

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DOS ESTADOS BRASILEIROS, 2010 E 2014

DOI: 10.19177/rgsa.v9e22020376-395

Renata Benício de Oliveira¹
Eliane Pinheiro de Sousa²

RESUMO

Os indicadores de sustentabilidade ambiental se configuram como instrumentos fundamentais para avaliar o impacto do desenvolvimento humano sobre o meio ambiente e auxiliar os governantes na gestão e conservação dos recursos naturais. Nesse contexto, este trabalho objetiva mensurar o índice de sustentabilidade ambiental dos estados brasileiros para 2010 e 2014. Para isso, empregou-se o modelo de análise fatorial exploratória, pelos componentes principais. Os resultados mostraram que os estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Pará e São Paulo registraram um nível de sustentabilidade ambiental aceitável, conforme os parâmetros estabelecidos, nos dois anos analisados. Além desses, em 2014, o Rio Grande do Sul também passou a ter essa classificação. Por outro lado, em ambos os anos, nove unidades federativas, pertencentes às regiões Norte e Nordeste, obtiveram um nível de sustentabilidade ambiental considerado crítico. Assim, concluiu-se que a existência de uma parceria entre a sociedade, os agentes privados e o setor público, em prol da conservação da natureza, é fundamental, a fim de reverter a situação do meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade ambiental. Análise fatorial. Estados brasileiros.

¹Mestranda em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). <http://orcid.org/0000-0002-1929-0162> E-mail: renatabenicio086@gmail.com

² Pós-Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e Professora do Departamento de Economia da Universidade Regional do Cariri (URCA). <http://orcid.org/0000-0003-4088-0754> E-mail: pinheiroeliane@hotmail.com

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INDEX OF THE BRAZILIAN STATES, 2010 AND 2014

ABSTRACT

Environmental sustainability indicators are key instruments for assessing the impact of human development on the environment and assisting governments in the management and conservation of natural resources. In this context, this work aims to measure the environmental sustainability index of the Brazilian states for the years of 2010 and 2014. To this end, exploratory factor analysis model, through the main components, was used. The results showed that the states of Mato Grosso, Minas Gerais, Pará and São Paulo registered an acceptable level of environmental sustainability, according to the established parameters, in the two years under analysis. Furthermore, in 2014, the state of Rio Grande do Sul has also reached an acceptable environmental sustainability level. On the other hand, in both years, nine federal units, which are part of the North and Northeast, achieved a level of environmental sustainability considered critical. Thus, it was concluded that the existence of a partnership between society, private agents and the public sector, in favor of nature conservation, is fundamental for reversing the environmental situation.

Keywords: Environmental sustainability. Factor analysis. Brazilian states.



1. INTRODUÇÃO

A compreensão do desenvolvimento sustentável está relacionada à história da reavaliação da percepção de desenvolvimento até a origem do conceito de desenvolvimento sustentável. Este é resultado de um, relativamente longo, processo histórico de reavaliação crítica da relação entre a sociedade civil e seu meio natural. A complexidade desse processo possibilitou a abertura para o surgimento de várias definições de sustentabilidade (VAN BELLEN, 2004).

Não obstante as inúmeras visões sobre a sustentabilidade, é de comum acordo que, conforme Martins (2006), a natureza precisa de um tempo para se renovar, para florescer, caso contrário, ela não mais se reconstituirá. Sob essa perspectiva, Galante et al. (2015) argumentam que, com o crescimento populacional seguido do crescimento desordenado das cidades, a falta de recursos e o consumo desenfreado, é preciso determinar princípios e diretrizes para o controle da degradação ambiental e a escassez dos recursos naturais.

Apesar da amplitude da discussão sobre desenvolvimento sustentável, por se tratar de um assunto que engloba aspectos sociais, econômicos, demográficos, ambientais e biofísicos (OLIVEIRA, 2013), a abordagem ambiental é a mais debatida, tendo em vista que, conforme Chansarn (2014), o bem-estar social é sempre alcançado a um custo do meio ambiente.

Embora exista a consciência acerca da relevância da manutenção do bom estado ambiental, as mensurações das externalidades ocasionadas pelo desenvolvimento socioeconômico da sociedade sobre a natureza ainda são escassas, uma vez que os instrumentos existentes não são numerosos (SERRANO; BARBIERI, 2008). Essa lacuna se torna mais evidente a medida que se busca realizar estudos desta natureza em níveis subnacionais, onde predomina a maior ausência de informações que possam quantificar precisamente os danos sofridos pelo meio ambiente. Todavia, esta limitação não diminui a relevância de pesquisas realizadas neste sentido, tendo em vista que ainda assim os indicadores disponíveis apresentam informações que não devem ser desconsideradas pela sociedade e nem pelo poder público.

