



Economía, sociedad y territorio

ISSN: 1405-8421

ISSN: 2448-6183

El Colegio Mexiquense A.C.

Castelão, Raul Asseff; Correia de Souza, Celso; Frainer, Daniel
Análise envoltória de dados na ótica do desenvolvimento
sustentável: Mato Grosso do Sul, Brasil (1991-2010)
Economía, sociedad y territorio, vol. XXI, no. 66, 2021, pp. 539-567
El Colegio Mexiquense A.C.

DOI: <https://doi.org/10.22136/est20211595>

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11172857008>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's webpage in [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

redalyc.org

Scientific Information System Redalyc

Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative

Análise envoltória de dados na ótica do desenvolvimento sustentável: Mato Grosso do Sul, Brasil (1991-2010)

Data envelopment analysis from the perspective of sustainable development: Mato Grosso do Sul, Brazil (1991-2010)

RAUL ASSEFF CASTELÃO*
CELSO CORREIA DE SOUZA*
DANIEL FRAINER**

Abstract

Mato Grosso do Sul is one of the states in Brazil with a strategic presence in relation to the environment. The objective of the study is to analyze the evolution of the development of 78 municipalities belonging to Mato Grosso do Sul, between 1991, 2000 and 2010. The method used was the data envelopment analysis. The result shows that some municipalities registered sustainable development while others did not, that is, there was allocative efficiency in the inputs of the economic and social variables; however, there is no significant improvement in the case of the environment.

Keyword: *sustainable development, economic growth, environmental change.*

Resumo

Mato Grosso do Sul é um dos estados do Brasil com presença estratégica em relação ao meio ambiente. O objetivo do estudo é analisar a evolução do desenvolvimento de 78 municípios pertencentes ao Mato Grosso do Sul, entre os anos de 1991, 2000 e 2010. O método utilizado foi a análise envoltória de dados. O resultado revela que alguns municípios registraram desenvolvimento sustentável enquanto outros não, ou seja, houve eficiência alocativa nos insumos das variáveis econômica e social, contudo, no caso do meio ambiente não se registra melhora significativa.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável, crescimento econômico, alteração ambiental.

* Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp), correios-e: raulassefcastelao@gmail.com y csouza939@gmail.com

** Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, correio-e: danielfrainer@gmail.com

Introdução

Diversos estudos têm sido desenvolvidos em um esforço para mensurar e descrever a relação entre a economia, a sociedade e o meio ambiente. No cerne desta discussão, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou instrumentos institucionais com o propósito de subsidiar as nações a respeito desta relação, sendo uma delas a conferência da Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD) em 1987 (Mueller, 2005).

Como um dos resultados dessa conferência foi acentuado o conceito de desenvolvimento sustentável, sendo: “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (Brundtland *et al.*, 1987).

Contudo, apesar dos esforços realizados desde então e do grande avanço implementado pela CMMD, ainda não foi possível notar uma mudança significativa no modelo de desenvolvimento, permitindo ações sinérgicas e simultâneas de avanços econômicos, sociais e meio ambientais (ONU, 2013).

Na verdade, o que se tem registrado é justamente o aumento da pressão sobre o clima, provocando o aquecimento global e consequentes mudanças climáticas com graves problemas à população humana e aos ecossistemas naturais, podendo ocasionar a extinção de algumas espécies de animais e de plantas, inclusive, comprometendo a segurança alimentar do ser humano (IPCC, 2019). O crescimento econômico, na maioria dos casos, é derivado de uso excessivo de recursos naturais e impactos ambientais e sociais negativos como, por exemplo, desigualdade de renda e emissão de gases de efeito estufa (Santana *et al.*, 2014).

Associado de forma direta a esse processo, o crescimento da população mundial também contribui para a deterioração do meio ambiente. Conforme os dados da ONU, no ano de 1999, a população humana mundial passou dos seis bilhões. O crescimento populacional, durante os últimos 10.000 anos, desde o advento da agricultura, tem sido um dos mais significativos na história da terra (Ricklefs, 2013).

A intensificação do fluxo das transações comerciais, registrando aumento de exportações no mundo de quatro vezes o valor de 1991 para 2010 (passando de 3 trilhões para 15 trilhões de dólares) trouxe consigo preocupações quanto às suas externalidades ambientais negativas. Nesse sentido, pode-se citar a superexploração dos recursos naturais, a perda de biodiversidade e a emissão de resíduos poluentes (Queiroz, 2009; OMC, 2020).

A atividade humana está aquecendo o planeta, e o crescimento projetado para os próximos 100 anos talvez possa aquecer o planeta em

aproximadamente 5°C ainda nesse século. Este nível de aumento de temperatura nunca foi experimentado pela humanidade, e os impactos físicos resultantes limitariam drasticamente o desenvolvimento mundial. À medida que o planeta aquece, os padrões pluviais mudam e eventos climáticos extremos como secas, inundações e incêndios florestais se tornam mais frequentes. Milhões de pessoas em áreas costeiras populosas e em nações insulares perderão suas casas quando o nível do mar subir. A população pobre na África e Ásia, e em outros lugares enfrentam perspectivas de trágicas falhas de colheitas; produtividade agrícola reduzida; e aumento da fome, desnutrição e doenças (Banco Mundial, 2010).

A mudança climática ameaça todos os países, sendo os países em desenvolvimento os mais vulneráveis. Segundo as estimativas, recai sobre eles de 75% a 80% dos custos de prejuízos causados pela mudança climática. Até mesmo um aquecimento de 2°C acima das temperaturas pré-industriais – o mínimo que provavelmente o mundo experimentará – poderia resultar em reduções permanentes do PIB de 4% a 5% para a África e o Sudeste Asiático (Banco Mundial, 2010).

Segundo o Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), a influência humana sobre o sistema climático da terra é evidente, e as recentes emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) são as mais altas da história. As alterações climáticas nos últimos anos tiveram impactos generalizados no sistema terrestre. A concentração de CO² na atmosfera já aumentou mais de 20% desde 1958, quando medições sistemáticas começaram a ser feitas, e cerca de 40% desde 1750. De acordo com o IPCC, o aumento é resultado da atividade humana, principalmente da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento. Paralelo a esse fato, as emissões globais de gases de efeito estufa atingiram marcas recordes, sendo consideradas as mais altas da história do homem (CEPAL, 2016).

Para promover o desenvolvimento sustentável, uma das premissas é o monitoramento e mensuração do comportamento humano nas dimensões econômica, social e ambiental, com um forte cuidado com os recursos naturais. Este monitoramento permitirá, inclusive, a correção e o aperfeiçoamento de instrumentos que subsidiam o desenvolvimento sustentável. Desta forma, torna-se necessária a construção de indicadores, além dos existentes, que possibilitem a compreensão da relação entre a ação humana e o meio ambiente. A partir desse entendimento, a busca do desenvolvimento sustentável como um processo adaptativo do processo de aprendizado pode se beneficiar da utilização de indicadores de sustentabilidade (Pupphachai e Zuidena, 2017).

Neste sentido, o homem ao longo de seu avanço social tem utilizado indicadores para monitorar e avaliar os complexos sistemas terrestres em

que está inserido, de forma a melhorar a compreensão sobre eles (Meadows, 1998). Nessa mesma linha, segundo Hardi e Hodge (1997), o monitoramento do crescimento dos países é essencial para a mensuração do desenvolvimento sustentável, podendo ser um compromisso com o meio ambiente e o desenvolvimento econômico e social.

Os indicadores de sustentabilidade foram inicialmente desenvolvidos na década de 1990 com o propósito de fornecer uma base sólida para a tomada de decisão e contribuir para a sustentabilidade do ambiente integrado ao sistema econômico e social (Pupphachai e Zuidena, 2017).

Diversas instituições e projetos em todo o mundo, e particularmente na Europa, vêm trabalhando no desenvolvimento de indicadores padronizados para melhor avaliar o desenvolvimento sustentável (Pires *et al.*, 2014). No Brasil, esses estudos datam do início dos anos 2000 e, desde então, foram publicadas quatro edições de indicadores do desenvolvimento sustentável (2004, 2008, 2010 e 2015), a partir das premissas balizadoras das conferências da ONU (Lira e Cândido, 2008).

Os instrumentos mais importantes e aceitos pela comunidade científica para a avaliação da sustentabilidade são: Barômetro de Sustentabilidade, Índice de Desenvolvimento Humano, modelo PER e suas variantes, Painel de Sustentabilidade de Pegada e Índice de Desenvolvimento Sustentável, sendo que, apenas alguns destes possuem aplicação para municípios de maneira consistente (Bellen, 2006).

