



DESENVOLVIMENTO HUMANO SUSTENTÁVEL NO BRASIL: Interação entre Bem-Estar Social e Saúde Ambiental

Renata Benício de Oliveira

Universidade Regional do Cariri (URCA), Ceará, Brasil

renatabenicio086@gmail.com

Eliane Pinheiro de Sousa

Universidade Regional do Cariri (URCA), Ceará, Brasil

pinheiroeliane@hotmail.com

Resumo

Embora o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) seja uma medida de referência para os governantes, auxiliando na construção e execução de políticas públicas, apresenta deficiências, já que não capta a sustentabilidade ambiental. Nessa perspectiva, este estudo objetiva mensurar o nível de desenvolvimento humano dos estados brasileiros mediante a incorporação da sustentabilidade ambiental, resultando no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Sustentável (IDHMS). Para tal, realizou-se uma média geométrica das dimensões tradicionais do IDHM (longevidade, educação e renda) com o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), sendo que este último foi obtido por meio da análise fatorial pelo método dos componentes principais. Os resultados evidenciaram uma diferença expressiva entre o IDHM e do IDHMS, indicando que as unidades federativas estão promovendo o bem-estar social a um custo elevado sobre o meio ambiente, o que pode ser associado a um intenso desordenamento quanto ao uso dos recursos naturais.

Palavras-chave: IDHMS, sustentabilidade ambiental, desenvolvimento humano, estados brasileiros, análise fatorial.

Abstract

Although the Municipal Human Development Index (IDHM) is a reference measure for public administrators, helping in the construction and execution of public policies, it exhibits deficiencies, as it does not encompass environmental sustainability. In this perspective, this study aims to measure the level of human development of Brazilian federal states through the incorporation of environmental sustainability, resulting in the Sustainable Municipal Human Development Index (IDHMS). In order to achieve that, it was performed a geometric average of IDHM's traditional dimensions (longevity, education and income) with the Environmental Sustainability Index (ISA), with the latter being obtained through the factor analysis by the principal component method. The results showed a significant difference between the IDHM and the IDHMS, indicating that the federal states are promoting social wellbeing at a high cost to the environment, which may be associated to an intense lack of order with respect to the use of natural resources.

Keywords: IDHMS, environmental sustainability, human development, Brazilian states, factor analysis.

JEL Codes: Q50



1. Introdução

Durante muito tempo, a mensuração do bem-estar social esteve relacionada apenas à renda nacional, expressa pelo Produto Nacional Bruto (PNB) ou pelo Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*. Contudo, Toni Junior (2010: 18) ressalta que:

Desenvolvimento é um conceito amplo, que leva em consideração a elevação da qualidade de vida da sociedade e a redução das diferenças econômicas e sociais entre seus membros. Neste sentido, uma elevação do produto agregado do país pode não significar um aumento da qualidade de vida da população.

Dessa forma, este estudo compreende o desenvolvimento como um processo em que os indivíduos da sociedade contemporânea são capazes de atender suas necessidades, ao mesmo tempo em que asseguram que as gerações futuras também possam atenderem as suas, isto é, um desenvolvimento sustentável (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, CMMAD 1991).

Dentro dessa perspectiva, em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) transformou a concepção e mensuração de desenvolvimento com a publicação do primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) e a criação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), pelos economistas Mahbub ul Haq e Amartya Sen (Stanton 2007). Visando uma melhor percepção do bem-estar dos indivíduos, tal índice engloba, além da renda, duas importantes dimensões: longevidade e educação.

Na concepção de Veiga (2006), para Sen e Mahbub, só há desenvolvimento quando os benefícios do crescimento promovem a ampliação das capacidades humanas. Como as políticas públicas precisam fixar prioridades, as capacidades mais relevantes

são determinadas com base na valorização universal e imprescindibilidade da vida. Não obstante esse pensamento, a dimensão ambiental não é captada pelo IDH, deixando uma lacuna na mensuração do desenvolvimento humano.

Apesar de sua propagação e aceitação mundial, o IDH é constantemente criticado. Segundo Toni Junior (2013), especialistas da comunidade científica propõem não apenas novas alternativas de cálculo, mas também a inclusão de novas dimensões para tornar o IDH um índice de maior precisão. Conforme Oliveira (2013), uma das críticas recorrentes é o fato de o indicador não englobar uma dimensão de sustentabilidade, que é essencial, uma vez que esta pode exprimir a capacidade dos países de promover o desenvolvimento para a geração presente sem comprometer as condições das futuras gerações.

