dada sua relevância na economia nacional, uma vez que, de acordo com Hirakuri e Lazarotto (2014) e Gelain *et al.* (2018), é uma região de extrema importância para a expansão da fronteira agrícola do país e responsável pelo aumento das exportações, apresentando elevada produtividade de grãos – principalmente a soja –, com oportunidades de investimento. Ao mesmo tempo em que a ampliação das áreas plantadas nessa região tem como consequência a ameaça ao bioma Cerrado, elevam-se os níveis de desmatamento, criando dificuldades para implantar uma produção considerando a perspectiva sustentável (MPF, 2017).

Embora o debate sobre a sustentabilidade seja imprescindível na região do MATOPIBA, dado seu elevado potencial, ainda são escassos os estudos científicos que discutem essa temática, tornando-se, portanto, relevante à realização de estudos que debrucem acerca de tal questão. Nesse sentido, a presente pesquisa se propõe analisar a sustentabilidade dos municípios que compõem a região do MATOPIBA. Especificamente, pretende-se mensurar o Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) no MATOPIBA e identificar se os municípios geograficamente próximos ou do mesmo Estado possuem comportamento semelhante em alguma dimensão do IDSM agregado.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da área de estudo

A década de 2000 inaugurou uma “nova” conjuntura econômica para o setor agropecuário em escala global, em geral, e no Brasil, em específico. A introdução de um intenso volume de capital no país evidenciou o processo de expansão do agronegócio com intensa participação do capital externo, especialmente, no que se refere à estrangeirização e à financeirização da agricultura. Tais eventos ocasionaram o entrelaçamento da produção



agropecuária e do mercado de terras de forma mais intensa à cadeia global de valor das principais *commodities* agropecuárias, como soja, milho, algodão e açúcar –, gerando um incremento substancial na concentração e centralização dos recursos financeiros, da produção, da tecnologia, do acesso ao financiamento e da propriedade de terra (GOMES, 2020).

Ainda em conformidade com Gomes (2020), os impactos desse fenômeno foram sentidos intensamente pelas áreas de fronteira agrícola. A região denominada MATOPIBA está entre os grandes epicentros desse processo, uma vez que esta ainda é uma área em expansão, mas que já denota grande relevância para o agronegócio nacional, por “ter sido criada pelo e para o agronegócio, com a chancela e incentivos do Estado, para encarnar mais dos ciclos históricos de expansão da fronteira agrícola no país” (GOMES, 2020, p. 204).

Nesse sentido, a área de estudo da presente pesquisa compreende a região do MATOPIBA. Segundo Zeferino e Martins (2014), a mesorregião conhecida como MATOPIBA está localizada no perímetro que abrange o sul do Maranhão, o leste do Tocantins, o sudoeste do Piauí e o extremo oeste da Bahia. A região ocupa uma área de mais de 300 mil km² e é residida por quase um milhão de habitantes (FORNER, 2020).

Essa delimitação territorial surgiu oficialmente por intermédio de um acordo de cooperação técnica, celebrado, em 2014, entre o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), através do Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (GITE) (FAVARETO *et al.*, 2019).

Segundo Belchior, Alcântara e Barbosa (2017, p.1), esta região “considerada a última fronteira agrícola brasileira, é resultante da expansão do agronegócio e do avanço de um modelo de produção altamente mecanizado, amparado sobre critérios de excelência e competitividade, que faz uso de tecnologias modernas”.

Os limites territoriais do MATOPIBA recobrem uma extensão de 73 milhões de hectares. Essa região é composta por 337 municípios, dos quais 30 são provenientes do estado da Bahia, 33 do Piauí, 135 do Maranhão e 139 do Tocantins (EMBRAPA, 2021). Todos estes municípios distribuem-se em 31 microrregiões geográficas que abrigam 324.326 estabelecimentos agrícolas, 46 unidades de conservação, 35 terras indígenas, 781 assentamentos de reforma agrária e 34 áreas quilombolas (BELCHIOR; ALCÂNTARA; BARBOSA, 2017). A repartição aproximada desta área entre os quatro estados compreende 33% no Maranhão (15 microrregiões, 135 municípios e 23.982.346 ha.); 38% no Tocantins (8 microrregiões, 139 municípios e 27.772.052 ha.); 11% no Piauí (4 microrregiões, 33 municípios e 8.204.588 ha.) e 18% na Bahia (4 microrregiões, 30 municípios e 13.214.499 ha.) (EMBRAPA, 2014).

As microrregiões de Barreiras (BA), Imperatriz (MA) e Porto Nacional (TO) encontram-se entre as primeiras no ranking do PIB, apresentando índices superiores a R\$ 7 milhões, em 2013, advindos da sua produção agropecuária. No tocante à área, as 211 microrregiões do Jalapão (TO), do Rio Formoso (TO), de Dianópolis (TO), de Barreiras (BA) e de Santa Maria da Vitória (BA) perfazem 30% da área total do Matopiba, além de serem áreas de elevado PIB (PEREIRA: PAULI, 2016).

2.2 Métodos de análise

Para mensurar a sustentabilidade dos municípios que compõem a região do MATOPIBA, empregou-se a ferramenta analítica do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) ajustado e, em seguida, utilizou-se a Análise de Cluster para identificar se os municípios geograficamente próximos ou do mesmo Estado possuem comportamento semelhante em alguma dimensão do IDSM ajustado.



2.2.1 Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) ajustado

Essa abordagem foi desenvolvida por Martins e Cândido (2008) e surgiu da ausência de dados específicos para municípios, visto que as demais ferramentas são aplicadas às unidades da federação ou países. A construção do IDSM teve como intuito criar um índice de avaliação de desenvolvimento sustentável para determinado alvo geográfico, por meio da coleta, tratamento e análise de indicadores de sustentabilidade específicos (BARBOSA; MACEDO, 2020).

Mediante a sua importância no tocante ao auxílio dos gestores públicos, esse instrumento vem sendo largamente usado na literatura que aborda essa temática, destacando-se os estudos desenvolvidos por Martins e Cândido (2012), Souza *et al.* (2014), Macedo *et al.* (2016), Rezende *et al.* (2017) e Barbosa e Macedo (2020). Em conformidade com tais autores, o IDSM diz respeito a um sistema de indicadores, onde os municípios são avaliados conforme seu grau de desenvolvimento sustentável.