Diante da existência de diversos índices de desenvolvimento sustentável que se aplicam a países, quando se trata de análise de municípios ou pequenas regiões registra-se certa dificuldade.

Quando se estuda municípios, a principal dificuldade é a não existência de dados e séries históricas interrompidas das variáveis elencadas para o estudo, não permitindo a aplicação de métodos estatísticos. Daí, tem-se uma significativa quantidade de indicadores de desenvolvimento sustentável direcionados para países ou grandes regiões, no entanto, um vazio quanto à disponibilidade desses indicadores para municípios quando de séries históricas maiores (Martins e Cândido, 2012).

Contudo, é possível identificar algumas iniciativas como no caso de Ferreira e Vieira (2018) que mediram a sustentabilidade na Região Metropolitana de Santarém (Pará) para os anos de 2000 e 2010, a partir do Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana, composto por três índices, 10 indicadores e 19 variáveis e concluíram que mesmo diante da melhoria na dimensão social, econômica e administrativa, no quesito qualidade ambiental não foi possível identificar esta melhora.

Gomes *et al.* (2009) utilizaram o método de análise envoltória de dados para mensurar a sustentabilidade agrícola em Machadinho d'Oeste, município de Rondônia (Amazônia), concluindo que alguns produtores

conseguiram, ao logo de determinado tempo, produzir com qualidade obtendo ganhos econômicos e com práticas de preservação do meio ambiente.

Especificamente para o Mato Grosso do Sul (MS) é possível encontrar o índice bruto de sustentabilidade dos municípios de Mato Grosso do Sul, o qual foi desenvolvido com variáveis relacionadas à estrutura político-administrativa, instrumentos e ações desenvolvidas em prol da preservação ambiental cujos resultados apontam que diversos municípios do MS estão abaixo do ideal no que se refere à estrutura político-administrativa e ações voltadas à preservação do meio ambiente (Aydos e Figueiredo Neto, 2019).

Ainda para o MS, Pereira *et al.* (2016) criaram uma proposta de índice para medir a sustentabilidade ambiental no estado, a qual consiste no cálculo do índice de sustentabilidade ambiental (ISA).

Mato Grosso do Sul tem se destacado no cenário nacional e internacional devido a sua extensão de solos férteis e a diversificação das atividades ligadas ao agronegócio, em especial, as cadeias de soja, milho e de bovinos, no entanto, a economia estadual passa por uma ampliação de atividades como, por exemplo, bioindústria e indústria da celulose, passando assim a ser reconhecido como importante estado produtor (Fagundes *et al.*, 2017).

Entre os anos de 2010 e 2018, as atividades que mais contribuíram para o desempenho da economia do estado foram: produção florestal, agricultura, indústria extrativa mineral, atividades profissionais, instituições financeiras, educação e saúde mercantil e a indústria de transformação. A agropecuária estadual teve um crescimento de 1,7% ao ano entre 2017 e 2018, tendo seus principais desempenhos favoráveis vindos da atividade de silvicultura, extração vegetal e serviços relacionados com crescimento de 18,4%, com destaque aqui para a produção de madeira da silvicultura do eucalipto direcionado às indústrias de celulose da região de Três Lagoas, também desponta a atividade da aquicultura, crescendo 7,0%, principalmente aquela direcionada às exportações como é o caso da tilápia, somado à evolução na produção da cana-de-açúcar com crescimento de 7,0% (SEMAGRO, 2020).

Destaca-se ainda aumento da área plantada de soja de 1.071.968 hectares em 1991 para 1.732.492 hectares em 2010, registrando uma evolução de 61% aproximadamente. A produção de milho, a partir da área plantada, também registrou evolução significativa entre 1991 e 2010, passando de 363.359 hectares para 873.861 hectares, respectivamente. Em geral, o total de hectares plantados no Mato Grosso do Sul cresceu 59% entre 1991 e 2010, passando de 1.885.995 hectares para 3.190.090 hectares em 2010 (SEMAGRO, 2010).

Mato Grosso possui importância singular em relação ao meio ambiente, pois possui três biomas (Pantanal, Cerrado e Floresta Atlântica), entre os quais, dois são reconhecidos pela UNESCO como patrimônio da humanidade, inclusive, com regiões de destaque nacional e internacional em se tratando da sua biodiversidade como, por exemplo, o município de Bonito e o Pantanal, propiciando ao MS um reconhecido recurso natural na economia, na cultura, na ciência e na educação (Lima *et al.*, 2014; Alho e Sabino, 2011; UNESCO, 2000).

Mato Grosso do Sul se encontra em uma região considerada estratégica na ótica da biodiversidade, uma vez que lhe permite possuir, dentro de seu território, contato com diversos macrossistemas, podendo transformar esta rica biodiversidade em potencial econômico, social e ambiental e, além disso, possui a característica intrínseca na contribuição da manutenção da biodiversidade brasileira (Graciollo *et al.*, 2017).

No entanto, conforme dados do nível de sustentabilidade dos estados brasileiros, a partir de dados de 41 variáveis como, por exemplo, expectativa de vida, tamanho da população, oferta de serviços de atenção à saúde e saneamento, densidade da população rural e urbana, o nível de desenvolvimento sustentável é considerado em estado de alerta em função da não efetividade e eficiência de adoção de políticas públicas que estimulem ou viabilizem o desenvolvimento sustentável (Martins e Cândido, 2012).

Em razão do processo de modificações ambientais, sociais e econômicas ocorridas em MS, este artigo teve como objetivo realizar uma análise do nível de desenvolvimento sustentável neste estado, através do cálculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) nos três anos censitários (1991, 2000 e 2010), mostrando ou não a associação entre a qualidade de vida e qualidade ambiental em 78 municípios do estado.

A relevância deste estudo consiste na abordagem do crescimento e desenvolvimento econômico, paralelo à conservação e manutenção do meio ambiente, ou seja, a sustentabilidade, para um estado que tem tido forte apelo ambiental nas questões ligadas ao seu desenvolvimento regional, bem como, na mensuração do desenvolvimento sustentável e no aperfeiçoamento da formulação de políticas públicas voltadas para a região.

1. Material e métodos

O público-alvo da pesquisa foram 78 municípios do estado de MS, em relação aos quais foram calculados os indicadores de crescimento econômico, social e ambiental, tendo como base o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e outras fontes para os anos de 1991, 2000 e 2010. A população de MS apresentou um crescimento médio de

17% entre os anos de 1991 e 2010, atingindo uma população de aproximadamente 2,5 milhões de habitantes em 2010. A taxa de urbanização passou de 79,45% em 1991 para 84,08% em 2000 e 85,64% em 2010.

Lima *et al.* (2014) colocam que, no ranking entre as unidades da Federação, Mato Grosso do Sul ocupa a 17ª posição no PIB nacional e a 10ª posição no PIB *per capita*. A economia está baseada no setor primário e terciário, mas teve ótimo desempenho no setor industrial até o ano de 2010.

O estado de MS faz fronteira com os estados de São Paulo, Mato Grosso, Paraná, Goiás e Minas Gerais, e com os países Bolívia e Paraguai. Em relação a sua divisão geográfica, MS está dividido em quatro mesorregiões: Centro-norte, Leste, Sudoeste e Pantanal e onze microrregiões: Baixo Pantanal, Aquidauana, Alto Taquari, Campo Grande, Cassilândia, Paranaíba, Três Lagoas, Nova Andradina, Bodoquena, Dourados e Iguatemi (IBGE, 2016).

Para subsidiar o processo da pesquisa foram utilizados os métodos de investigação histórico e comparativo. A partir deste estudo buscou-se identificar a existência de crescimento econômico e social concomitante com a preservação e manutenção do meio ambiente das localidades estudadas.

Com base no entendimento de que a qualidade de vida de uma população, ou seja, o seu bem-estar, está relacionada à qualidade ambiental, utilizou-se a Análise Envolvória de Dados (DEA) aplicada a uma base de dados secundários dos 78 municípios do estado de MS, de modo a mensurar a eficiência relativa desses municípios, com o intuito de identificar se os índices de eficiência encontradas, através de indicadores, estão associados à qualidade de vida e qualidade ambiental desses municípios.