Apesar de inicialmente ser aplicada para mensurar o nível de desenvolvimento humano de nações, a adaptação do IDH para níveis subnacionais, como estados e municípios, tem sido praticada por vários países com o objetivo de adaptá-lo ao cenário nacional. No Brasil, a adequação dessa metodologia iniciou em 1998, com o surgimento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), resultado de uma parceria entre PNUD, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Fundação João Pinheiro, onde, a partir de dados do Censo Demográfico, calcularam o IDHM de todos os municípios brasileiros (PNUD 2013). Essa desagregação das áreas analisadas pelo IDH configura-se de grande importância para os gestores municipais e estaduais, pois proporciona a estes uma avaliação mais minuciosa acerca do bem-estar da população.

Conforme Guimarães e Feichas (2009), os limites biofísicos do planeta ensejam mudanças nos processos de decisão, implementação e avaliação de políticas



públicas, na busca de uma forma de desenvolvimento mais harmoniosa com a natureza. Tais mudanças implicam na não priorização do retorno econômico e na conscientização de que o desenvolvimento está sujeito tanto ao comportamento dos seres humanos quanto ao tempo que o meio ambiente leva para se recuperar.

Os modelos de mensuração do desenvolvimento existentes não conseguem abranger todos os aspectos do desenvolvimento sustentável, como a dimensão ambiental. Para a inclusão dessa dimensão, o modelo que mais se aproxima é aquele que conjuga o Índice de Desenvolvimento Humano com um Índice de Desenvolvimento Sustentável, o que ainda é inexistente, não obstante algumas tentativas de construção desse índice (Antunes 2010).

Diante do exposto, a inclusão de um indicador referente à sustentabilidade no IDH se mostra imprescindível, principalmente ao se delimitar a análise para os estados brasileiros, uma vez que estes possuem uma grande e diversificada quantidade de recursos naturais e, portanto, necessitam de uma maior atenção quanto à gestão e conservação de tais recursos. Dessa forma, este estudo contribuirá com essa discussão, ao incorporar a sustentabilidade no cálculo do IDHM dos estados.

Assim, esse trabalho busca mensurar o nível de desenvolvimento humano dos estados brasileiros, incorporando a sustentabilidade ambiental como componente do IDHM sustentável. De modo específico, objetiva-se avaliar como a inserção da sustentabilidade ambiental na determinação do IDHM sustentável pode destacar quais estados brasileiros promovem o bem-estar social sem grandes agressões ao meio ambiente, bem como comparar o nível de desenvolvimento humano dos estados brasileiros.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Panorama do Índice de Desenvolvimento Humano

Criado pelo PNUD, em 1990, o IDH surgiu como uma medida de desenvolvimento humano, em alternativa ao PIB, hegemônico à época como medida de desenvolvimento, obtendo grande repercussão mundial devido, principalmente, à sua simplicidade, fácil compreensão e mensuração mais abrangente do bem-estar humano. Posteriormente, teve sua aplicação adaptada a nível subnacional, sendo que, no Brasil, tal adaptação ocorreu em 1998, com a criação do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (PNUD 2013).

Realizado a cada dez anos, em virtude do uso de dados dos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o IDHM, assim como o IDH, é calculado por meio de uma média geométrica das dimensões longevidade, renda e educação. A longevidade é captada pelo mesmo indicador utilizado no IDH: a expectativa de vida ao nascer. A renda é medida pela renda municipal *per capita* e a educação é calculada a partir da composição de indicadores de escolaridade da população adulta e de fluxo escolar da população jovem. É um índice que varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de um, maior o nível de desenvolvimento humano (Menezes e Possamai 2015).

Apesar de ser um indicador aceitável que mostra, com relativo grau de veracidade, o nível de desenvolvimento de um território, o IDH estruturalmente é falho, pois deixa de agregar outros indicadores que poderiam dinamizar o índice geral. Alguns especialistas acreditam que a inclusão de novos indicadores, como inclusão digital, acesso à eletricidade e lazer, poderia diminuir o viés existente no índice, pois defendem que o mesmo não mede o desenvolvimento de maneira eficiente (Toni Junior 2010). Outros



aspectos não considerados diretamente no índice são aqueles relacionados ao sistema ambiental. A dimensão ambiental deve ser levada em consideração, uma vez que o desenvolvimento sustentável tornou-se uma das grandes preocupações no mundo, além do enorme desafio frente às ameaças das mudanças climáticas (Martins, Ferraz e Costa 2006).