Inspirados nos procedimentos propostos por Martins e Cândido (2008) e aplicados nos estudos supracitados, procedeu-se a seleção do conjunto de variáveis que compõem os indicadores sociais, ambientais, econômicos, institucionais e demográficos, baseando-se na disponibilidade dos dados. Como tais variáveis possuem distintas unidades de medidas, há a necessidade de transformá-las em índices, de acordo com suas respectivas categorias, para que assim seja possível a estimação por meio do IDSM (BARBOSA; MACEDO, 2020).

De posse dessas considerações, faz-se necessário examinar se essas variáveis apresentam relação positiva ou negativa com a sustentabilidade: a) a relação será positiva, quando for constatado que, quanto maior a variável, melhor será o índice, e quanto menor a variável, pior será o índice; b) a relação será negativa, quando verificado que, quanto maior a variável, pior será o índice, e quanto menor a variável, melhor será o índice (REZENDE *et al.*, 2017). As fórmulas usadas para operacionalização do IDSM são apresentadas, respectivamente, nas expressões (1) e (2):

$$I = \frac{(x-m)}{(M-m)} \quad (1) \text{ e } I = \frac{(M-x)}{(M-m)} \quad (2)$$

Em que: I = refere-se ao índice calculado para cada município considerado; x = corresponde ao valor observado de cada variável em cada município analisado; m = refere-se ao valor mínimo considerado; M = diz respeito ao valor máximo considerado.

Para se comparar o valor alcançado em x, em m e M, deve-se recolher dados para as variáveis de um grupo de municípios selecionados (REZENDE *et al.*, 2017). Conforme descrito, foram considerados os municípios que compõem a região do MATOPIBA.

Realizado o cálculo do índice para cada variável, procedeu-se a agregação dos índices por dimensão: IDSM Institucional, IDSM Econômico, IDSM Social, IDSM Demográfico, IDSM Ambiental e, em que a média aritmética desses índices correspondeu o IDSM para os municípios do MATOPIBA, conforme representado pela expressão (3). O valor de cada h-ésimo índice (I_h) calculado pela expressão (4):

$$IDSM = \frac{1}{K} \sum_{h=1}^K I_h \quad (3) \text{ e } I_h = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S C_i \quad (4)$$

Em que: h assume valores de 1 a k, sendo que neste estudo $k = 5$ (subíndices, a saber IDSM Institucional, IDSM Econômico, IDSM Social, IDSM Demográfico, IDSM Ambiental); e C_i refere-se à contribuição de cada índice na composição do I_h dos municípios que compõem a região do MATOPIBA, conforme indicado pela expressão (5):

$$C_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_{ij}}{E_{maxi}} \right) \right] \quad (5)$$

Em que: E_{ij} se refere ao escore da i-ésima variável do subíndice obtida pelo j-ésimo município considerado; E_{maxi} refere-se ao escore máximo da i-ésima variável do subíndice; i assume



valores de 1 a n (variáveis que compõem cada subíndice); j assume valores de 1 a m (municípios considerados, sendo que neste trabalho corresponde a 337).

2.2.2 *Análise de Cluster*

Esse método caracteriza-se por agrupar objetos com base em suas características, levando em consideração um método de estatística multivariada (HAIR *et al.*, 2005). Assim, a análise de cluster, também denominada de análise de agrupamento, conglomerados ou classificação, “tem como objetivo dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos, de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si com respeito às variáveis (características) que neles forma medidas” (MINGOTI, 2005, p. 155).

Nesse sentido, essa metodologia visa organizar os dados em grupos com homogeneidade intragrupo, mas que sejam heterogênicos entre si (GUIMARÃES; ASMUS; BURDORF, 2013). “Dessa forma, criam-se grupos distintos entre si, mas aglutinam-se dados similares, o que facilita a interpretação de dados e reduz a subjetividade” (AYDOS; FIGUEIREDO NETO, 2019, p. 41).

Para que um *cluster* – grupo – seja formado, as observações dentro de um mesmo grupo precisam ser relativamente – ao grupo de todas as observações – e estatisticamente parecidas entre si e, do mesmo modo, distintas das observações do outro *cluster*. É importante ressaltar que a análise de cluster é uma metodologia diferente daqueles usados convencionalmente para classificação, visto que seu emprego não necessita que haja hipóteses prévias acerca da formação dos grupos, não tendo, assim, um caráter preditivo para outras observações que não façam parte da amostra, representando, desta maneira, um simples método de análise exploratória e descritiva dos dados (VENTURA; CAVALIERI, 2021).

Segundo Reis (1997), em tal análise, não há nenhum tipo de dependência entre as variáveis, ou seja, os grupos configuram-se por si próprio sem haver a necessidade de ser definida uma ligação casual entre as variáveis usadas, sobretudo, gerar hipóteses, mais do que testá-las, havendo assim a necessidade da validação posterior dos resultados encontrados por meio da implantação de outras técnicas estatísticas. De forma genérica, a análise de agrupamento é constituída por cinco passos (Aaker *et al.*, 2001): a seleção de elementos ou de uma amostra de elementos a serem agrupados; a definição de um conjunto de variáveis a partir das quais serão obtidas informações necessárias ao agrupamento dos elementos; a definição de uma medida de semelhança ou distância entre os elementos; a escolha de um algoritmo estatístico de partição/classificação; e a validação dos resultados encontrados.

No que concerne ao método utilizado no presente estudo, aplicaram-se os procedimentos não hierárquicos de agrupamento ou k-médias (indicado quando o tamanho da amostra é maior que 50 elementos). As variáveis utilizadas na análise de *cluster* foram padronizadas de 0 a 1, seguindo as expressões (1) e (2), descritas na subseção 3.2.1.

Tais métodos originam-se da premissa de que o pesquisador especifique previamente o número de *clusters* desejados. Em cada etapa do agrupamento, os novos grupos são desenvolvidos mediante a divisão ou junção de grupos combinados em passos anteriores, ou seja, elementos postos em um mesmo conglomerado podem não necessariamente estar juntos na partição final. Neste método, escolheu-se, a priori, k centroides (sementes), para iniciar o processo de partição. Em segundo lugar, comparou-se cada elemento da amostra com cada centroide inicial por meio de uma medida de distância; por conseguinte, recalcularam-se os valores dos centroides para cada novo centroide constituído desses novos grupos; e posteriormente, repetem-se as duas primeiras etapas anteriores até que todos os elementos da amostra estejam bem inseridos em seus grupos (MADEIRA *et al.*, 2019).