Diante do exposto, os indicadores de sustentabilidade ambiental se configuram como instrumentos fundamentais para avaliar o impacto do desenvolvimento humano sobre o meio ambiente e auxiliar os governantes na gestão e conservação dos recursos naturais. Dessa forma, este trabalho objetiva mensurar o índice de sustentabilidade ambiental dos estados brasileiros, considerando os anos de 2010 e 2014. De forma específica, busca-se avaliar o grau de sustentabilidade ambiental dos entes federativos e comparar o desempenho ambiental destes entre os anos considerados.

Além desta introdução, este estudo contém mais quatro seções. Na segunda, aborda-se a questão ambiental no Brasil e discutem-se algumas das principais dimensões da sustentabilidade ambiental. Na terceira, descreve-se a metodologia empregada para atingir os objetivos propostos. A quarta apresenta e discute os resultados obtidos pela pesquisa e a quinta contém as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sustentabilidade Ambiental no Brasil

A necessidade de construir um ambiente adaptado às prioridades e pretensões humanas, com o intuito de melhorar as condições de vida, ocasionou uma transformação da natureza, reduzindo cada vez mais os recursos naturais disponíveis e, conseqüentemente, tornando-os insuficientes, dificultando seriamente a manutenção deste ambiente. Dessa forma, no campo da economia dos recursos naturais, o meio ambiente é abordado como fonte de energia e dos demais materiais fundamentais ao desenvolvimento econômico e social. Se a exploração destes recursos ocorrer a uma taxa acima da sua capacidade natural de regeneração, eles se tornam escassos. A dinâmica da economia busca conciliar a conservação ambiental com a produtividade contínua do sistema econômico (ROSSATO, 2006).

Nesse contexto, a definição de desenvolvimento sustentável tem como preocupação central estabelecer um tipo de desenvolvimento que garanta a qualidade de vida para as gerações atuais e futuras, sem causar a destruição da sua base de sustentação, que é o meio ambiente (VAN BELLEN, 2004). A ação política é o principal fator de influência nesse processo, exercendo um papel fundamental, no sentido de atuar em prol das condições ambientais de um país, necessitando, para isso, de uma série de instrumentos de mensuração de impactos ambientais da ação antrópica (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Lira (2015), no caso brasileiro, as primeiras ações governamentais voltadas à proteção do meio ambiente surgiram na década de 1930. Sob essa ótica, foram instituídos vários mecanismos legais no país, tais como o Código Florestal (Decreto nº 23.793, de 23/01/1934, que foi substituído pela Lei nº 4.771, de 15/09/1965 e pelo Decreto 289, de 28/02/1967); Código das Águas (Decreto nº 24.643, de 10/07/1934); Código da Pesca (Decreto nº 794, de 19/01/1938 e foi substituído pelo Decreto-lei nº 221, de 28/02/1967). Além disso, criaram-se também áreas de preservação e reservas biológicas, como o Parque Nacional de Itatiaia (1937), o Parque Nacional do Iguaçu (1939) e a Serra dos Órgãos (1939).

Apesar dos incentivos à conservação ambiental no Brasil, essa questão só veio a obter maior destaque no final dos anos de 1950, sendo pautada na conservação dos recursos naturais e caracterizada pela articulação entre dois setores ambientais: associações ambientalistas civis e agências estatais de meio ambiente. A preocupação da sociedade, no entanto, aflorou apenas durante a segunda metade da década de 1980 (SERRANO; BARBIERI, 2008). Tal preocupação, cada vez maior,

inclusive em nível mundial, resultou anos depois (em 2002 e 2004) na publicação dos primeiros indicadores brasileiros de desenvolvimento sustentável, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), inspirado no movimento internacional pela criação de indicadores de sustentabilidade. Não obstante as dificuldades decorrentes da pouca experiência com o trabalho desse tipo de indicadores, o estudo apresentou 17 indicadores divididos em cinco temas principais: atmosfera; terra; oceanos, mares e áreas costeiras; biodiversidade; e saneamento (DEBALI, 2009).

Os indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para orientar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do desempenho alcançado em direção ao desenvolvimento sustentável. Permitem identificar variações, comportamentos, processos e tendências; estabelecer comparações entre países e entre as próprias regiões e estados brasileiros, além de indicar necessidades e prioridades para a formulação, condução, monitoramento e avaliação de políticas públicas (IBGE, 2015).

2.2 Dimensões do Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA)

A sustentabilidade ambiental abrange diversos aspectos, como ar, solo, água, biodiversidade, pesca, florestas etc. No caso dos três primeiros, conforme Pereira, Sauer e Fagundes (2016), são considerados os mais relevantes para a mensuração do desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental.