De modo geral, quando da mensuração de indicadores de desenvolvimento sustentável para municípios, tem-se uma convergência no desenvolvimento de trabalhos utilizando como método basicamente três opções: análise fatorial, combinação de indicadores previamente construídos a partir de média aritmética simples, harmônica ou geométrica; e utilizando análise envoltória de dados (Aydos e Figueiredo Neto, 2019; Ferreira e Vieira, 2018; Pereira *et al.*, 2016; Gomes *et al.*, 2009).

Em função de haver certo debate sobre como definir um índice multidimensional de sustentabilidade, permitindo a combinação de variáveis econômicas, sociais e ambientais (Cracolici e Cuffaro, 2010), utilizou-se como instrumento de cálculo a DEA, uma vez que, esse instrumento permite examinar variáveis com diferentes dimensões.

Neste sentido, o uso da DEA, com as variáveis selecionadas neste trabalho, possui a capacidade de retratar a realidade dos municípios analisados e, com isso, a construção de um índice multidimensional capaz de identificar o grau de desenvolvimento sustentável municipal, podendo,

inclusive, ser replicado em outros municípios devido à simplicidade de uso da DEA e da facilidade de encontrar os dados das variáveis municipais selecionadas.

Quanto à seleção de variáveis, adotamos o conceito de utilizar variáveis que medem o impacto sobre o meio ambiente de forma indireta (variável proxy) como, por exemplo, atividades que geram emissão de gases de efeito estufa, coleta de lixo e tratamento de esgoto (três variáveis geralmente utilizadas para exemplificar perda da qualidade ambiental).

O pressuposto central na seleção das variáveis é o de que estas possuem ação de causalidade entre a ação do homem e seu consequente poder de alteração do meio ambiente sendo, neste caso, retratados por variáveis indiretas. É possível, a partir desse pressuposto, por exemplo entender que o aumento do consumo de combustíveis gera o efeito do aumento das emissões de GEE.

Os exemplos que desenvolveram pesquisas com variáveis indiretas podem ser vistos a partir dos trabalhos de Santana *et al.* (2014), nos quais fizeram uso do método de análise envoltória de dados (efeito indireto) para analisar o desenvolvimento sustentável nos países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) com base em variáveis relacionadas a atividade econômica (formação bruta de capital, gastos em pesquisa e desenvolvimento, população empregada e consumo) e concluíram que o desenvolvimento deste grupo de países pode ser melhor estruturado com vistas a proteger o meio ambiente e a questão social; e o trabalho de Martins e Cândido (2012), no qual descrevem quais seriam as variáveis necessárias para se calcular índices de desenvolvimento sustentável em municípios, sendo essas: qualidade das águas (aferição de cloro residual, de turbidez, de coliformes totais); tratamento das águas (tratada em ETAs e por desinfecção); consumo médio *per capita* de água; acesso ao sistema de abastecimento de água; tipo de esgotamento sanitário por domicílio; acesso à coleta de lixo urbano e rural.

No caso deste trabalho, opta-se pelo uso de variáveis de efeito indireto, pois, registra-se ausência de dados para os anos de 1991 a 1999 em relação a qualidade da água e consumo médio *per capita* de água e, sendo assim, a seleção das variáveis levou em consideração, primeiro sobre a base de indicadores do Índice de Desenvolvimento Sustentável (IDS) Brasil e pelo referencial da ONU de indicadores de sustentabilidade, e segundo pela disponibilidade de dados históricos para os municípios (Martins e Cândido, 2012).

Ao usarmos as variáveis de efeito indireto, a consequência consiste no fato da possibilidade de observar as alterações no meio ambiente de forma indireta como, por exemplo, o aumento do PIB *per capita* gera pressão para novas aquisições, tanto de produtos quanto de serviços, que por sua

vez, pressionam a cadeia produtiva para aumentar a produção e, com isso, aumenta-se o nível de emissão de gases de efeito estufa e despejo de novos rejeitos ao meio ambiente. A partir da ausência de variáveis de efeito direto, as variáveis empregadas no trabalho possuem a melhor condição de retratar o efeito da pressão no meio ambiente a partir de variáveis sociais e econômicas.

Como o IDS de cada município foi determinado pelo nível de eficiência, tornou-se necessário fazer uma conceituação a respeito. Em se tratando de eficiência, essa pode ser analisada de duas formas: alocativa e técnica. A eficiência alocativa se refere à capacidade de combinar determinados insumos para obter produtos de forma proporcional. Quando se têm níveis fixos de insumos, porém, produtos em níveis diferentes, tem-se então a eficiência técnica, ou seja, a razão entre o nível de produção e o nível de insumos (Farrell, 1957).

De forma complementar, a eficiência é decomposta em técnica, que é a capacidade de um processo de produção de gerar resultados ou saídas utilizando o mínimo de insumo, e eficiência alocativa, que diz respeito à capacidade para utilizar insumos em medidas consideradas ideais para gerar produtos proporcionalmente aos insumos (Lovell, 1994; OECD, 2001).

Peña (2012) descreve que um processo de produção é caracterizado como eficiente quando este utiliza a menor quantidade de insumos na produção de dado número de produtos, ou quando procura maximizar o nível de produção mantendo constantes os insumos. De forma análoga, a eficiência é uma relação de comparação entre os insumos utilizados e a maior quantidade de produtos gerados. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD, 2001) afirma ainda que os ganhos de eficiência técnica estão em função do emprego de boas práticas de produção ou da eliminação das ineficiências técnicas organizacionais.

O uso da eficiência torna-se, portanto, um dos melhores indicadores para descrever a qualidade de um determinado sistema, uma vez que a melhor otimização da sinergia das variáveis de certo sistema dá condição para que ele consiga cumprir o seu objetivo com eficiência. Por outro lado, caso haja uma não conformidade das variáveis, tem-se uma desordem e logo, ineficiência (Peña, 2012).

A DEA é um instrumento da matemática para a mensuração de eficiência de unidades produtivas, cuja pressuposição fundamental é que, se uma dada unidade de tomada de decisão (Decision Making Units – DMU) “A”, DMUA eficiente é capaz de produzir $Y(A)$ unidades de produto utilizando $X(A)$ unidades de insumos, então outras DMU’s poderiam também fazer o mesmo, caso elas estejam também operando eficientemente. De forma

similar, se uma DMUB eficiente é capaz e produzir Y (B) unidades de produto utilizando X (B) unidades de insumos, então outras DMU's eficientes poderiam ser capazes de realizar o mesmo esquema de produção. Como as DMU's "A" e "B" são eficientes, elas poderiam ser combinadas para formar uma DMU composta, isto é, que utiliza uma combinação de insumos para produzir uma combinação de produtos. Tendo em vista que a DMU composta não necessariamente existe, ela é denominada DMU virtual (Charnes *et al.* 1978).

A DEA consiste em encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU da amostra. Caso a DMU virtual seja melhor do que a DMU original, ou por produzir mais com a mesma quantidade de insumos, ou produzir a mesma quantidade usando menos insumos, a DMU original será ineficiente. Percebe-se, portanto, que a fronteira eficiente de produção será aquela que represente as unidades avaliadas que consigam minimizar o uso dos insumos na produção mantendo a quantidade de produtos produzidos ou, ainda, que consiga produzir uma quantidade maior de produtos com uma quantidade fixa de insumos.

O método DEA foi desenvolvido em Charnes *et al.* (1978), e usa a programação linear para avaliação de medidas de eficiência comparativas de DMU's, que utilizam os mesmos recursos (*inputs*) e geram os mesmos produtos (*outputs*). Há dois modelos DEA clássicos: CCR e BCC, que podem estar orientados a insumos ou a produtos. Por meio da utilização de um desses modelos é possível detectar os níveis de eficiências das DMU's, construindo, assim, a fronteira de produção com as unidades que atingirem o máximo de produtividade (*benchmarks*).

A versão DEA-CCR, também conhecido por CRS ou Constant Returns to Scale, adota como hipótese retornos constantes de escala, enquanto o modelo DEA-BCC, também conhecido por VRS ou Variable Returns to Scale, utiliza a premissa de retornos variáveis de escala. A DEA com denominação de orientação a recursos (*inputs*) vem do fato de que a eficiência deve ser atingida com redução de recursos e quando voltado a produtos (*outputs*), maximiza as saídas mantendo inalteradas as entradas (*input*) (Charnes *et al.*, 1978).

Todos os modelos obtidos neste trabalho foram resolvidos com a utilização do software Sistema de Apoio à Decisão (SIAD) (Angulo Meza *et al.*, 2005). No quadro 1 estão apresentadas as variáveis relativas aos municípios de MS que possuem condições de refletirem, no âmbito de cada município, as variações ambientais, econômicas e sociais, suas dimensões, fontes e, suas funções de entrada-saída na DEA.