A questão do desenvolvimento sustentável, no sentido de se considerar o âmbito ambiental, ganhou maior atenção quando se percebeu que as atividades humanas eram capazes de repercutir sobre a natureza de modo a representar custos que atrancavam o crescimento. Somente a partir do reconhecimento dos novos riscos sociais provenientes da negligência quanto à esfera ambiental (aumento de eventos como enchentes, furacões etc.), esta passou a ser incorporada no escopo da análise econômica e passou a ser entendida como algo importante para a determinação do bem-estar das pessoas (Barreto 2011).

A crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável sugere uma crença de que as gerações futuras devem receber a mesma atenção que aquelas recebidas pela geração atual (Anand e Sen 1994). Contudo, a sustentabilidade ambiental não se reflete, nem mesmo de forma implícita, em nenhuma das três dimensões do IDH (Peleah e Ivanov 2013). Com o objetivo de preencher essa lacuna, diversos estudos propõem diferentes métodos para inserir um componente ambiental no cálculo do IDH e a criação de um Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável. Conforme Maccari (2014), o aprimoramento do IDH pela inclusão da sustentabilidade ambiental é um tema debatido entre acadêmicos e formuladores de políticas, sendo assunto de conferências internacionais, como a Rio+20 – Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, em 2012.

Por outro lado, alguns estudiosos são contrários à incorporação de um indicador de sustentabilidade no cálculo do IDH. Neumayer (2001) alega que a exploração de recursos e a degradação ambiental não possuem relação direta com o desenvolvimento humano e que uma variável ambiental não mostraria de forma clara em que aspecto exatamente os países melhoraram ou não. Entretanto, segundo Chansarn (2014), o bem-estar social é sempre alcançado a um custo do meio ambiente. Em outras palavras, os recursos naturais e ambientais limitados são geralmente explorados para promover o desenvolvimento humano. Conforme Costantini e Monni (2005), uma maior utilização de recursos naturais comparado a um mesmo nível de desenvolvimento pode inviabilizar, no longo prazo, a sustentabilidade do processo de desenvolvimento, em virtude da exploração excessiva de recursos.

Diante das políticas para mudança climática, tanto em nível mundial como nacional, da necessidade de medidas de progresso que vão além das medidas tradicionais de renda e bem-estar, em função do reconhecimento da influência dos sistemas ecológicos sobre o funcionamento do sistema econômico, torna-se fundamental a elaboração de indicadores que englobem a dimensão ambiental para que se obtenha um panorama real dos estoques e fluxos que repercutem no bem-estar, assim como na sustentabilidade (Teixeira, Sousa e Faria 2017).

2.2. Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável: evidências empíricas

A sustentabilidade é uma questão ampla, que envolve aspectos sociais, econômicos, ambientais, demográficos, institucionais, dentre outros (Oliveira 2013), fazendo com que não haja consenso em sua definição. Conforme Debali (2009), a abordagem ambiental é a que recebe mais atenção, devido aos desequilíbrios climáticos



agravados pela poluição e degradação do meio ambiente por parte do ser humano. De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019), as atividades praticadas pelo homem ocasionaram modificações na cobertura do solo, o que têm colaborado de forma expressiva para a elevação da temperatura global, desde o período pré-industrial (1850-1900).

As nações que aceitaram o desafio da sustentabilidade estão descobrindo modos de determinar se eles estão prosperando de forma sustentável. A relação entre o desenvolvimento econômico e a natureza é muito intrincada e extremamente difícil capturar todos os aspectos dessa interação em um único índice. No entanto, esforços estão sendo feitos e diversos métodos foram pioneiros para expressar o desenvolvimento sustentável em termos monetários e não monetários (Ray 2014).

O reconhecimento de que o desenvolvimento humano e a natureza estão diretamente relacionados tem fomentado a ideia de se construir um Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável, defendida por vários estudiosos. Em nível mundial, podem ser citados: Costantini e Monni (2005), Moran *et al.* (2008), Blancard e Hoarau (2013), Chansarn (2014), Maccari (2014); Zhu, Zhang e Sutton (2015) e Ivanov e Peleah (2017).