No que se refere ao ar, segundo Brasil (2009), a manutenção de sua qualidade assegura a melhoria da qualidade ambiental, ao mesmo tempo em que influencia positivamente na proteção da saúde. Assim, é necessário que parte das políticas ambientais se volte a essa questão, buscando diminuir a concentração de substâncias contaminantes na atmosfera.

A poluição do ar é originada, predominantemente, dos grandes centros urbanos, se configurando como um dos problemas ambientais mais preocupantes. Embora seja um problema comum, a concentração de poluentes em ar ambiente se manifesta de formas distintas, uma vez que ocorre a partir de diversas fontes emissoras existentes, como indústrias e veículos, sofrendo influências adicionais das características de cada território, como clima e utilização do solo (IBGE, 2002).

Nesse contexto, a emissão de gases de efeito estufa, com destaque para o dióxido de carbono (CO₂), é a principal preocupação, tendo em vista que esta é uma

das ações antrópicas mais influentes nas mudanças climáticas (BARRETO, 2015). Tal emissão é oriunda de várias atividades, como produção de energia, processos industriais, mudança de uso da terra e floresta, geração de resíduos e agropecuária. No tocante a esta última, além das emissões contabilizadas pelas estações de monitoramento, existem ainda as não mensuradas, originadas de queimadas, que, conforme o IBGE (2015), ocorrem predominantemente em cidades de pequeno e médio porte, onde não há estações de monitoramento em suas proximidades.

No que diz respeito ao solo, este é um recurso natural de fundamental importância para a manutenção da vida e da sociedade humana, tendo em vista que sua utilização pode ser benéfica em diversos aspectos, tanto relacionados ao desenvolvimento humano, como no caso da produção de alimentos e pecuária; como ao ambiental, uma vez que, se conservado, regula a distribuição, armazenamento, escoamento e infiltração da água da chuva e de irrigação; armazena nutrientes para as plantas; possui ação filtrante e protetora da qualidade da água etc. (SOUZA et al., 2009).

De acordo com Coelho et al. (2013), o solo possui cinco funções básicas: sustentar o crescimento das plantas, principalmente por meio do fornecimento de suporte mecânico, água e nutrientes; determinar o destino da água na superfície da terra, influenciando a perda de água, sua utilização, contaminação e purificação; reciclar nutrientes presentes em animais e plantas mortos, transformando seus resíduos em húmus e, conseqüentemente, aumentando a produtividade do solo; servir de *habitat* para vários organismos, que influenciam as características do solo, como a porosidade; e tanto fornecer alguns materiais de construção como ser o alicerce para todas as estradas, casas e prédios construídos.

Enquanto recurso natural, o solo deve ser preservado. Uma das atividades mais relacionadas a essa dimensão é a prática da agricultura, que possui papel relevante, uma vez que auxilia no sequestro do carbono no solo, na gestão de bacias hidrográficas e preservação da biodiversidade, por exemplo. Por outro lado, a agricultura pode interferir negativamente no meio ambiente, por meio da degradação dos recursos naturais e poluição de agroquímicos, entre outras implicações (BANCO MUNDIAL, 2007). A esse respeito, este trabalho considera a agricultura em seus aspectos positivos, porém reconhece que a mesma ainda necessita avançar sustentavelmente.

Quanto às questões relativas à água, é possível que essa seja o único recurso natural que está relacionado, diretamente ou indiretamente, a todos os aspectos da civilização humana. Dada sua essencialidade, seja como meio de vida de inúmeras espécies e até como insumo de vários processos produtivos, tal recurso natural deve receber mais atenção da humanidade (GOMES, 2011). Nesse sentido, as atitudes negligentes e os esforços ineficazes devem ser evitados, dando lugar a conscientização da sociedade e políticas bem planejadas e executadas.

Ao se considerar a ampla necessidade de uso da água, associada aos índices elevados e progressivos de crescimento populacional no planeta, é imperativo que a humanidade busque formas de consumir a água de forma racional e inteligente, ou seja, sem desperdiçá-la. Assim, a economia desse recurso tem sido um dos grandes desafios ambientais. Em virtude da variabilidade nas estimativas acerca do consumo futuro de água, predomina-se a incerteza a respeito do volume preciso de água para suprir as necessidades das gerações atuais e futuras (PASCHOAL, 2012).

Nesse sentido, o monitoramento da utilização da água é um fator de extrema relevância. Assim, o consumo e a distribuição da água são dois pontos a serem considerados. Em conformidade com Brasil (2018), é necessário que o consumo de água seja reduzido, pois gerará benefícios ao meio ambiente, uma vez que proporciona a sustentabilidade hídrica e energética. Com relação à distribuição da água, ressalta-se que, durante esse processo, a perda de água é algo inerente a qualquer sistema de abastecimento, porém, deve-se ter o cuidado de minimizá-la ao máximo, uma vez que a mesma representa desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita para o prestador de serviços.