Essas variáveis foram escolhidas com base em dois critérios: o primeiro utiliza a metodologia da Organização das Nações Unidas (ONU, 2007) no documento "Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: marco e metodologias". Essa publicação, conhecida como Livro Azul,

Quadro 1
Descrição das variáveis, por dimensão, fonte e função
desempenhada dos municípios de MS, no período de 1991 a 2010

<i>Dimensão</i>	<i>Variável</i>	<i>Fonte</i>	<i>Função</i>	<i>Correlação com a dimensão</i>
Ambiental	Consumo de combustíveis	SEMAGRO, 2010	<i>Output</i>	Quanto maior, pior
	Domicílios particulares permanentes - coleta de lixo - por serviço de coleta e caçamba	IBGE, 2010a	<i>Output</i>	Quanto maior, melhor
	Domicílios particulares permanentes - abastecimento de água - Rede geral	IBGE, 2010a	<i>Input</i>	Quanto maior, melhor
	Densidade demográfica (hab/km ²): razão entre a população e a área da cidade, mostra como a população se distribui pelo território.	PNUD, 2013	<i>Input</i>	Quanto maior, pior
Social	Despesas municipais com educação <i>per capita</i> (R\$).	IPEA/STN, 2010	<i>Input</i>	Quanto maior, melhor
	Despesas municipais nas funções de saúde e saneamento <i>per capita</i> (em reais).	IPEA/STN, 2010	<i>Input</i>	Quanto maior, melhor
	População total.	IBGE, 2010a	<i>Input</i>	Quanto maior, pior
	Esperança de vida ao nascer (anos).	PNUD, 2013	<i>Output</i>	Quanto maior, melhor
	Pessoas de 25 anos ou mais de idade, sem instrução e fundamental incompleto	IBGE, 2010b	<i>Output</i>	Quanto maior, pior
Econômica	Taxa de investimento público	STN, 2010	<i>Input</i>	Quanto maior, melhor
	Taxa de investimento privado	STN, 2010	<i>Input</i>	Quanto maior, melhor
	PIB <i>per capita</i>	SEMAGRO, 2010	<i>Output</i>	Quanto maior, pior
	Taxa de desemprego	IBGE, 2010b	<i>Output</i>	Quanto maior, pior
	Consumo de energia elétrica	SEMAGRO, 2010	<i>Output</i>	Quanto maior, pior
	Intensidade de energia elétrica	SEMAGRO, 2010	<i>Input</i>	Quanto maior, pior

Fonte: elaboração própria.

é considerada por especialistas como um modelo em se tratando de referência na seleção de variáveis para estudo do desenvolvimento sustentável; o segundo critério foi à disponibilidade de dados em relação aos anos de 1991, 2000 e 2010 dos municípios estudados. Como algumas variáveis que constam no Livro Azul não possuem indicadores disponíveis para os municípios de MS, optou-se por aquelas que possuem uma série histórica uniforme para todas as localidades, alvos desta pesquisa.

Neste sentido, as variáveis descritas no quadro 1 foram escolhidas por serem: (a) indicadores utilizados para o cálculo do IDS pela ONU; (b) por possuírem impactos sobre as três dimensões; (c) por serem significativas para a realidade dos municípios estudados e; (d) pela disponibilidade de série histórica, permitindo uma análise holística da dimensão ambiental, econômica e social dos municípios estudados.

No caso das variáveis da dimensão ambiental, conforme descrito por Martins e Cândido (2012), em função da ausência de série histórica das variáveis na esfera ambiental para uso nos municípios quando da elaboração de índices de desenvolvimento sustentável, foi feito em um primeiro momento um levantamento da disponibilidade de dados daquelas que, geralmente, são usadas e, após isso, selecionou-se as que compõem este estudo e que possuem série histórica.

As variáveis foram selecionadas observando as condições de gerarem ou não impactos sobre outra variável (efeito de indução direto e indireto), considerando as principais características do estado de MS (atividade econômica baseada no agronegócio, urbanização crescente e existência de biomas diferentes), principalmente, sobre o meio ambiente como, por exemplo, se diminui a taxa de desemprego mais pessoas passam a ter renda e, com isso, passam a demandar mais meios de transporte e consumo de combustível, induzindo pressão sobre o meio ambiente através do aumento da emissão de CO².

No grupo das variáveis da dimensão ambiental, a variável consumo de combustível foi selecionada no intuito de demonstrar que quanto maior seu consumo, pior é sua relação com a sustentabilidade. O que também se aplica para a variável da densidade demográfica. Para as variáveis domicílios particulares permanentes que possuem coleta de lixo e abastecimento de água, a relação com o meio ambiente está no fato de que quanto mais domicílios com atendimento de coleta de lixo e abastecimento de água, melhor para o meio ambiente.

As variáveis Pessoas de 25 anos ou mais de idade, sem instrução e fundamental incompleto e população total agem no sentido de quanto maior, pior para o meio ambiente. Despesas municipais com educação *per capita* e nas funções de saúde e saneamento *per capita* são voltadas

para o sentido de quanto maior os investimentos nestas duas, melhor para o meio ambiente. A variável esperança de vida ao nascer, medida em anos, se trata de quanto maior for esta esperança, melhor para o meio ambiente uma vez que para se viver mais, é preciso condições sociais e de saúde que significam um efeito indireto positivo ao meio ambiente.

No caso das variáveis do grupo econômica, o consumo de energia elétrica, intensidade de energia elétrica, taxa de desemprego e o PIB *per capita* estão relacionadas a sustentabilidade na medida em que quanto maior for o respectivo indicador, pior para o meio ambiente. Em contrapartida, as taxas de investimento privado e público quanto maiores forem, melhor é para o meio ambiente em detrimento das possibilidades de recursos para a conservação e proteção ambiental, por exemplo. Para a variável PIB *per capita*, esta foi selecionada para expressar a relação da capacidade de aquisição de produtos e serviços dos cidadãos mediante o aumento do PIB *per capita*.

De maneira complementar, na dimensão ambiental é possível identificar certa consonância com a seleção adotada em outros estudos possibilitando assim descrever as condições ambientais desses municípios a partir do conceito de efeito de indução sobre o meio ambiente, ou seja, a alteração de variáveis econômicas e sociais gerando impacto sobre o meio ambiente (Réus e Andion, 2018; Santana *et al*, 2014; Macedo e Cândido, 2011; Martins e Cândido, 2008; Rossato e Lima, 2008).

Os indicadores de cada dimensão (IDambiental, IDsocial e IDEconômico) foram calculados usando a média aritmética simples.

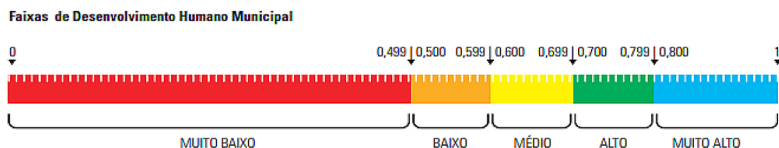
A partir dos resultados de cada dimensão, é obtido o IDSM, com base na média aritmética simples dos índices de desenvolvimento ambiental, social e econômico, IDambiental, IDsocial e, IDEconômico, respectivamente. A expressão 1 apresenta a fórmula para a agregação dos índices que compõem o IDSM.

$$IDMS = \frac{ID\ ambiental + ID\ social + ID\ econômico}{3} \quad (1)$$

Os índices de desenvolvimento gerados para cada dimensão e o IDSM agregado foram classificados quanto ao resultado levando-se em consideração o parâmetro do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em específico, os intervalos do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), tomado como referência para a diferenciação do nível de eficiência, em se tratando do desenvolvimento sustentável. Sendo assim, os resultados estão classificados de acordo com a ilustração da figura 1.

Desta maneira, este método possibilita a agregação de variáveis em unidades diferentes, que foram selecionadas com o propósito de retratarem

Figura 1
Ilustração da classificação de resultados do IDS



Fonte: adaptado de PNUD (2013).

a realidade dos municípios em estudo e, com isso, permitirem a análise do desenvolvimento sustentável municipal, baseada em dados multidimensional.