Costantini e Monni (2005) fizeram uma adaptação do IDH e adicionaram a dimensão ambiental como quarto componente. Assim, construíram um Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável (IDHS) para 37 países europeus, considerando o período de 1992 a 2002, com o objetivo de analisar as implicações políticas de um conceito mais abrangente de desenvolvimento humano. Os indicadores utilizados para captar a dimensão ambiental foram: poluentes acidificantes, precursores de ozônio, emissões orgânicas de poluentes de água, a quantidade total de fertilizantes, herbicidas e

inseticidas usados em terras aráveis e um último componente baseado no consumo de energia. O método utilizado para a mensuração da dimensão ambiental consistiu em um processo de normalização, cujo critério foi a escolha de valores mínimos e máximos que contemplassem um intervalo viável dentro do período analisado. Em seguida, calcularam uma média simples dos quatro componentes de desenvolvimento. Os resultados mostraram que a inclusão da sustentabilidade ambiental gerou mudanças significativas no nível de desenvolvimento dos países e que o IDHS destacou limites, tal como a recessão econômica atravessada por essas economias durante a década de 1990, o que causou uma piora nas condições ambientais, que afetam as ações políticas dos países europeus.

Com o intuito de analisar se o desenvolvimento humano era promovido de forma sustentável, Moran *et al.* (2008) compararam o IDH de 93 países com seus respectivos níveis de Pegada Ecológica (EF, em inglês), um índice que mede a quantidade de recursos naturais necessária para manter o estilo de vida de cada pessoa individualmente, ou de um coletivo, baseado em hábitos cotidianos, para os anos de 1975 e 2003. Os resultados revelaram que países de menor renda experienciaram ganhos no desenvolvimento humano sem aumentar sua Pegada Ecológica, enquanto países com alta renda apresentaram uma tendência oposta, longe da sustentabilidade.

Blancard e Hoarau (2013) objetivaram criar um novo indicador sintético que permitisse uma visão geral e justa do desenvolvimento sustentável, focando nas características dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS, em inglês) e os comparando com outros países em desenvolvimento. Para isso, adaptaram a variável renda do IDH e incluíram a emissão de CO₂ *per capita* em seu cômputo, criando o Índice de Desenvolvimento Humano



Sustentável (BH-SHDI, em inglês, onde BH indica as iniciais dos autores). Para tal, empregaram o modelo de Análise Envolvória de Dados (DEA, em inglês), sob a ótica de Zhou, Ang e Zhou (2010). Dessa forma, calcularam o BH-SHDI de 122 nações, referentes ao ano de 2007, e observaram que, ao se incluir a sustentabilidade, a maioria dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento apresentou bom desempenho em relação aos países de baixo desenvolvimento e que esse desempenho relativo se torna ainda maior quando comparado aos países em desenvolvimento, significando que estes não são particularmente penalizados em relação ao desenvolvimento econômico e humano pelas suas condições de insularidade.

Chansarn (2014) objetivava avaliar o nível de desenvolvimento humano sustentável de 115 países, referentes a 2008. Para atender esse objetivo, utilizou o modelo DEA para calcular a sustentabilidade a partir da ideia de eficiência, sem gerar um novo índice, considerando as três dimensões tradicionais do IDH e uma quarta dimensão, ambiental, composta pelas emissões de CO₂ (toneladas), consumo de energia elétrica (quilowatts) e uso de energia (quilogramas de petróleo equivalente). Verificou-se que a maioria dos países de alta e média renda promove o desenvolvimento humano a um custo muito alto do meio ambiente, fazendo necessário o estabelecimento de práticas que possibilitem a manutenção ou o crescimento do seu nível de desenvolvimento humano de uma forma sustentável.

Com o objetivo de calcular o desempenho ambiental dos países ao promover o desenvolvimento humano, Maccari (2014) criou o Índice de Desenvolvimento Humano Ambiental (EHDI, em inglês), composto pelo IDH e pelo Índice de Desempenho Ambiental (EPI, em inglês), formado por um conjunto de 22 variáveis, distribuídas em cinco áreas: saúde ambiental, qualidade do ar, recursos

aquáticos, biodiversidade e habitat, por meio de uma média geométrica desses índices. Dessa forma, calculou o EHDI para 129 países, referentes ao ano de 2012. Os resultados revelaram que, após a inserção da dimensão de sustentabilidade, muitos países perderam suas posições no *ranking* original do IDH, de modo que aproximadamente 24% dos países apresentaram alto nível de desenvolvimento sustentável e pelo menos 30% dos países estão longe de um nível aceitável de sustentabilidade.