Diante do exposto, a importância das dimensões ar, solo e água são evidentes e, portanto, são áreas que devem ser priorizadas quando se trata da mensuração do estado de conservação ambiental, cujo método de análise é abordado na seção seguinte.

3. METODOLOGIA

3.1 Método de análise

O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) é formado por um grupo de indicadores referentes a alguns aspectos ambientais, agrupados nas dimensões ar, solo e água, cujo valor traduz o estado ambiental de determinada localidade.

O cômputo do ISA foi realizado por meio do modelo de análise fatorial mediante o método dos componentes principais. A escolha dessa abordagem foi inspirada nos estudos de Arruda (2010); Silva, Rebouças e Abreu (2013); e Furtado e Furtado (2017), que também trabalharam a questão do desenvolvimento sustentável.

Conforme Hair Junior et al. (2005), a análise fatorial pretende analisar as inter-relações entre as variáveis para que elas sejam explicadas em termos de suas dimensões inerentes comuns (fatores). Assim, ao final do processo, o número de variáveis é reduzido, sendo condensado nos fatores, com uma perda mínima de informação.

A análise fatorial pode ser dividida em dois tipos: exploratória ou confirmatória. No primeiro caso, o pesquisador não possui expectativas concretas (que possuem embasamento teórico ou prático) quanto aos fatores. No segundo caso, o pesquisador possui hipóteses cruciais a serem testadas e a análise fatorial confirmatória determina se estas se aplicam ou não para os dados analisados (LAROS, 2005). A esse respeito, tendo em vista que não há hipóteses a serem testadas, o presente trabalho utilizou a análise fatorial exploratória.

Para a operacionalização da análise fatorial, a princípio, foi verificada a adequabilidade dos dados por meio da estatística KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) e do teste de esfericidade de Bartlett. Segundo o Núcleo de Pesquisas em Qualidade de Vida (NPQV, 2005), o KMO calcula a proporção da variância dos dados que pode ser considerada comum a todas as variáveis, sendo que quanto mais próximo de um, mais adequada é a amostra. Quanto ao teste de esfericidade de Bartlett, este analisa se há existência de correlação entre os dados ao indicar se a matriz de correlação é ou não uma matriz identidade.

Em seguida, verificada a adequabilidade da base de dados, foi empregado o método de extração de fatores pela análise dos componentes principais. Tal método busca produzir combinações lineares de modo a contemplar o máximo possível de variância dos dados analisados. Nesse sentido, toda a variância observada entre as variáveis é considerada para que sejam produzidos componentes que melhor representem a variância dos indicadores observados (FURTADO; FURTADO, 2017).

Para realizar a rotação dos fatores, utilizou-se o método Varimax que, de acordo com Laros (2005), objetiva maximizar a variância das cargas fatoriais para cada fator. Este procedimento produz uma estrutura fatorial simplificada, facilitando sua interpretação.

Dessa forma, selecionados os fatores determinantes, obtidos pela análise fatorial, construiu-se o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA). Na visão de Lopes et al. (2009), tal índice pode ser mensurado a partir do somatório do produto entre o escore atribuído de cada variável (I_i) e o termo de ponderação dos indicadores no índice (p_i). Algebricamente, o ISA pode ser expresso pela equação (1):

$$ISA = p_1 I_1 + p_2 I_2 + \dots + p_i I_i \quad (1)$$

em que: I_n : indicadores de sustentabilidade; P : termos de ponderação dos indicadores.

Com relação ao peso associado aos parâmetros do índice de sustentabilidade de cada variável, baseando-se em Carneiro Neto et al. (2008) e Lopes et al. (2009), este foi atribuído de acordo com a equação (2):

$$p_i = \frac{(F_1 \cdot C_1) + (F_2 \cdot C_2) + \dots + (F_i \cdot C_i)}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n C_i\right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n C_2\right) + \dots + \left(F_i \cdot \sum_1^n C_i\right)} \quad (2)$$

em que p_i refere-se ao peso de cada parâmetro de sustentabilidade; F_i , raiz característica de cada fator; C_i , explicabilidade da variável em relação ao componente principal.

Após o cômputo do ISA, sua classificação foi determinada seguindo a proposta de Frainer et al. (2017), que estabelece quatro níveis de sustentabilidade: crítico (para valores de 0,0000 a 0,2500), alerta (para valores de 0,2501 a 0,5000), aceitável (para valores de 0,5001 a 0,7500) e ideal (para valores de 0,7501 a 1,0000).