2. Resultados e discussão

Nesta seção, foram apresentados os resultados obtidos ao submeter os valores das variáveis municipais selecionadas aos modelos DEA – CCR e BCC, para os anos de 1991, 2000 e 2010. Após a aplicação dos modelos pode-se observar que o melhor modelo, ou aquele que apresentou os melhores resultados foi o modelo DEA – BCC, tanto orientado a insumos, quanto a produtos, pois, foi o que melhor representou a fronteira de produção das DMU's, no caso específico, os municípios.

Em resposta ao objetivo do estudo, optou-se por dar ênfase aos modelos orientados aos produtos por adotar o viés de produzir mais resultados (maximizar a produção) mantendo-se constante os recursos, ou seja, procurou-se aumentar os produtos sem alterar os insumos.

Os resultados aqui apresentados possuem o conceito principal de que não é o volume total que garante níveis altos de eficiência, mas sim o termo relativo, ou seja, a alocação de recursos que são considerados como os de melhores de desempenho. Desta forma, o melhor município é aquele que se mostra mais eficiente na alocação de recursos e de investimentos, aumentando os produtos/serviços oferecidos à população local e não aquele que detém maior volume absoluto de recursos.

Como limitação do estudo, é preciso destacar que os indicadores de resultados dos municípios estudados não representam a interpretação de que, aqueles com melhores índices estão em pleno desenvolvimento sustentável, ou seja, que não está havendo impacto sobre o meio ambiente, que a economia local e a sociedade não apresentam dificuldades, mas sim, o uso eficiente dos recursos para dirimir tais dificuldades. A partir disso, é importante reforçar que o desenvolvimento sustentável existe quando os

recursos atuais estão sendo consumidos sem que seja afetada sua oferta para as futuras gerações, e não somente quanto a ausência de impacto ambiental negativo, ou seja, se trata de como mitigar o uso dos recursos naturais e não somente ao fato deles existirem ou não.

Os resultados derivados do processo de pesquisa por meio da DEA, de dados sobre os municípios de MS, correspondentes aos anos de 1991, 2000, 2010, estão divididos por dimensão nas próximas seções.

2.1. Dimensão ambiental

Na dimensão ambiental, em 1991, no modelo DEA BCC, foram considerados os maiores e os menores graus de eficiência ambiental (IDA). Assim, 7 municípios (Caracol, Douradina, Fátima do Sul, Ladário, Rochedo, Sete Quedas e Vicentina) apresentaram resultados igual a 1 de eficiência, com ótimos IDA e 5 municípios com péssimos IDA.

Em 2000, 14 municípios apresentaram índice igual a 1, no entanto, nenhum deles esteve nas melhores colocações nove anos antes, isto é, em 1991. No sentido contrário, o do pior resultado, apenas Jateí registrou resultado abaixo de 0,800. Os demais municípios tiveram índices muito altos de eficiência, com resultados entre 0,9446 e 0,9989.

Em 2010, apenas 8 municípios apresentaram o melhor resultado, eficiência 1, enquanto 60% dos outros municípios estudados registraram resultados na faixa de baixo ou médio grau de eficiência na dimensão ambiental, no ano de 2010 (tabela 1).

Tabela 1
Municípios do MS com maiores e menores IDA, na dimensão ambiental, em 2010

<i>Melhores</i>		<i>Piores</i>	
<i>Município</i>	<i>IDA</i>	<i>Município</i>	<i>IDA</i>
Alcinópolis	1	Porto Murtinho	0.0259
Campo Grande	1	Jaraguari	0.0247
Coronel Sapucaia	1	Jatei	0.0216
Douradina	1	Caracol	0.0185
Fátima do Sul	1	Corguinho	0.0185
Ladário	1		
Paranhos	1		
Taquarussu	1		

Fonte: elaboração própria.

Na dimensão ambiental chama atenção o fato da piora no resultado dos municípios entre os anos de 1991 e 2010. Enquanto em 1991 49 municípios apresentaram resultados classificados como muito baixos, em 2010 este número aumentou para 64, aumento de 30%.

Deste modo, ao compararmos os municípios ao longo da série histórica nesta dimensão, fica evidente que os municípios optaram por se tornar mais eficientes na alocação de recursos e de investimentos, aumentando os produtos/serviços oferecidos à população local e não conseguiram, ao mesmo tempo, tornar-se eficientes no uso dos recursos naturais. Esse fato fica claro quando notamos que o número de municípios, nesta dimensão, classificados como de muito baixa eficiência, aumenta até 2010.

2.2. Dimensão social

Na dimensão social, para o ano de 1991, no modelo DEA BCC, seis municípios registraram o melhor grau de eficiência, isto é, IDS igual a 1 (Aparecida do Taboado, Aral Moreia, Cassilândia, Corumbá, Paranaíba e Três Lagoas). No lado oposto, ou seja, aqueles com desempenho considerado como muito baixo, foram encontrados 5 municípios (Nioaque, Pedro Gomes, Ribas do Rio Pardo, Corguinho e Dois Irmãos do Buriti).

Em 2000, quatorze municípios (Anastácio, Anaurilândia, Aparecida do Taboado, Aquidauana, Bodoquena, Brasilândia, Campo Grande, Caracol, Chapadão do Sul, Corumbá, Dourados, Inocência, Selvíria e Três Lagoas) registraram desempenhos igual a 1, ou seja, com alto nível de eficiência nesta dimensão. Apenas Itaquirai, Novo Horizonte do Sul e Laguna Carapá tiveram resultados considerados como muito baixos no respectivo ano.

Para o ano de 2010, na dimensão social, 32,05% do total de municípios estudados possuía altas eficiências na versão DEA-BCC. Nessa dimensão não se teve registro de municípios com médio, baixo ou muito baixo grau de eficiência. Contudo, 67,95% aparecem com alto nível de eficiência com desvio padrão de 0,017, sendo que os resultados estão variando de 0,9996 (Bandeirantes) a 0,9291 (Bodoquena).

Na passagem dos anos, entre 1991 e 2010, na dimensão social, nota-se elevada melhora na eficiência dos recursos sendo que, em 2010, não há registro de municípios classificados abaixo de alto nível de resultado.

2.3. Dimensão econômica

Na dimensão econômica, o modelo DEA BCC registrou resultados considerados dispersos dentro da classificação de grau de eficiência. Em 1991, apenas cinco municípios (Camapuã, Inocência, Jateí, Coronel Sapucaia

e Mundo Novo) apresentaram alto grau de eficiência na utilização dos insumos econômicos para gerar produtos para a sociedade. No entanto, 75% dos municípios apresentam baixa eficiência sendo os piores Nioaque, Nova Andradina, Dourados, Campo Grande e Deodápolis.

Para o ano de 2000, 12% (Deodápolis, Caracol, Alcínópolis, Juti, Angélica, Inocência, Santa Rita do Pardo, Nova Andradina, Corguinho e Taquarussu) dos municípios apresentaram alto nível de eficiência nesta dimensão, 60% registraram resultados classificados de muito altos e 30% estão classificados como municípios de baixo desempenho.

Contudo, em 2010, esse cenário muda e grande parte dos municípios evolui nesse quesito, isto é, 30,77% (24 municípios) apresentaram plena eficiência, 26,92% (21 municípios) nível muito alto, 8,97% (7 municípios) apresentaram nível alto, 16,67% (13 municípios) médio nível, 12,82% (10 municípios), baixo nível e 3,85% (3 municípios) muito baixo nível de eficiência.

2.4. Índice de Desenvolvimento Sustentável dos Municípios de MS

Em relação ao resultado do IDSM respectivo de cada município de MS, nos anos de 1991, 2000 e 2010, nota-se uma evolução no período entre os anos 1991 a 2000, enquanto entre 2000 a 2010, certa estabilização no IDSM. Na tabela 2 são apresentados os resultados de cada município, para os anos 1991, 2000 e 2010.