Após a realização de tais etapas, procedeu-se a análise ANOVA (análise de variância), com o intuito de identificar qual ou quais das variáveis possibilitam separação dos *clusters*, ou

seja, quais as variáveis que mais favorecem à explicação da sustentabilidade nos municípios da região do MATOPIBA no ano de 2016. Deste modo, as variáveis que apresentarem maior valor da estatística F foram as que melhor discriminaram os grupos, seguindo a indicação de Fávero *et. al.*, 2009.

2.3 Base de dados e variáveis consideradas

Foram utilizados dados secundários, extraídos de bancos de dados de institutos de pesquisa e órgãos governamentais oficiais, acessíveis em meio eletrônico, nos *sites* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2016. A escolha de tal ano justifica-se por este apresentar uma maior disponibilidade dos dados para as variáveis selecionadas no presente estudo.

Os dados coletados junto ao *site* do IBGE foram correspondentes às variáveis relacionadas às dimensões demográfica, institucional e social; no *site* do IPEA, por sua vez, foram extraídas as variáveis correspondentes à dimensão econômica; e no *site* do SNIS foram coletadas as variáveis que dizem respeito à dimensão ambiental.

As variáveis selecionadas para este artigo estão descritas no Quadro 2, juntamente com os estudos que inspiraram a escolha de cada uma delas.

Quadro 1 – Variáveis consideradas, fontes e estudos que inspiraram a escolha dessas variáveis, para os municípios do MATOPIBA, 2016.

Especificação da variável	Dimensão	Fonte	Estudos fundamentados
Despesa por função: desporto e lazer	INSTITUCIONAL	IPEA	Martins e Cândido (2012); Macedo <i>et al.</i> (2016); Rezende <i>et al.</i> (2017); Barbosa e Macedo (2020)
Despesa por função: educação e cultura	INSTITUCIONAL	IPEA	
Despesa por função: habitação e urbanismo	INSTITUCIONAL	IPEA	
Despesa por função: saúde e saneamento	INSTITUCIONAL	IPEA	
Número de eleitores	INSTITUCIONAL	IPEA	Turra, Melo e Sanchez (2018)
PIB <i>per capita</i>	ECONÔMICA	IBGE	Clemente, Ferreira e Lírio (2011); Martins e Cândido (2012); Macedo <i>et al.</i> (2016); Frainer <i>et al.</i> (2017); Rezende <i>et al.</i> (2017); Turra, Melo e Sanchez (2018); Turra e Lima (2018); Barbosa e Macedo (2020)
Valor adicionado <i>per capita</i>	ECONÔMICA	IBGE	Turra, Melo e Sanchez (2018)
Participação da Agropecuária no Valor Adicionado	ECONÔMICA	IBGE	Turra, Melo e Sanchez (2018)
Participação da Indústria no Valor Adicionado	ECONÔMICA	IBGE	
Participação da Administração Pública no Valor Adicionado	ECONÔMICA	IBGE	
Participação dos Serviços no Valor Adicionado	ECONÔMICA	IBGE	
Rendimento médio no setor formal	ECONÔMICA	IBGE	Silva <i>et al.</i> (2018)
Receita tributária	ECONÔMICA	IBGE	Silva <i>et al.</i> (2018)
Taxa de mortalidade infantil	SOCIAL	IBGE	Frainer <i>et al.</i> (2017)
Taxa de mortalidade por homicídios	SOCIAL	IBGE	
Taxa de mortalidade por acidente de trânsito	SOCIAL	IBGE	
% de pessoas cobertas por planos de saúde suplementar	SOCIAL	IBGE	Rezende <i>et al.</i> (2017)
% de matrículas da rede pública no ensino fundamental	SOCIAL	IBGE	Rezende <i>et al.</i> (2017)



% de matrículas da rede pública no ensino médio	SOCIAL	IBGE	Rezende <i>et al.</i> (2017)
População total	DEMOGRÁFICA	IBGE	Martins e Cândido (2012); Carvalho, Curi e Curi (2013); Macedo <i>et al.</i> (2016); Rezende <i>et al.</i> (2017); Barbosa e Macedo (2020).
Densidade demográfica	DEMOGRÁFICA	IBGE	Martins e Cândido (2012); Carvalho, Curi e Curi (2013); Macedo <i>et al.</i> (2016); Rezende <i>et al.</i> (2017); Barbosa e Macedo (2020).
Índice de atendimento total de água	AMBIENTAL	SNIS	Martins e Cândido (2012); Macedo <i>et al.</i> (2016); Rezende <i>et al.</i> (2017); Barbosa e Macedo (2020).
Consumo médio <i>per capita</i> da água	AMBIENTAL	SNIS	
População total atendida com abastecimento de água	AMBIENTAL	SNIS	

Fonte: Elaborado com base nos dados da pesquisa.

Embora se reconheça que outras variáveis são igualmente relevantes para captar o IDSM, como índice de comparecimento nas eleições; presença no Conselho Municipal de Meio Ambiente; variáveis relacionadas à infraestrutura de saúde (como quantidade de leitos hospitalares por mil habitantes e número de médicos por mil habitantes); percentual de áreas preservadas; e focos de queimadas, não foram consideradas neste estudo devido à indisponibilidade de dados para os municípios da região do MATOPIBA.

3. Resultados e discussão

3.1. Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) da região do MATOPIBA

Nesta seção, são apresentados os resultados dos municípios que fazem parte da região do MATOPIBA para as dimensões do IDSM Institucional, Econômico, Social, Demográfico e Ambiental, bem como os resultados do IDSM Agregado.

A Tabela 1 mostra as principais estatísticas descritivas de cada dimensão do IDSM, assim como deste índice agregado, calculado por meio da média aritmética obtida pelas cinco dimensões do IDSM. Em relação ao coeficiente de variação (CV), percebe-se que somente o IDSM Institucional registrou elevada heterogeneidade entre os municípios da região do MATOPIBA, já que, conforme Gomes (1990), o coeficiente de variação está acima de 30%. Por outro lado, essa dimensão institucional foi a que obteve a menor média em termos comparativos com as demais dimensões, enquanto a dimensão demográfica se destacou com a maior média obtida, sendo que o município de Talismã (TO) obteve o maior IDSM Institucional e Rio Sono (TO) apresentou o menor IDSM Institucional.