3.2 Variáveis utilizadas e natureza dos dados

Neste estudo, para captar a sustentabilidade ambiental, foram consideradas seis variáveis referentes à área plantada das principais culturas, utilização de fertilizantes por unidade de área, número de focos de calor, emissão de CO₂, consumo médio *per capita* de água e índice de perdas na distribuição de água para os anos de 2010 e 2014. Essas variáveis foram selecionadas com base na literatura que discute

indicadores de sustentabilidade ambiental e o período analisado foi escolhido devido à disponibilidade de dados.

Quanto à sua natureza, os dados utilizados são de caráter secundário. As variáveis referentes à área plantada das principais culturas, utilização de fertilizantes por unidade de área e número de focos de calor foram colhidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), respectivamente, por meio da Produção Agrícola Municipal, do Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes e da plataforma Queimada: monitoramento de focos. As variáveis que dizem respeito ao consumo médio *per capita* de água e índice de perdas na distribuição de água foram coletadas na base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e a emissão de CO₂ foi obtida através do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as principais estatísticas descritivas das variáveis de sustentabilidade ambiental no Brasil, referentes aos anos de 2010 e 2014. Como pode ser percebido, o Amapá foi o estado com menor área plantada (V1), em ambos os anos, com uma área, respectivamente, de 25.387 e 43.172 hectares, enquanto que as unidades federativas com maiores áreas plantadas foram o Paraná, em 2010, e o Mato Grosso, em 2014, com, respectivamente, 9.708.216 e 13.613.926 hectares plantados, sendo que este último se destacou com a maior variação entre os anos analisados, aumentando sua área plantada em 4.180.888 hectares.

Com relação à utilização de fertilizantes por unidade de área (V2), em 2010 e 2014, o Acre foi o estado que obteve os menores valores, respectivamente, 4,90 e 6,90 kg/hectare, enquanto Minas Gerais registrou os maiores, respectivamente, 264,70 e 297,90 kg/hectare. Além disso, Tocantins foi o estado que obteve maior variação, com um aumento de 109,40 kg de fertilizante por hectare.

Quanto ao número de focos de calor (V3), Sergipe foi o estado que obteve o menor valor nos anos analisados, com um total de 143 e 104 focos. Em contrapartida, Mato Grosso e Pará realizaram o maior número de focos de calor, em 2010 e 2014, respectivamente, sendo que o primeiro registrou 46.936 focos e o segundo atingiu

35.948 focos. Apesar do resultado elevado em 2010, de todos os estados, Mato Grosso foi o que mais reduziu o número de focos de calor, passando de 46.936 focos, em 2010, para 28.024, em 2014.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis que compõem a sustentabilidade ambiental, 2010 e 2014

Variáveis	2010				2014			
	Mínimo	Média	Máximo	CV*	Mínimo	Média	Máximo	CV*
V1	25.387	2.421.16 4,70	9.708.2 16	125,6 0	43.172	2.823.93 0,30	13.613. 926	132,6 2
V2	4,90	114,97	264,70	57,46	6,90	142,29	297,90	52,83
V3	143	9.232,37	46.936	137,5 9	104	6.802,22	35.948	137,0 2
V4	2.731. 695	45.989.6 61,41	286.719 .200	127,5 1	3.416. 081	47.223.6 68,19	151.292 .156	90,35
V5	91,60	144,53	236,30	21,17	100,79	151,45	250,81	21,30
V6	24,90	45,33	77,30	30,62	27,10	43,27	78,20	28,57

Fonte: Elaborada com base nos dados da pesquisa.

* CV corresponde ao coeficiente de variação (%).

Com relação à emissão de CO₂ (V4), Alagoas foi o menor emissor, em ambos os anos, registrando 2.731.695 e 3.416.081 toneladas, em 2010 e 2014, respectivamente, enquanto o Pará foi o maior emissor, emitindo, respectivamente, 286.719.200 e 151.292.156 toneladas, em 2010 e 2014, destacando-se como o estado que mais reduziu suas emissões. Por outro lado, o Piauí foi o que mais aumentou suas emissões, registrando um acréscimo de 41.609.622 toneladas, de 2010 para 2014.

No que diz respeito ao consumo médio *per capita* de água (V5), Alagoas foi o estado que consumiu menos, tanto em 2010 como em 2014, registrando 91,60 e 100,79 litros por habitante/dia, enquanto o maior consumidor, nos dois anos, foi o Rio de Janeiro, com um consumo de 236,30 e 250,81 litros por habitante/dia. Rondônia foi o estado que apresentou a maior mudança no consumo, com um aumento de 46,15 litros por habitante/dia de 2010 para 2014.