Tabela 2
IDSM por município de MS nos anos de 1991, 2000 e 2010

<i>Município</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>	<i>Município</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>
Água Clara	0.57	0.79	0.79	Itaporá	0.55	0.78	0.55
Alcínópolis	0.7	0.56	0.85	Itaquiraí	0.54	0.63	0.87
Amambaí	0.44	0.64	0.19	Ivinhema	0.45	0.79	0.11
Anastácio	0.46	0.93	0.53	Japorá	0.51	0.53	0.33
Anaurilândia	0.54	0.87	0.58	Jaraguari	0.65	0.77	0.66
Angélica	0.59	0.8	0.75	Jardim	0.48	0.84	0.54
Antônio João	0.65	0.82	0.49	Jateí	0.47	0.73	0.93
Aparecida do Taboado	0.46	0.99	0.74	Juti	0.67	0.68	0.97
Aquidauana	0.38	0.81	0.65	Ladário	0.99	0.77	0.74
Aral Moreira	0.58	0.85	0.77	Laguna Carapá	0.35	0.46	0.55
Bandeirantes	0.55	0.69	0.56	Maracaju	0.44	0.82	0.68
Bataguassu	0.5	0.83	0.33	Miranda	0.44	0.65	0.61

Tabela 2 (continuação)

<i>Município</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>	<i>Município</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>
Batayporã	0.56	0.74	0.65	Mundo Novo	0.66	0.74	0.84
Bela Vista	0.44	0.67	0.6	Naviraí	0.47	0.88	0.35
Bodoquena	0.58	0.85	0.58	Nioaque	0.5	0.64	0.7
Bonito	0.44	0.69	0.57	Nova Alvorada do Sul	0.37	0.54	0.62
Brasilândia	0.47	0.87	0.54	Nova Andradina	0.44	0.8	0.59
Caarapó	0.49	0.74	0.55	Novo Horizonte do Sul	0.35	0.47	0.67
Camapuã	0.43	0.66	0.65	Paranaíba	0.42	0.97	0.65
Campo Grande	0.68	0.86	0.44	Paranhos	0.86	0.66	0.65
Caracol	0.67	0.85	1	Pedro Gomes	0.51	0.67	0.18
Cassilândia	0.44	0.96	0.53	Ponta Porã	0.44	0.81	0.84
Chapadão do Sul	0.59	0.9	0.44	Porto Murtinho	0.44	0.67	0.5
Corguinho	0.67	0.62	0.57	Ribas do Rio Pardo	0.46	0.59	0.33
Coronel Sapucaia	0.84	0.74	0.85	Rio Brilhante	0.45	0.78	0.65
Corumbá	0.37	0.99	0.77	Rio Negro	0.61	0.67	0
Costa Rica	0.45	0.73	0.77	Rio Verde de Mato Grosso	0.43	0.74	0.53
Coxim	0.42	0.86	0.71	Rochedo	0.68	0.64	0.66
Deodápolis	0.6	0.7	1	Santa Rita do Pardo	0.6	0.79	0.75
Dois Irmãos do Buriti	0.46	0.59	0.45	São Gabriel do Oeste	0.48	0.83	0.58
Douradina	1	0.68	0.66	Sete Quedas	0.69	0.63	0.51
Dourados	0.6	0.92	0	Selvíria	0.78	0.92	0.41
Eldorado	0.59	0.74	0.14	Sidrolândia	0.47	0.79	0.81
Fátima do Sul	1	0.84	0.48	Sonora	0.58	0.65	0.55
Figueirão	0.29	0.33	0.33	Tacuru	0.64	0.61	0.52
Glória de Dourados	0.73	0.72	0.52	Taquarussu	0.98	0.85	0.67
Guia Lopes da Laguna	0.59	0.65	0.48	Terenos	0.52	0.7	0.42
Iguatemi	0.5	0.71	0.56	Três Lagoas	0.42	1	0.65
Inocência	0.55	0.79	1	Vicentina	0.94	0.75	0.22

Fonte: elaboração própria.

Em 1991, 9% dos municípios encontravam-se no nível de eficiência muito alta, 4% como alta, 18% no nível médio, 26% sendo considerado de baixa eficiência e 43% na classificação de eficiência muito baixa. Desta forma, entende-se que a maioria dos municípios, no ano de 1991, apresentaram baixo desenvolvimento sustentável.

Contudo, em 2000, nota-se singular melhoria. O número de localidades consideradas de grau muito baixo de desenvolvimento sustentável deixa de existir, há uma redução no número daqueles municípios classificados como de baixo grau de desenvolvimento sustentável – passando de 26% para 10% – e aumento no número de localidades com médio nível de desenvolvimento sustentável, passando de 18% para 26%. Quanto ao nível de alto desenvolvimento, muda-se de 4% em 1991 para 28% e de 9% para 36% na condição de desenvolvimento considerado como muito alto.

No ano de 2010, os municípios de MS registraram uma piora do nível de desenvolvimento sustentável, retornando aos parâmetros próximos ao do ano de 1991. Em 2010, 14% foram classificados como muito alto o nível de desenvolvimento sustentável, 12% de alto grau, 21% de médio, 27% baixo e 26% de muito baixo.

Na tabela 3 verifica-se que houve aumento no desenvolvimento sustentável médio apenas na comparação entre 1991 e 2010, enquanto para 2000/2010 houve uma redução.

Tabela 3
Resumo estatístico dos IDSM dos municípios de MS, por ano avaliados

	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>
Média	0.55	0.74	0.58
Mediana	0.51	0.74	0.58
Desvio Padrão	0.17	0.15	0.22

Fonte: elaboração própria.

Observa-se na tabela 3 que a mediana também registrou este resultado, enquanto o desvio padrão aumentou entre 1991 e 2010, indicando que não existe uma orientação comum para os municípios de MS. O nível de desenvolvimento sustentável estava muito disperso. Em 1991, também se verificou uma relativa dispersão de resultados dos IDSM entre os municípios, no entanto, com resultados considerados como de IDSM baixo ou muito baixo. Já, em 2000, torna-se nítida a melhoria dos municípios, consolidando os resultados em sua maioria como de alto e

muito alto. Contudo, em 2010 os resultados foram piores e houve aumento das dispersões entre os municípios, ou aumento nas diferenças do IDSM entre eles.

A partir do movimento de alta no indicador entre 1991 e 2000 e depois uma brusca redução entre 2000 e 2010, observa-se a tendência de construção e desenvolvimento de políticas públicas com vistas a que os municípios se tornem mais eficientes com viés nas dimensões econômica e social, enquanto a dimensão ambiental não teve a mesma importância que as duas anteriores.

Ainda na tabela 3, nota-se, a partir da média por ano, que embora exista um aumento na média em 2000, não significa uma melhora geral no desenvolvimento sustentável municipal, mas sim maior homogeneidade dentro do conjunto dos municípios. Essa hipótese fica clara ao se observar que, em 2000, 36% dos municípios registraram desenvolvimento sustentável considerado muito alto, 28% como alto, 26% como médio e 10% como baixo.

Ao se agregar os três anos da série histórica, os municípios de Deodápolis e Caracol são os de melhor grau de desenvolvimento sustentável (conceito 1). Apenas 6% registraram resultados na faixa de classificação de muito alto, 21% de alto, 40% de médio grau, 16% de baixo e 14% classificados como muito baixo.

Nenhum dos quatro maiores municípios de MS em número de habitantes registraram desenvolvimento sustentável com grau muito alto. Campo Grande apresentou médio grau, Dourados muito baixo, Três Lagoas médio e Corumbá alto.

Este fato retrata a decisão de dar prioridade à busca de eficiência na dimensão econômica e social e revela que a dimensão ambiental não recebe a atenção devida, o que incorre em prejuízos mais sérios aos municípios, que passam ao largo do cerne do que é o desenvolvimento sustentável. A respeito desta priorização, Welter e Centurião (2020) destacam que 32% dos municípios do Mato Grosso do Sul apresentaram crescimento econômico significativo, ou seja, níveis de crescimento superiores à média estadual e o indicador de ritmo de crescimento evidenciou que 44% dos municípios do MS tiveram um crescimento acima da média estadual ao longo do período de 2005 a 2015.

Constantino *et al.* (2016) apontam que 34 municípios sul-mato-grossenses usufruíram de um ritmo de crescimento acelerado em comparação com o restante do estado em se tratando da renda.

Embora os municípios tenham evoluído na dimensão econômica e social nos vinte anos que se passaram, de 1991 a 2010, o resultado do IDSM em 2010 teve uma variação menor quando comparado a 2000, voltando a parâmetros próximos aos registrados em 1991.

Observa-se que, de modo geral, os municípios evoluíram em se tratando da eficiência alocativa dos insumos a disposição para garantir a preservação e manutenção do meio ambiente no Mato Grosso do Sul, contudo, esta condição de eficiência alocativa boa se mostra em grau menor a cada década que passa.