Quanto ao IDSM Econômico, o município de Santo Antônio dos Lopes (MA) e Tutóia (MA) registraram, respectivamente, o maior e o menor valor de sustentabilidade nesta dimensão. No tocante ao IDSM Social, o município de Sebastião Leal (PI) e Formoso do Araguaia (TO) apresentaram, respectivamente, o melhor e o pior desempenho. Em termos demográficos, o município de São Félix do Tocantins liderou o *ranking* do maior IDSM Demográfico. Esse resultado pode ser explicado devido ser um dos que possuía, em 2016, a menor população da região do MATOPIBA com somente 1.559 habitantes e um das menores densidades demográficas (0,82), visto que essas variáveis possuem relação negativa com a sustentabilidade, conforme indicado no Quadro 3. Em contrapartida, os municípios de Imperatriz (MA) e Palmas (capital de Tocantins) tiveram os menores IDSM Demográfico, podendo ser justificado pelo fato de terem as maiores populações de, respectivamente, 253.873 e 279.856 habitantes e densidades demográficas de 185,45 e 126,12.



No caso do IDSM Ambiental, Sebastião Leal (PI) ocupou o posto com melhor desempenho para esta dimensão, visto que se destacou com o maior índice de atendimento total de água, que se associa de forma positiva com a sustentabilidade, ao passo que Santa Fé do Araguaia (TO) teve o pior resultado para tal dimensão, já que apresentou o maior consumo médio *per capita* da água e essa variável se relaciona negativamente com a sustentabilidade.

Tabela 1 - Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) da região do MATOPIBA, 2016

Estatísticas descritivas	IDSM por dimensão					IDSM
	Institucional	Econômico	Social	Demográfico	Ambiental	
Mínimo	0,0023	0,1517	0,4011	0,0466	0,0498	0,3366
Média	0,0478	0,1977	0,7084	0,9307	0,3600	0,4489
Máximo	0,9948	0,5134	0,8644	0,9977	0,6896	0,6974
CV (%)	176,00	18,63	10,34	10,50	13,42	5,74

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

A partir do cálculo do IDSM de cada dimensão listada na Tabela 1, para cada município da região do MATOPIBA, foi realizada uma agregação mediante a média aritmética simples desses índices para a obtenção do IDSM para cada município dessa região, estabelecendo assim, um *ranking* dos dez melhores e dez piores valores deste para a região, sendo estes apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Dez maiores e dez menores valores do IDSM da região do MATOPIBA, 2016

Municípios	Estados	Maiores IDSM	Municípios	Estados	Menores IDSM
Talismã	TO	0,6974	Pedreiras	MA	0,3366
Sebastião Barros	PI	0,5291	Palmas	TO	0,3540
Santo Antônio dos Lopes	MA	0,5176	Dom Pedro	MA	0,3697
São Desidério	BA	0,5068	Formoso do Araguaia	TO	0,3931
Barreiras	BA	0,5041	Brejo	MA	0,3956
Jaborandi	BA	0,5033	Presidente Dutra	MA	0,3972
Luís Eduardo Magalhães	BA	0,4987	Bacabal	MA	0,3978
Tasso Fragoso	MA	0,4978	Santa Fé do Araguaia	TO	0,4000
Cariri do Tocantins	TO	0,4970	Bertolândia	PI	0,4036
Pedro Afonso	TO	0,4941	Alto Alegre do Maranhão	MA	0,4050

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Conforme se observa pela Tabela 2, dentre os 337 municípios que compõem a região do MATOPIBA, Talismã, sediado no estado de Tocantins, se destacou com o maior IDSM. Esse resultado pode ser justificado pelo fato deste município ter liderado o *ranking* do maior IDSM Institucional e ter ocupado a segunda posição do IDSM Econômico, podendo ser atribuído ao destaque deste município nas despesas com educação e cultura, que se relaciona positivamente com a sustentabilidade e por ter apresentado uma elevada receita tributária. Em contrapartida, o município de Alto Alegre do Maranhão teve o pior desempenho no IDSM. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que tal município ter apresentado umas das mais altas taxas de mortalidade por homicídio, que se associa de forma negativa com a sustentabilidade.

3.2 Análise de Cluster

Após a realização do cálculo do IDSM para a região do MATOPIBA, foi realizada a classificação deste, conforme as características semelhantes separando os municípios em três



grupos, por meio da Análise de *Cluster* utilizando o método não hierárquico de K-médias. Salienta-se que quanto mais próximo o índice for de um, melhor será o nível de sustentabilidade do município. De acordo com a Tabela 3, verifica-se que parcela majoritária (95,85%) dos municípios da região do MATOPIBA foi classificada com baixo IDSM Institucional. Esses municípios apresentaram IDSM institucional entre 0,0023 e 0,1423, o que significa dizer que estes exibem um baixo nível de sustentabilidade quanto a essa dimensão, uma vez que os valores obtidos por estes foram distantes de um. Desta forma, os piores níveis de sustentabilidade correspondem aos municípios de Rio Sono e São Bento do Tocantins, ambos localizados no estado do Tocantins, que mostram os valores mais baixos, sendo estes, respectivamente, 0,0023 e 0,0038. De acordo com Martins e Candido (2012), esses resultados demonstram as vulnerabilidades do corpo institucional dos municípios e ressaltam a necessidade de se criarem políticas que promovam a implantação de instituições e serviços para a população.

Tabela 3- Grupos de municípios da região do MATOPIBA classificados segundo o IDSM Institucional, 2016

Grupos	IDSM Institucional	Nº de municípios	Frequência relativa (%)
Baixo	0,0023-0,1423	323	95,85
Intermediário	0,1639-0,4491	12	3,56
Alto	0,7313-0,9948	2	0,59
Total		337	100,00

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

O grupo 2 (intermediário), por sua vez, é formado por 12 municípios, representando assim, 3,56% dos municípios da região do MATOPIBA. Desses municípios deste grupo, sete deles são provenientes do Maranhão, um de Tocantins e quatro da Bahia. Conforme se observa, esses municípios possuem valores do IDSM Institucional entre 0,1639-0,4491, sendo que os que apresentaram os melhores valores foram, respectivamente, os municípios de Timon (MA), 0,4491 e Barreiras (BA), 0,4066.

Já no grupo 3 (alto), apenas os municípios de Imperatriz (MA) e Talismã (TO) compõem esse grupo, com, respectivamente, 0,7713 e 0,9948 para o IDSM Institucional, indicando, os melhores níveis de sustentabilidade da região do MATOPIBA no tocante à dimensão institucional, uma vez que seus valores foram os mais próximos de um. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que os dois municípios apresentaram elevados níveis de despesas com educação e cultura, que se associa de forma positiva com a sustentabilidade. Portanto, pode-se inferir que, dos 135 municípios do Maranhão e dos 139 municípios de Tocantins que fazem parte da região MATOPIBA, somente 0,74% e 0,71%, respectivamente, foram classificados no grupo alto do IDSM Institucional.