Quanto às perdas na distribuição de água (V6), verifica-se que, para os anos de 2010 e 2014, o Distrito Federal apresentou o menor percentual, com, respectivamente, 24,90% e 27,10%, enquanto o Amapá foi o estado que mais registrou perdas na distribuição de água, alcançando 77,30% e 78,20%, respectivamente. A mudança mais significativa nas perdas de distribuição ocorreu no

estado de Alagoas, que perdia 61,50%, em 2010, e passou a perder 44,19%, em 2014, ou seja, houve uma melhoria nessa variável ao se comparar o ano de 2010 com 2014.

Quanto ao ISA, este foi obtido pelo método de análise fatorial por meio dos componentes principais. Apresentando uma significância de 1% para o teste de esfericidade de Bartlett, rejeitou-se a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade. Quanto ao teste de KMO, este registrou um valor de 0,61. Tais resultados validaram a utilização desse procedimento para o conjunto de variáveis selecionadas, tendo em vista que, conforme Carvalho (2013), a amostra só é inadequada quando o KMO apresenta valores iguais ou inferiores a 0,5.

A Tabela 2 apresenta as principais informações relacionadas aos fatores obtidos de sustentabilidade ambiental. Como pode ser observado, as variáveis empregadas foram sintetizadas em três fatores com raízes características superiores a um. Verificou-se que, juntos, esses três fatores explicam 79,36% da variância total dos dados, sendo que os fatores 1 e 2 possuem pesos semelhantes na explicação da variância, com valores percentuais em torno de 29% cada. Por outro lado, o terceiro fator é responsável pela menor explicação (21,46%).

Tabela 2 – Raízes características da matriz de correlações simples para a sustentabilidade ambiental, 2010 e 2014

Fatores	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	1,76	29,40	29,40
2	1,71	28,50	57,90
3	1,29	21,46	79,36

Fonte: Elaborada com base nos dados da pesquisa.

No que se refere às cargas fatoriais rotacionadas e às comunalidades (Tabela 3), as que possuem valor absoluto acima de 0,5 estão destacadas em negrito, mostrando as variáveis mais fortemente relacionadas a um dado fator. Em conformidade com Nakamura et al. (2010), as cargas fatoriais são referentes à correlação existente entre a variável e determinado fator, permanecendo neste aquelas com maiores valores.

Observa-se que V3 e V4, que captam a dimensão relativa ao ar, possuem maior correlação com o fator 1. V1 e V2, que traduzem a dimensão solo, possuem maior

associação com o fator 2. Paralelamente, V5 e V6, referentes à dimensão água, estão mais ligadas ao fator 3. No que diz respeito às comunalidades, para Hair Junior et al. (2005), estas representam a variância total que um indicador compartilha com os demais indicadores presentes na análise, sendo que valores abaixo de 0,5 não possuem explicação suficiente. Verifica-se pela Tabela 3 que as seis variáveis consideradas neste estudo tanto atendem esse quesito como possuem variabilidade significativa representada pelos três fatores.

Tabela 3 – Cargas Fatoriais após rotação ortogonal e comunalidades, em 2010 e 2014

Variáveis	Cargas fatoriais			Comunalidade s
	F1	F2	F3	
V1 – Área plantada das principais culturas	0,28	0,82	-0,07	0,75
V2 – Utilização de fertilizantes por unidade de área	-0,01	0,82	0,19	0,71
V3 – Número de focos de calor	0,93	0,02	-0,07	0,88
V4 – Emissão de gás carbônico	0,90	0,19	0,15	0,87
V5 – Consumo médio <i>per capita</i> de água	0,05	0,03	0,94	0,88
V6 – Índice de perdas na distribuição de água	0,00	-	-0,58	0,67

Fonte: Elaborada com base nos dados da pesquisa.



A Tabela 4 mostra a situação dos estados brasileiros quanto à sustentabilidade ambiental, em conformidade com a classificação descrita na metodologia. Como pode ser percebido, os resultados registrados indicaram que, no ano de 2010, mais da metade (51,85%) das 27 unidades federativas se encontravam em estado de alerta. Além disso, nove deles (Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rondônia e Sergipe), pertencentes às regiões Norte e Nordeste, se encontravam em estado crítico. Por outro lado, apenas quatro estados brasileiros (Mato Grosso, Minas Gerais, Pará e São Paulo) foram considerados em situação aceitável. Isso pode ser explicado pelos altos escores atingidos pelos mesmos nos fatores referentes ao ar e ao solo. No caso de São Paulo, este também se destacou como uma das posturas mais sustentáveis no estudo de Barreto (2015).