As variáveis de dimensão ambiental podem explicar a redução do IDSM dos municípios estudados em 2010 se comparado a 2000, pois, ao desagregarmos o IDSM por dimensão, a ambiental foi a que apresentou aumento de municípios presentes na classificação de resultados considerados de baixo ou muito baixo graus de eficiências. Em 2010, 85% das localidades estudadas se encontravam nessa faixa de resultado. O aumento do consumo de combustíveis, provocando emissões de gases como, por exemplo, CO², e densidade demográfica que, por sua vez demandam insumos do meio ambiente, são as variáveis que podem ter influenciado este resultado. Sendo assim, a dimensão ambiental impactou o resultado geral em função de sua redução nos principais indicadores.

Frainer *et al.* (2017) apontam que o elevado número de municípios do MS que possuem indicador de baixa qualidade ambiental priorizaram políticas públicas econômicas e sociais e tiveram severa dificuldade em arranjar estas duas dimensões com a dimensão ambiental, fato este que colaborou para o baixo resultado na dimensão ambiental.

Conclusão

Os resultados obtidos demonstraram haver uma relação inversa entre os municípios que evoluíram nas dimensões econômica e social e que, contudo, diminuíram o resultado na dimensão ambiental.

Sendo assim, a partir dos dados referentes aos anos de 1991, 2000 e 2010, foi possível observar uma inversão dos municípios no sentido do desenvolvimento sustentável como, por exemplo, dos municípios que registraram os melhores indicadores de eficiência ambiental em 1991, apenas dois se mantiveram como tendo alto grau de eficiência ambiental em 2010. O inverso também ocorre, pois, ao analisar o ano de 2010, nota-se que os municípios de baixa eficiência nos anos anteriores evoluíram e deixaram de ser ranqueados como os piores nas dimensões social e econômica.

Na dimensão social o resultado é mais uniforme, tendo grande parte dos municípios mudado da situação de baixa para média ou alta eficiência na transformação de insumos para a sociedade entre 1991 para 2000 e depois em 2010.

A dimensão econômica apresenta os resultados mais dispersos entre os municípios, contudo, registra movimento de mudança inversa ao da

dimensão ambiental, ou seja, os municípios registraram melhora no período de 1991 a 2000 e depois, de 2000 a 2010.

Desta forma, nota-se que houve melhorias no sentido do desenvolvimento econômico e social dos 78 municípios estudados entre os anos de 1991 e 2000 e, entre 2000 e 2010. Contudo, este aumento originou uma redução na dimensão ambiental de modo específico na comparação entre os anos 2000 e 2010.

Os municípios que registraram melhor índice de desenvolvimento sustentável possuem como características: população abaixo de 15 mil habitantes, aumento médio de 40% na melhoria de cobertura de domicílios com água encanada e coleta de lixo entre 1991 e 2010 e variações pequenas de consumo de combustível entre os períodos estudados.

Neste sentido, fica evidente que estes conseguiram se desenvolver sustentavelmente devido à pressão humana causada sobre o meio ambiente não ser tão expressiva quanto nos demais municípios estudados, que por sua vez apresentam taxas de crescimento populacional maiores. Sendo assim, estes municípios conseguiram ser mais eficientes na alocação dos recursos concomitantemente a conservação e preservação do meio ambiente.

Chama a atenção o fato de que os resultados encontrados se apresentam de maneira parecida com outros trabalhos (Aydos e Figueiredo Neto, 2019), o que reforça a ideia de que houve progresso econômico e social, contudo no caso do meio ambiente não se registra melhora significativa.

Os resultados dos municípios expressam uma realidade para o estado de Mato Grosso do Sul. Fica evidente que Mato Grosso do Sul acompanha a realidade nacional em relação à forma das emissões de GEE. Os mais recentes dados divulgados pelo IPCC revelam que o uso da terra e mudança de solo possui forte influência sobre a qualidade ambiental e que 22% das emissões de gases de efeito estufa ocorrem em função de atividades ligadas a agricultura, floresta e uso do solo. Nesse sentido, Mato Grosso do Sul e seus respectivos municípios possui papel importante, pois sua base econômica está relacionada a estas atividades e, caso estas não sejam desenvolvidas com tecnologias limpas e de baixa emissão de gases de efeito estufa, a biodiversidade existente neste estado tende a sofrer consequências negativas e diretas.

O estado tem registrado consecutivos resultados positivos com o setor do agronegócio, tendo seus principais desempenhos favoráveis advindos da atividade de silvicultura, extração vegetal e serviços relacionados, com um crescimento de 18,4%, com destaque aqui para a produção de madeira da silvicultura do eucalipto direcionado às indústrias de celulose da região de Três Lagoas.

Cabe ainda destacar que o método de cálculo pode ser empregado para investigações futuras em outros estados do Brasil com a possibilidade,

inclusive, de alteração na composição do quadro de variáveis selecionadas para melhor retratar as especificidades dos estados.

Portanto, ao se pensar em desenvolvimento do estado de MS e de seus municípios, deve-se pensar também em fazê-lo de forma sustentável, aproveitando as oportunidades de uso e conservação da rica biodiversidade existente no estado para se gerar prosperidade social e econômica concomitante com conservação e manutenção do meio ambiente como, por exemplo, estímulos para os setores da economia verde e biodesenvolvimento.

Fontes consultadas

- Alho, Cleber JR. y Sabino, José (2011), “Uma agenda de conservação para a biodiversidade do Pantanal”, *Brazilian Journal Biology*, 71 (1), São Carlos, Instituto Internacional de Ecologia, pp. 327-335, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000200012>
- Angulo-Meza, Lidia (2005), “ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD Sistema Integrado de Apoio a Decisão): A Software Package for Data Envelopment Analysis Model”, *Pesquisa Operacional*, 25 (3), Florianópolis, Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, pp. 493-503, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382005000300011>
- Aydos, Leonardo y Figueiredo Neto, Leonardo Francisco (2019), “Índice bruto de sustentabilidade dos municípios de Mato Grosso do Sul”, *Interações*, 20 (1), Campo Grande, Universidade Católica Dom Bosco, pp. 35-49, doi: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1681>
- Banco Mundial (2010), *Relatório sobre o desenvolvimento mundial de 2010*, Washington D.C., Editora Banco Mundial.
- Bellen, Hans Michel van (2006) *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*, Rio de Janeiro, Editora FGV.
- Brundtland, Gro Harlem (1987), *Nosso futuro comum. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*, Nueva York, ONU.
- CEPAL (Comissão Econômica para América Latina e Caribe) (2016), *Cambio climático, políticas públicas y demanda de energía y gasolinas en América Latina*, Santiago, Cepal.

- Constantino, Michel (2016), “Desempenho regional do IDH e do PIB *per capita* dos municípios de Mato Grosso do Sul, Brasil, entre 2000 e 2010”, *Interações*, 17 (2), Campo Grande, Universidade Católica Dom Bosco, pp. 234-246.
- Charnes, Abraham (1978), “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, 2 (6), Londres, Elsevier, pp. 429-444, doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Cracolici, Maria Francesca; Cuffaro, Miranda (2010), “The Measurement of economic, social and environmental performance of countries: A novel approach”, *Social indicators research*, 1, Londres, Springer, pp. 339-356, doi: <https://doi.org/10.1007/s11205-009-9464-3>
- Fagundes, Mayra Batista Bitencourt (2017), “Desenvolvimento econômico do estado de Mato Grosso do Sul. Uma análise da composição da balança Comercial”, *Desenvolvimento em questão*, 39, Ijuí, Editora Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, pp. 112-140, doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2017.39.112-140>
- Farrell, Michael James (1957), “The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, 120 (3), Londres, Royal Statistical Society, pp. 253-278, doi: <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- Ferreira, Amanda Estefania de Melo; Vieira, Ima Celia Guimaraes (2018), “Sustentabilidade urbana na região metropolitana de Santarém, Pará, Brasil nos anos 2000 e 2010”, *Economía, sociedad y territorio*, 18 (58), Zinacantepec, El Colegio Mexiquense, pp. 763-795, doi: <http://dx.doi.org/10.22136/est20181238>
- Graciollo, Gustavo; Roque, Fabio de Oliveira; Farinaccio, Maria Ana; Souza, Paulo Robson; Pinto, João Onofre Pereira (2017), “Biota-MS: montando o quebra-cabeça da biodiversidade de Mato Grosso do Sul”, *Iheringia*, 107, Porto Alegre, Editora Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pp. 1-7, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2017100>
- Gomes, Eliane Gonçalves; Mello, João Carlos Correia Baptista Soares de; y Mangabeira, João Alfredo de Carvalho (2009), “Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise

- envoltória de dados”, *Pesquisa Operacional*, 29 (1), Florianópolis, Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, pp. 23-42.
- Hardi, Peter y Hodge, Tony (1997), “Measuring sustainable development: review of current practice. Research Publications Program”, documento de trabalho número 17, Ottawa, International Institute for Sustainable Development.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2016), *Estados*, Rio de Janeiro, IBGE.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2010a), *Dados dos municípios*, Rio de Janeiro, IBGE.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2010b), *Microdados do Brasil*, Rio de Janeiro, IBGE.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2019), “Special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems”, documento de trabajo, Londres, IPCC.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Climate Change*, Ginebra, IPCC.
- Lima, Ana Carolina; Assis, Jorge; Sayanda, Diogo; Sabino, José e Oliveira, Rui F. (2014), “Impact of ecotourism on the fish fauna of Bonito region (Mato Grosso do Sul State, Brazil): ecological, behavioural and physiological measures”, *Neotropical ichthyology*, 12 (1), Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ictiologia, pp. 133-143, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252014000100014>
- Lira, Waleska Silveira y Cândido, Gesinaldo Ataíde (2008), “Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável”, *Perspectivas Contemporâneas*, 3 (1), Campo Mourão, Universidade Federal de Santa Maria, pp. 31-43.
- Lovell, Charles Albert Knox (1994), “Linear programming approaches to the measurement and analysis of productive efficiency” *Top*, 2 (2), Londres, Springer, pp. 175-248, doi: <https://doi.org/10.1007/BF02574810>

- Martins, Maria de Fatima e Cândido, Gesinaldo Ataíde (2008), *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.
- Martins, Maria de Fatima e Cândido, Gesinaldo Ataíde (2012), “Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise”, *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6 (1), São Paulo, USP, pp. 3-19, doi: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v6i1.229>
- Meadows, Donella (1998), *International Institute for Sustainable Development*, Canadá, The Sustainability Institute.
- Mueller, Charles Cary (2005), “O debate dos economistas sobre a sustentabilidade – Uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen”, *Estudos Econômicos Ambientais*, 35 (4) São Paulo, USP, pp. 687-713.
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (2001), *Measuring Productivity: Measurement of aggregate and industry-level productivity growth*, París, OECD.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2013), *United Nations sustainable development knowledge platform*, Nueva York, UN Sales Publication.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2007), *Indicators of Sustainable Development: guidelines and methodologies*, Nueva York, UN Sales Publication.
- Peña, Carlos Rosano (2012), “Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA”, *Revista Produção*, 22 (4), São Paulo, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, pp. 778-787, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000086>
- Pereira, Marlos da Silva; Sauer, Leandro y Fagundes, Mayra Batista Bitencourt (2016), “Mensurando uma sustentabilidade ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul”, *Interações*, 17 (2), Campo Grande, Universidade Católica Dom Bosco, pp. 327-338, doi: <http://dx.doi.org/10.20435/1984042X2016215>

- Pires, Sara Moreno; Fidelis, Teresa y Ramos, Tomas Barros (2014), "Measuring and comparing local sustainable development through common indicators: Constraints and achievements in practice", *Cities*, 39, Londres, Elsevier, pp. 1-9, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.02.003>
- Pupphachai, Umaporn y Zuidema, Cristão (2017), "Sustainability indicators: A tool to generate learning and adaptation in sustainable urban development", *Ecological Indicators*, 71, Londres, Elsevier, pp. 784-793, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.016>
- PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) (2013), *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro*, Brasília, Editora PNUD.
- Queiroz, Fábio Albergaria (2009), "Meio ambiente e comércio internacional: relação sustentável ou opostos inconciliáveis? Argumentos ambientalistas e pró-comércio do debate", *Contexto Internacional*, 31, Río de Janeiro, PUC, pp. 251-283.
- Réus, Iuana y Andion, Carolina (2018), "Gestão municipal e desenvolvimento sustentável: panorama dos indicadores de sustentabilidade nos municípios catarinenses", *Desenvolvimento em Questão*, 16 (45), Porto Alegre, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, pp. 97-117, doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.45.97-117>
- Ricklefs, Robert (2013), *Economia da Natureza*, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Rossato, Marivane Vestena e Lima, João Eustaquio de. (2008), "Qualidade ambiental e qualidade de vida nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul: associação e diferenças regionais", *Revista de Desenvolvimento Econômico*, 1 (17), Salvador, Universidade Salvador, pp. 49-57.
- Santana, Naja Brandão; Aparecida do Nascimento Rebelatto, Margarida; Périco, Ana Elisa e Mariano, Enzo Barbeiro (2014), "Sustainable development in the BRICS countries: an efficiency analysis by data envelopment", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21 (3), Filadelfia, Taylor & Francis Inc, pp. 259-272, doi: <https://doi.org/10.1080/13504509.2014.900831>

SEMAGRO (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar) (2020), *Produto Interno Bruto estadual 2010-2018*, Campo Grande-MS, Semagro/MS.

SEMAGRO (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar) (2012), *Banco de Dados do Estado*, Campo Grande-MS, Semagro/MS.

STN (Secretaria do Tesouro Nacional) (2010), *Banco de dados dos municípios*, Campo Grande-MS, STN.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2000), *Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage*, Paris, Cairns.

Recebido: 28 de janeiro de 2020.

Encaminhado: 2 de dezembro de 2020.

Aceito: 3 de fevereiro de 2021.

Raul Asseff Castelão. Doutor e mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela Uniderp-Anhanguera, MBA Executivo em Finanças pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo - EAESP/FGV e graduado em Ciências Econômicas pela Faculdade Salesiana de Santa Teresa. Tem experiência na área de economia, com ênfase em métodos e modelos econométricos e estatísticos, atuando principalmente nas seguintes áreas de pesquisa: mato grosso do sul, desenvolvimento sustentável, políticas públicas (planejamento e avaliação), mercado de trabalho e meio ambiente. Atualmente faz estágio de pós-doutorado na Universidade Anhanguera-Uniderp. Entre suas últimas publicações, destacam-se, como autor: “Employment, income and the environment: an analysis for Mato Grosso do Sul”, *Ciência e Natura*, 42, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, pp. 1-19 (2020); “Southern Mato Grosso state (Brazil) productive system and its impact on emissions of carbon dioxide (CO₂)”, *Environment, Development and Sustainability*, 23, Ámsterdam, Springer, pp. 4134-4148 (2020); “Cogeneration of electricity in sugar-alcohol plant: Perspectives and viability”, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 91, Ámsterdam, Elsevier, pp. 832-837 (2018).

Celso Correia de Souza. Possui graduação em Matemática pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Penápolis; mestrado em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP; doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas -

UNICAMP. É professor aposentado pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campus de Três Lagoas, MS. Atualmente, é professor doutor da Universidade Anhanguera Uniderp, Campus de Campo Grande, MS. É professor do Curso de Matemática e dos Mestrados em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Produção e Gestão Agroindustrial e do Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera Uniderp de Campo Grande (MS). Tem experiência na área de probabilidade e estatística, com ênfase em Probabilidade e Estatística Aplicadas, Otimização e Pesquisa Operacional e Controle Automático de Sistemas. Entre suas últimas publicações, destacam-se como autor: “Employment, income and the environment: an analysis for Mato Grosso do Sul”, *Ciência e Natura*, 42, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, pp. 1-19 (2020); “Southern Mato Grosso state (Brazil) productive system and its impact on emissions of carbon dioxide (CO₂)”, *Environment, Development and Sustainability*, 23, Ámsterdam, Springer, pp. 4134-4148 (2020); “Cogeneration of electricity in sugar-alcohol plant: Perspectives and viability”, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 91, Ámsterdam, Elsevier, pp. 832-837 (2018).

Daniel Frainer. Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Santa Maria, mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina e doutorado em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Métodos e Modelos Matemáticos, Econométricos e Estatísticos, atuando principalmente nos seguintes temas: Mato Grosso do Sul, Desenvolvimento Regional, Economia Industrial, Mercado de Trabalho e Meio Ambiente. É professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Entre suas últimas publicações, destacam-se como autor: “Employment, income and the environment: an analysis for Mato Grosso do Sul”, *Ciência e Natura*, 42, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, pp. 1-19 (2020); “Southern Mato Grosso state (Brazil) productive system and its impact on emissions of carbon dioxide (CO₂)”, *Environment, Development and Sustainability*, 23, Ámsterdam, Springer, pp. 4134-4148 (2020); “Cogeneration of electricity in sugar-alcohol plant: Perspectives and viability”, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 91, Ámsterdam, Elsevier, pp. 832-837 (2018).