Na Tabela 4, são expostos os valores do IDSM Econômico distribuídos em três grupos. Ao analisá-la, percebe-se que, ao contrário do mostrado na Tabela 3, na presente tabela, a maioria (92,58%) dos municípios que compõem a região do MATOPIBA está inserida no grupo três (alto), sendo que Santo Antônio dos Lopes (MA) e Talismã (TO) apresentaram os melhores níveis de sustentabilidade quanto à dimensão econômica, uma vez que seus valores obtidos foram, respectivamente, 0,5134 e 0,3854. Tais resultados podem ser explicados porque ambos os municípios tiveram altos valores no que tange à receita tributária.



Tabela 4 - Grupos de municípios da região do MATOPIBA classificados segundo o IDSM Econômico, 2016

Grupos	IDSM Econômico	Nº de municípios	Frequência relativa (%)
Baixo	0,1517-0,16590	24	7,12
Intermediário	0,16593	1	0,30
Alto	0,1665-0,5134	312	92,58
Total		337	100,00

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Por outro lado, os piores níveis de sustentabilidade econômica foram evidenciados pelos municípios de Tutóia e Senador Alexandre Costa – ambos localizados no estado do Maranhão –, tendo em vista que obtiveram valores do IDSM Econômico muito abaixo da unidade, sendo estes, respectivamente, 0,1517 e 0,1549. O município de Lago do Rodrigues, no Maranhão, foi o único que evidenciou um nível de sustentabilidade médio quanto à dimensão econômica, já que o valor do seu IDSM Econômico foi 0,16593, estando assim, incluído no grupo intermediário.

Na Tabela 5, são mostrados os valores referentes ao IDSM Social para cada município da região do MATOPIBA. Nota-se que, dos 337 municípios que fazem parte da região, 164 foram classificados no grupo 2 (intermediário), o que representa 48,66% dos municípios analisados, sendo que os melhores resultados foram obtidos, respectivamente, por Ananás (TO), 0,7401; São Francisco do Brejão (MA), 0,7398; e São Raimundo do Doca Bezerra (MA), 0,7383.

Tabela 5 - Grupos de municípios da região do MATOPIBA classificados segundo o IDSM Social, 2016

Grupos	IDSM Social	Nº de municípios	Frequência relativa (%)
Baixo	0,4011-0,6287	48	14,24
Intermediário	0,6295-0,7401	164	48,66
Alto	0,7407-0,8644	125	37,09
Total		337	100,00

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Os melhores resultados do IDSM alcançados para a dimensão social foram evidenciados em 125 municípios, dos quais Sebastião Leal (PI), Tupirama (TO) e Jaborandi (BA) receberam maiores destaques, tendo em vista que apresentaram valores do IDSM Social mais próximos de um, sendo estes, respectivamente, 0,8644; 0,8387; e 0,8331. Desta forma, estes três municípios obtiveram os melhores níveis de sustentabilidade social da região do MATOPIBA. Esse resultado pode ser influenciado pelo fato de que os três municípios não contabilizaram nenhum caso de mortalidade infantil e nenhum caso de mortalidade por homicídio, que se relacionam de forma negativa com a sustentabilidade.

Em contrapartida, os piores níveis de sustentabilidade referente à dimensão social foram obtidos por 14,24% dos municípios que compõem a região do MATOPIBA. Dentre tais municípios, os que apresentaram os valores mais baixos, encontrando-se, portanto, mais distantes de um, foram os municípios de Formoso do Araguaia (TO), com valor de 0,4011 e Pedreiras (MA), com valor de 0,4706. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o município de Formoso do Araguaia (TO) apresentou uma elevada taxa de mortalidade por acidente de trânsito, que se associa negativamente com a sustentabilidade, ao passo que o município de Pedreiras (MA) registrou uma baixa porcentagem de pessoas cobertas por planos de saúde complementar, que se relaciona de forma positiva com a sustentabilidade.

De acordo com a Tabela 6, verifica-se que apenas 9,79% dos municípios da amostra apresentaram altos valores do IDSM Demográfico, enquanto 89,61% destes tiveram valores



classificados no grupo nomeado como baixo. Isso implica dizer que a grande maioria dos municípios que fazem parte da região do MATOPIBA exibiram baixos níveis de sustentabilidade demográfica. Mediante a tais resultados, constata-se que os municípios apresentam fatores demográficos que não condizem com os objetivos da sustentabilidade (MARTINS; CANDIDO, 2012).

Os melhores resultados foram alcançados por cinco municípios localizados no Estado do Tocantins: São Félix do Tocantins (0,9977); Mateiros (0,9974); Santa Rita do Tocantins (0,9966); Crixás do Tocantins (0,9950), e Chapada da Natividade (0,9947), ao passo que os piores resultados foram obtidos pelos municípios de Imperatriz (MA), 0,0466; Palmas (TO), 0,1602; Timon (MA), 0,4500; Pedreiras (MA), 0,5373; e Araguaína (TO), 0,5753. Conforme discutido na Tabela 1, esses resultados de Imperatriz (MA) e Palmas (TO) podem ser atribuídos aos fatos de se destacarem com as maiores populações e densidades demográficas.

Tabela 6 - Grupos de municípios da região do MATOPIBA classificados segundo o IDSM Demográfico, 2016

Grupos	IDSM Demográfico	Nº de municípios	Frequência relativa (%)
Baixo	0,0466-0,9899	302	89,61
Intermediário	0,9901-0,9902	2	0,59
Alto	0,9904-0,9977	33	9,79
Total		337	100,00

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Ressalta-se ainda que, dos 337 municípios que fazem parte da região MATOPIBA, dois foram classificados no grupo 2 (intermediário), o que significa dizer que apenas os municípios de Morro Cabeça no Tempo (PI) e Recursolândia (TO) registraram níveis médios de sustentabilidade demográfica.

Na Tabela 7, são mostrados os valores do IDSM Ambiental. Constata-se que apenas o município de Sebastião Barros, localizado no estado do Piauí faz parte ao grupo três, classificado com alto nível de sustentabilidade ambiental. Por outro lado, 97,33% destes constituem o grupo um (baixo). Tal resultado se justifica, conforme discutido na Tabela 1, porque este município se destacou com o maior índice de atendimento total de água, que se relaciona positivamente com a sustentabilidade. Dos 337 municípios analisados, os que obtiveram os piores níveis de sustentabilidade ambiental foram Santa Fé do Araguaia (TO), cujo valor do IDSM Ambiental foi equivalente a 0,0498; Jenipapo dos Vieiras (MA), cujo valor foi 0,2962 e Brejo (MA), com valor de 0,3028. Como explicado na Tabela 1, o município de Santa Fé do Araguaia (TO) teve o pior resultado para tal dimensão, devido ter registrado o maior consumo médio *per capita* da água.