Tabela 4 – Frequências absoluta e relativa do índice de sustentabilidade ambiental (ISA) dos estados brasileiros, 2010 e 2014

ISA	2010		2014	
	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Crítico	9	33,33	9	33,33
Alerta	14	51,85	13	48,15
Aceitável	4	14,82	5	18,52
Ideal	0	0	0	0
TOTAL	27	100,00	27	100,00

Fonte: Elaborada com base nos dados da pesquisa.

Em 2014, verificou-se uma melhora, porém inexpressiva, na situação ambiental dos entes federativos nacionais, tendo em vista que destes, somente o Rio Grande do Sul saiu do estado de alerta para um nível de sustentabilidade ambiental aceitável. Esse resultado pode ser atribuído ao alto escore registrado no fator relativo ao solo, no respectivo ano. De forma geral, quase todas as unidades federativas mantiveram a classificação de 2010, com exceção de Amazonas e Rondônia (que passaram de crítico para alerta); e Ceará e Roraima (que passaram de alerta para crítico). Essas alterações ocorreram devido às elevações nos escores dos fatores solo e água. O péssimo desempenho ambiental dos estados do Norte também foi verificado por Barreto (2015), que identificou resultados não satisfatórios para essa região.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preservação ambiental é fundamental para a manutenção da vida humana. Logo, principalmente dada a escassez de recursos, esse assunto exige uma maior atenção, não apenas por parte dos gestores públicos, como também da sociedade. É de grande importância que haja uma maior conscientização acerca do impacto das ações humanas sobre o meio ambiente. O desenvolvimento sustentável se faz necessário para que as gerações atuais e futuras possam viver em condições adequadas.

Quanto ao papel do governo, é necessário que este haja de forma ativa na promoção da defesa e conservação ambiental. Para tal, existem dois pontos considerados urgentes: a ampliação da base de dados ambientais, de modo a permitir uma análise mais precisa e completa acerca da situação presente e do desenvolvimento das questões ambientais no Brasil; e a realização de esforços para

conscientizar a população e o poder privado sobre os impactos de suas ações, bem como o uso de mecanismos legais rígidos para garantir resultados satisfatórios.

Outro aspecto pertinente ao poder público se refere ao monitoramento tanto do cumprimento das leis ambientais como da magnitude dos resultados que estão sendo obtidos. Nesse sentido, os indicadores de desenvolvimento sustentável do IBGE, por exemplo, são de grande relevância, porém, é preciso que a coleta de informações ambientais seja ampliada, de modo a contemplar o maior espaço temporal possível e os diversos níveis de localização, como municípios e estados, de maneira uniforme. Conseqüentemente, possibilitando a realização de estudos mais precisos, que identifique as localidades em situação mais grave e detecte os pontos de estrangulamento.

Conforme verificado neste estudo, os resultados mais preocupantes são os das unidades federativas localizadas nas regiões Norte e Nordeste, consideradas menos desenvolvidas que as demais regiões brasileiras, o que significa que, além de questões socioeconômicas, a sustentabilidade ambiental é mais um ponto que deve ser trabalhado pelas mesmas. Ademais, ressalta-se que as mudanças de comportamento necessárias não devem ocorrer em apenas um ponto específico, mas em todos os aspectos relacionados ao meio ambiente.

De modo geral, ao se comparar 2014 com 2010, os estados brasileiros registraram melhores resultados no número de focos de calor e nas perdas ocasionadas na distribuição de água, porém ainda existe um longo caminho a ser trilhado. Para isso, é essencial que haja uma parceria entre a sociedade, os entes privados e os gestores em prol da conservação da natureza, tendo em vista que as ações isoladas de quaisquer desses agentes não será suficiente para reverter a situação ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2014**. São Paulo: ANDA, 2015.

ARRUDA, C. S. **Índice de Desenvolvimento Sustentável e agronegócio nos municípios do estado de Goiás: Uma Análise Multivariada**. 2010. 126f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial de 2008: Agricultura para o Desenvolvimento**. Washington, DC: BIRD; Banco Mundial, 2007.

BARRETO, M. S. A sustentabilidade do desenvolvimento humano. In: PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA; FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Prêmio Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: coletânea de artigos**. Brasília: PNUD; IPEA; FJP, 2015. p. 191-205.

B

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA; MCIDADES, 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Saúde. Ministério das Cidades. **Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental**, Brasília, DF, 2009.

CARNEIRO NETO, J. A. et al. Índice de Sustentabilidade Agroambiental para o Perímetro Irrigado Ayres de Souza. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1272-1279, 2008.

CARVALHO, F. R. D. **Análise Fatorial**. 2013. 49f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

CHANSARN, S. The evaluation of the Sustainable Human Development: a cross-country analysis employing slack-based DEA. **Procedia Environmental Sciences**, [S. l.], v. 20, p. 3-11, 2014.