Tabela 7 - Grupos de municípios da região do MATOPIBA classificados segundo o IDSM Ambiental, 2016

Grupos	IDSM Ambiental	Nº de municípios	Frequência relativa (%)
Baixo	0,0498-0,4648	328	97,33
Intermediário	0,4649-0,6855	8	2,37
Alto	0,6896	1	0,30
Total		337	100,00

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Diante de tais resultados, percebe-se a necessidade de priorizar a questão ambiental no que concerne à tomada de decisões políticas, permitindo a promoção de resultados mais eficientes juntamente com a melhoria na qualidade ambiental. Em outros termos, destaca-se

que a inclusão efetiva das questões ambientais nas políticas públicas é imprescindível (MARTINS; CANDIDO, 2012).

Na Tabela 8, são mostrados os valores referentes ao IDSM Agregado para cada município da região do MATOPIBA. Como se observa, dos 337 municípios que fazem parte dessa região, 63,20% destes apresentaram os melhores resultados no tocante aos níveis de sustentabilidade, visto que os valores do IDSM Agregado foram os mais próximos de um. Dentre tais municípios, destacam-se: Talismã (TO), cujo valor foi 0,6974; Sebastião Barros (PI), cujo valor foi 0,5291 e Santo Antônio dos Lopes (MA), com valor de 0,5176. Tais resultados se justificam pelo fato de Talismã (TO) ter se destacado nas dimensões institucional e econômica, enquanto Santo Antônio do Lopes (MA) e Sebastião Barros (PI), apresentaram, respectivamente, os melhores resultados quanto às dimensões econômica e ambiental.

Tabela 8 - Grupos de municípios da região do MATOPIBA classificados segundo o IDSM Agregado, 2016

Grupos	IDSM Agregado	Nº de municípios	Frequência relativa (%)
Baixo	0,3366-0,443328	123	36,50
Intermediário	0,443772	1	0,30
Alto	0,443775-0,6974	213	63,20
Total		337	100,00

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Em relação aos piores resultados obtidos, percebe-se que 123 municípios foram classificados no grupo um, com baixos níveis de sustentabilidade, o que representa 36,50% dos municípios que fazem parte da região. O pior resultado foi obtido pelo município de Pedreiras, localizado no Maranhão, cujo valor do IDSM Agregado foi 0,3366, sendo o mais distante de um. Ademais, apenas o município de Colméia, localizado no Estado do Tocantins, alcançou o nível intermediário de sustentabilidade.

Para confirmar as diferenças significativas entre os *clusters*, a Tabela 9 mostra a análise de variância para o agrupamento dos municípios que compõem a região do MATOPIBA, considerando o IDSM Agregado e cada uma de suas dimensões.

Tabela 9 – Análise da Variância (ANOVA) para o agrupamento dos municípios da região do MATOPIBA para cada uma das dimensões do IDSM e para o IDSM Agregado, 2016

IDSM por dimensões e agregado	Cluster		Erro		F	Sig.
	Quadrado médio	df	Quadrado médio	df		
Institucional	1,001	2	0,001	334	891,533	0,000
Econômico	0,158	2	0,000	334	381,296	0,000
Social	0,734	2	0,001	334	727,721	0,000
Demográfico	1,270	2	0,002	334	634,094	0,000
Ambiental	0,279	2	0,001	334	409,841	0,000
Agregado	0,074	2	0,000	334	325,163	0,000

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Como se percebe, o nível de significância observado (p valor é inferior a 0,05), indicando que a hipótese nula deve ser rejeitada. Portanto, os valores médios das variáveis diferem em pelo menos um dos *clusters* em relação aos demais.

4. Considerações finais

Os resultados alcançados neste trabalho possibilitaram a análise do nível de sustentabilidade de tais municípios, evidenciando de maneira prática as principais fragilidades e os pontos fortes, assim como os principais elementos que induzem e impactam a



sustentabilidade dos municípios da região em questão. Os resultados obtidos, a partir da abordagem do IDSM ajustado, apontaram que apenas o IDSM Institucional registrou elevada heterogeneidade entre os municípios da região do MATOPIBA, já que obteve coeficiente de variação acima de 30%.

Quanto ao IDSM Econômico, o município de Santo Antônio dos Lopes (MA) apontou o maior valor de sustentabilidade nesta dimensão, enquanto Tutóia (MA) evidenciou o menor valor de sustentabilidade nesta dimensão. No tocante ao IDSM Social, o município de Sebastião Leal (PI) e Formoso do Araguaia (TO) apresentaram, respectivamente, o melhor e o pior desempenho. Em termos demográficos, o município de São Félix do Tocantins apresentou os melhores resultados, visto que sua população, em 2016, era a menor da região em questão. Já os municípios de Imperatriz (MA) e Palmas (capital de Tocantins) demonstraram os piores resultados do IDSM Demográfico, visto que suas populações eram as maiores da região no ano de 2016. Em relação ao IDSM Ambiental, Sebastião Leal (PI) e Santa Fé do Araguaia (TO) apresentaram, respectivamente, o melhor e o pior resultado para tal dimensão. Ademais, dos 337 municípios que compõem a região do MATOPIBA, Talismã, localizado no estado de Tocantins, se destacou com o maior IDSM, enquanto Alto Alegre do Maranhão obteve o pior desempenho deste.

No tocante à ferramenta da Análise de *Clusters*, os resultados alcançados da dimensão institucional apontaram que 95,85% dos municípios da região do MATOPIBA apresentaram níveis baixos de sustentabilidade enquanto 0,59% destes apresentaram níveis altos de sustentabilidade para essa dimensão. Os piores níveis foram evidenciados pelos municípios de Rio Sono e São Bento do Tocantins, ambos localizados no Estado do Tocantins, enquanto os melhores níveis foram apresentados pelos municípios de Imperatriz (BA) e Talismã (TO).

Quanto à dimensão econômica, os resultados obtidos revelaram que os municípios da região em questão apresentaram melhor desempenho em termos comparativos com a dimensão institucional, no que se refere à sustentabilidade, visto que, dos 337 municípios analisados, 312 enquadraram-se no grupo três (alto).

Na dimensão social, os resultados evidenciaram que grande parcela dos municípios analisados atingiu níveis médios de sustentabilidade, enquanto uma pequena parcela obteve níveis baixos de sustentabilidade. O município que apresentou o melhor nível de sustentabilidade nesta dimensão foi Sebastião Barros, localizado no Piauí, cujo valor do IDSM Social foi 0,8644.

Em relação à dimensão demográfica, os resultados indicaram que a grande maioria dos municípios pertencentes à região MATOPIBA, a qual corresponde a 89,61% desta, tiveram baixos níveis de sustentabilidade, tendo em vista que seus valores foram bem distantes da unidade. Em contrapartida, verificou-se que apenas 9,79% desses municípios apresentaram bons níveis de sustentabilidade, sendo que os melhores deles foram obtidos pelos municípios de São Félix do Tocantins e Mateiros, ambos localizados no estado de Tocantins.

No tocante à dimensão ambiental, os resultados mostraram que apenas Sebastião Barros (PI) alcançou nível alto de sustentabilidade. Os demais municípios distribuíram-se entre os níveis médios e baixos de sustentabilidade. A partir de tais resultados, ressalta-se que a questão ambiental requer maior atenção por parte dos gestores públicos, de forma a garantir resultados melhores futuramente.

Por fim, no que tange ao IDSM Agregado, os resultados encontrados no presente estudo evidenciaram que apesar de alguns municípios da região do MATOPIBA terem baixos níveis de sustentabilidade em relação a algumas dimensões, grande parcela dos municípios desta alcançou desempenho melhor no quadro geral da sustentabilidade, à medida que, dos 337 que compõem esta, 213 inseriram-se no grupo classificado como alto nível de sustentabilidade. Embora, em termos gerais, a região do MATOPIBA tenha revelado bom nível de



sustentabilidade, recomenda-se a implantação de políticas públicas direcionadas especialmente para as dimensões e variáveis consideradas mais carentes buscando a promoção de um desenvolvimento cada vez mais justo e alinhado com os ideais de desenvolvimento sustentável.

Mediante a tais resultados, o presente estudo contribui com tal temática abordada, na medida que fornece subsídios que permitam um maior suporte aos gestores e instituições públicas no sentido destes orientarem e direcionarem suas ações e políticas de maneira mais eficiente e eficaz, levando em consideração os distintos fatores existentes em cada município, os quais interferem diretamente na sustentabilidade de cada um, promovendo, assim, um desenvolvimento mais equitativo e com caráter sustentável. Ademais, os resultados encontrados nesta pesquisa colaboram também para a ampliação das discussões que envolvem a temática do desenvolvimento sustentável. Entretanto, destaca-se que, para se alcançar o desenvolvimento sustentável de forma eficiente, é necessário que haja a participação de toda a sociedade em conjunto, tanto as esferas públicas como também as políticas e civis, de modo que estas se conscientizem que o crescimento econômico deve ser atrelado à preservação do meio ambiente, garantindo, assim, o bem-estar da população atual sem que haja o comprometimento do bem-estar das gerações futuras.

Mesmo em face do rigor metodológico da presente pesquisa, é importante ressaltar que esta apresenta limitações, que se referem, especialmente, à questão dos dados, uma vez que variáveis importantes para captar o IDSM, como Índice de Gini; índice de comparecimento nas eleições; presença no Conselho Municipal de Meio Ambiente; variáveis relacionadas à infraestrutura de saúde; percentual de áreas preservadas; focos de queimadas; qualidade das águas, tratamento das águas, tipo de esgotamento sanitário por domicílio, acesso à coleta de lixo urbano e rural não foram consideradas na análise devido à falta de disponibilidade destes para o ano analisado. Vale destacar também que a escolha das variáveis em cada uma das dimensões da sustentabilidade ocorreu mediante a consulta de sistemas de indicadores já existentes, mas sem replicar integralmente o conjunto de variáveis consideradas na literatura.

Visando resolver tais limitações, recomenda-se que estudos futuros que se debrucem sobre a presente temática abordada incluam mais indicadores, que possam aprofundar os resultados acerca do desenvolvimento sustentável de dado espaço.

Referências

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 2001. 745p.
- ALMEIDA, S. R.; CURI, W. F.; VIEIRA, Z. M. C. L.; MEDEIROS, L. E. L. Indicadores de Sustentabilidade e a Gestão Pública, novos caminhos em busca da eficiência e do atendimento das necessidades sociais: estudo de caso dos municípios paraibanos. **REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, v. 8, n. 3, p. 59-68, 2018.
- ALVES, C. L. B. **Responsabilidade socioambiental: uma avaliação do setor de cerâmica na Região Metropolitana do Cariri – Ceará**. 209p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará. 2017.
- ALVES, C. L. B.; RODRIGUES, A. S. Elementos para pensar territorialidades e desenvolvimento sustentável na Mesorregião Sul Cearense. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, Banco do Nordeste, v. 44, n. especial, p. 251-274, 2013.



AQUINO, A. R.; ALMEIDA, J. R.; SENNA, M. L. G. S.; DUTRA, V. C.; MARTINS, T. P. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: uma visão acadêmica**. Rio de Janeiro: Rede Sirius; OUERJ, 2014.

AYDOS, L. R.; FIGUEIREDO NETO, L. F. Índice bruto de sustentabilidade dos municípios de Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 20, n. 1, p. 35-49, 2019.

BARBOSA, A. M.; MACEDO, L. O. B. Análise dos determinantes da sustentabilidade dos municípios do estado de Mato Grosso. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 32, n. 1, p. 1-21, 2020.

BELCHIOR, E. B.; ALCÂNTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. Perspectivas e desafios para a região do Matopiba. **Fronteira Agrícola**, n. 16, p. 1-3, 2017.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. 159p. Campinas: Editora Papirus, 2003.

CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. F.; CURI, R. C. Uso da análise multicritério na construção de um índice de sustentabilidade hidroambiental: estudo em municípios paraibanos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 9, n. 2, p. 3-26, 2013.

CLEMENTE, F.; FERREIRA, D. M.; LÍRIO, V. S. Avaliação do Índice de Desenvolvimento Sustentável (IDS) do Estado do Ceará. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 8, n. 24, p. 45-58, 2011.

CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

CORRÊA, R. A.; GODOY, Amália, M. G. Índice de desenvolvimento sustentável do município de Foz do Iguaçu. In: IV Encontro Nacional de Pesquisadores em Gestão Social. 2010. Lavras. **Anais...** Lavras: ENAPEGS, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Proposta de Delimitação Territorial do MATOPIBA**. 1 Nota Técnica. Campinas, SP, Maio, 2014.