COELHO, M. R. et al. Solos: tipo, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: MOREIRA, F. M. S. et al. **O ecossistema**

solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: UFLA, 2013.

DEBALI, J. C. **Desenvolvimento sustentável**: evolução e indicadores de sustentabilidade. 2009. 83f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FRAINER, D. M. et al. Uma aplicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável aos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 2, p. 145-156, 2017.

FURTADO, F. R. G.; FURTADO, R. C. Usando a análise fatorial para construir e validar um índice de inserção regional sustentável de usinas hidrelétricas. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, n. 191, p. 4-11, 2017.

GALANTE, C. et al. Análise dos indicadores de sustentabilidade nos municípios do oeste de Santa Catarina. In: CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS, 6., 2015, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015, p. 1-14.

GOMES, M. A. F. **Água**: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. [S. l.]: Embrapa, 2011.

HAIR JUNIOR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2002, Rio de Janeiro, 2002.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2015. Rio de Janeiro, 2015.

_____. Produção Agrícola Municipal 1992/2015. In: IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Queimadas: monitoramento de focos. In: IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas/>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

LAROS, J. A. O uso da análise fatorial: algumas diretrizes para pesquisadores. In: PASQUALI, L (Org.). **Análise fatorial para pesquisadores**. Brasília, DF: LabPam, 2005. p. 163-184.

LIRA, T. M. Reflexões sobre a questão ambiental e políticas ambientais no Brasil. In: JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 7., 2015, São Luís. **Anais Eletrônicos...** São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2015. Disponível em: <<http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2015/pdfs/eixo9/reflexoes-sobre-a-questao-ambiental-e-politicas-ambientais-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

LOPES, F. B. et al. Proposta de um índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 185-193, 2009.



MARTINS, A. R. P. **Desenvolvimento sustentável**: uma análise das limitações do índice de desenvolvimento humano para refletir a sustentabilidade ambiental. 2006. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

NAKAMURA, L. R. et al.. Utilização da análise fatorial para orientar a criação de políticas públicas na área do trabalho, nas Regiões Administrativas de Araçatuba, Presidente Prudente e Marília. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19., 2010, São Pedro. **Anais Eletrônicos...** São Pedro: Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www2.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/artigo_submissao_sinape_2010_nakamura_carvalhofilho_oliveira_firetti.pdf>. Acesso em 06 jul. 2018.

NPQV – NÚCLEO DE PESQUISAS EM QUALIDADE DE VIDA. **A Construção do IEQV**. São Paulo: Universidade Presbiterana Mackenzie, 2005. Disponível em:

<http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCSA/nucleos/NPQV/Relatorio_IEQ_V/relatorioieqv.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2018.

OLIVEIRA, W. F. Índice de Desenvolvimento Humano e Pegada Ecológica: uma proposta de integração. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 16., 2013, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia-Sul, 2013, p. 1-20.

PASCHOAL, R. S. **Usos da água e necessidades de tratamento para consumo humano**. 2012. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PEREIRA, M. S.; SAUER, Leandro; FAGUNDES, Mayra B. B. Mensurando a sustentabilidade ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, v. 17, n. 2, p. 327-338, 2016.

ROSSATO, M. V. **Qualidade ambiental e qualidade de vida nos municípios do estado do Rio Grande do Sul**. 2006. 155f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões Totais**. 2015. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SERRANO, L. M.; BARBIERI, A. F. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Brasil: uma descrição dos indicadores de sustentabilidade ambiental aplicáveis à realidade brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2008, p. 1-21.

SILVA, J. F. B. A.; REBOUÇAS, S. M. D. P.; ABREU, M. C. S. A influência dos indicadores de sustentabilidade no desenvolvimento dos países da América Latina. In: CONGRESSO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA LATINO-IBEROAMERICANO, 15., 2013, Porto. **Anais Eletrônicos...** Porto: Associação Latino-Iberoamericana da

Gestão da Tecnologia, 2013. Disponível em: <http://www.altec2013.org/programme_pdf/1007.pdf>. Acesso em 06 jul. 2018.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2010**. 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2010>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2014**. 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SOUZA, A. P. et al. . Importância do estudo do solo como recurso natural no contexto da sustentabilidade e na prática de manejo. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevidéu. **Anais...** Montevidéu: Universidade da República, 2009, p. 110.

TONI JUNIOR, C. N. **Análise de Indicadores Metodológicos de Sustentabilidade Socioambiental**. 2013. 273f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

VAN BELLEN, H. M. V. Indicadores de sustentabilidade – um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, *online*, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2004.