EMBRAPA. Delimitação territorial do MATOPIBA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/matopiba>>. Acesso em: 31 out. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Matopiba**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.

FÁVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Primeira edição. Rio de Janeiro. Elsevier. p. 195-265. 2009.

FAVARETO, A. et. al. **Entre chapadas e baixões do Matopiba** - dinâmicas territoriais e impactos socioeconômicos na fronteira de expansão agropecuária no Cerrado. 1. ed. São Paulo: Prefixo Editorial/Ilustre Editora, v. 1. 272p. 2019.

FORNER, F. A nova fronteira de produção de alimentos. **Conservação Internacional Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://www.conservation.org/brasil/onde-trabalhamos/matopiba>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.

FRAINER, D. M.; SOUZA, C. C.; REIS NETO, J. F.; CASTELÃO R. A. Uma aplicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável aos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 18, n. 2, p. 145-156, 2017.

GELAIN, J. G. *et al.* Volume e valor da água virtual exportada por meio da soja na região de MATOPIBA. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 3, p. 93-112, 2018.

GOMES, C. M. P. A formação de um novo mercado global de terras no Brasil: land grabbing e “última fronteira agrícola” – MATOPIBA. 365p. Tese (Pós-Graduação em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). 2020.

GOMES, F. P. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, SP: Nobel, 1990.

GUIMARÃES, R. M.; ASMUS, C. I. R. F.; BURDORF, A. Caracterização da exposição de população a organoclorados: uma aplicação da análise de cluster. **Revista Brasileira Epidemiologia**. v. 16, n. 2, p.231-239, jun. 2013.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5ª ed. Bookman Companhia Editora. Porto Alegre, RS, 593p. 2005.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina, PR: EMBRAPA Soja, 2014.

IAQUINTO, B. O. A sustentabilidade e suas dimensões. **Revista da ESMEC**. v. 25, n. 31, p. 157-178. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil. IBGE, Rio de Janeiro. 2015.

KRONEMBERGER, D. **Desenvolvimento local sustentável**: uma abordagem prática. São Paulo: Ed. SENAC, 2011.

MACEDO, L. O. B.; CÂNDIDO, G. A.; COSTA, C. G. A.; SILVA, J. V. F. Avaliação da sustentabilidade dos municípios do estado de Mato Grosso mediante o emprego do IDSM – Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 3, p. 323-345, 2016.

MACEDO, M. A. S.; FERREIRA, A. F. R.; CÍPOLA, F. C. Análise do nível de sustentabilidade das unidades federativas do Brasil e de suas capitais: um estudo sob as perspectivas econômica, social e ambiental. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 73-89, 2011.

MACEDO, L. O. B.; CÂNDIDO, G. A.; COSTA, C. G. A.; SILVA, J. V. F. Avaliação da sustentabilidade dos municípios do estado do Mato Grosso mediante o emprego do IDSM –

Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 12, n. 3, p. 323-345, 2016.

MADEIRA, S. A.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P.; BARROS, F. L. A. Análise da modernização agrícola cearense no período de 1996 e 2006. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 307-334, mai./ago. 2019.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. **Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade, uma aplicação no Estado da Paraíba**. João Pessoa: Sebrae, 2008.

MARTINS, M. F.; CANDIDO, G. A. Índices de desenvolvimento sustentável para municípios: uma proposta metodológica de construção e análise. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 3-19, 2012.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MONZONI, M.; BIDERMAN, R.; BRITO, R. P. Finanças Sustentáveis e o Caso do Índice de Sustentabilidade Empresarial da Bovespa. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 9. **Anais...** São Paulo: SIMPOI. 2006.

MPF. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Impactos ambientais e desenvolvimento sustentável do Matopiba são tema de audiência pública promovida pelo MPF**. 27 de nov. de 2017. Disponível em: < <http://www.mpf.mp.br/ba/sala-de-imprensa/noticias-ba/impactos-ambientais-e-desenvolvimento-sustentavel-do-matopiba-sao-tema-de-audiencia-publica-promovida-pelo-mpf>>. Acesso em: 25 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, L. D. A geopolítica do desenvolvimento sustentável: reflexões sobre o encontro entre economia e ecologia. **Carta Internacional** (USP), v. 7, p. 118-139, 2012.

PEREIRA, L. I, PAULI, L. O processo de estrangeirização da terra e expansão do agronegócio na região do MATOPIBA. **Campo - Território**, v. 11, p. 169-224, 2016.

REDE SOCIAL DE JUSTIÇA E DIREITOS HUMANOS. 1. ed. São Paulo, SP: Outras Expressões, v. 1. 66p. 2018.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa: Edições Silabo, 1997. 342p.

REZENDE, G. B. M.; CÂNDIDO, G. A.; REZENDE, H. L.; SILVA, F. P. Sustentabilidade de Barra do Garças sob a ótica do Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios. **Desenvolvimento em Questão**, v. 15, n. 39, p. 203-235, 2017.

RODRIGUES, F. F.; SANTOS, R. B.; MELLO, M. C. B. Análise do disclosure ambiental da empresa Petrobras no período de 1997 a 2007. In: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 9. **Anais...** São Paulo: Congresso USP. 2009.

RODRIGUES, A. S. **Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da microrregião do Cariri (CE): o caso do**



milho híbrido. 252p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará. 2016.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas, os casos da Índia e do Brasil. In: Vieira, P. F. e Weber, J. (orgs) **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 1997.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: Crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993, 103 p.

SACHS, I. **A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009, 390 p.

SOUZA, L. C. L.; MATOS, I. M. A.; PETER, M. G. A.; MACHADO, M. V. V.; NASCIMENTO, C. P. S. Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): Um estudo sobre o nível de sustentabilidade das capitais brasileiras. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 16. **Anais...** São Paulo: ENGEMA. 2014.

TURRA, S.; MELO, C. O.; SANCHEZ, G. F. Desenvolvimento sustentável dos municípios da região sudoeste paraense. **Revista Economia & Região**, v. 6, n. 1, p. 65-79, 2018.

VENTURA, T.; CAVALIERI, M. A. R. Diferenciais de salários dentro do Poder Executivo Brasileiro: uma análise de cluster. **Revista de Administração Pública**, v. 55, n. 4, p.757-781, jul./ago., 2021.

ZEFERINO, M.; MARTINS, V. A. **Mais soja no Matopiba**. Instituto de Economia Aplicada - IEA, São Paulo. 21 de ago. de 2014. Disponível em <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=13473>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.