Zhu, Zhang e Sutton (2015) objetivaram analisar o desenvolvimento humano dentro dos limites ecológicos. Para tal, criaram o Desempenho do Bem-estar Ecológico (EWP, em inglês), um índice composto pelo IDH e pela Pegada Ecológica, e o calcularam para os países do G20, referentes ao período 1995-2008. A construção do índice se deu, inicialmente, por um processo de normalização da Pegada Ecológica, de modo a transformá-la em um índice que varie de zero a um. Em seguida, realizaram uma divisão do IDH pela Pegada Ecológica (IDH/EF) para a obtenção do EWP. Verificaram que, de modo geral, ao se incluir a sustentabilidade ambiental, o desempenho dos países em desenvolvimento foi melhor que as dos países desenvolvidos e que todos os países em desenvolvimento, com a exceção do México, promoveram um desenvolvimento sustentável, durante o período analisado.

Para preencher a lacuna referente à sustentabilidade ambiental do IDH, Ivanov e Peleah (2017) agregaram uma dimensão ambiental em tal índice. Inicialmente, criaram um índice ambiental, cujas variáveis são relacionadas a seis dimensões: água, ar, solo, floresta, biodiversidade e habitat. Em seguida, mensuraram um Índice de Desenvolvimento Humano Ambiental (EHDI, em inglês) e calcularam a capacidade de determinada economia manter o nível de desenvolvimento humano sustentável



registrado, originando o Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável Acessível (SHDI-A, em inglês). Os três índices foram obtidos a partir de médias geométricas dos seus respectivos componentes. Mensurado para 47 nações, distribuídas pela Europa e Ásia Central para o ano de 2013, o SHDI-A permitiu verificar que, na maioria dos países, as implicações ambientais e de incompatibilidade causaram reduções do grau de desenvolvimento humano em relação aos seus respectivos valores registrados pelo IDH tradicional. Logo, constataram que a inserção de um componente ambiental no IDH informa aos governos os efeitos a longo prazo das escolhas políticas de desenvolvimento e o conseqüente preço que as sociedades podem pagar no futuro.

Na literatura brasileira, o tema ainda é pouco explorado, mas podem ser mencionados os estudos desenvolvidos por Martins, Ferraz e Costa (2006), Barreto (2011), Oliveira (2013), Toni Junior (2013) e Barreto (2015).

Objetivando incorporar a dimensão da sustentabilidade ambiental no IDH, Martins, Ferraz e Costa (2006) construíram um Índice de Desenvolvimento Humano Híbrido (IDH_h), constituído pelo IDH e pelo Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), formado por 76 variáveis, agrupadas em 21 indicadores¹, utilizando dados de 2004 (IDH) e 2005 (ISA), e calcularam para 139 países. A construção do IDH_h foi feita pela adoção de uma média aritmética do somatório do valor encontrado para os indicadores de renda, longevidade, educação e sustentabilidade (no caso, o ISA). Os resultados mostraram que, ao agregar o ISA, alguns países ricos

obtiveram desempenho menor do que o registrado no IDH e que, paralelamente, alguns países melhoraram suas colocações devido ao bom desempenho nas variáveis ambientais, corroborando, assim, a ideia de que o IDH tradicional não é capaz de refletir as questões que envolvem o desenvolvimento humano e a sustentabilidade.

Barreto (2011) buscou incorporar um componente ambiental no IDH, por meio da inclusão do Índice do Balanço Ecológico (IBE), que é a diferença entre a biocapacidade e a Pegada Ecológica de uma dada nação, dando origem ao Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável Forte (IDHSF). O método empregado para a obtenção do IDHSF consistiu na normalização do IBE e, posteriormente, de uma média geométrica deste e do IDH. Calculado para 147 países, relativos ao ano de 2007, o IDHSF causou variações no ordenamento dos países, em relação ao *ranking* do IDH, mostrando que, ao se incluir um fator ambiental, países considerados ricos apresentaram variações negativas de posições, ao passo que países com desempenho mediano no IDH registraram as maiores variações positivas.

Oliveira (2013) propôs a inclusão de um “peso ecológico”, capaz de mensurar o impacto ambiental gerado pela promoção do desenvolvimento humano, no cálculo do IDH. Dessa forma, manteve as mesmas dimensões do IDH, alterando apenas a metodologia de cálculo referente à dimensão renda, que passou a ser ponderada pela Pegada Ecológica. Em seguida, utilizou o modelo DEA para atribuir o peso que a

¹ Qualidade do ar, biodiversidade, solo, qualidade da água, quantidade de água, redução da poluição do ar, redução da poluição do ecossistema, redução da pressão demográfica, redução do desperdício e consumo, redução da poluição da água, gestão dos recursos naturais, saúde ambiental, subsistência básica, exposição

aos desastres naturais, governança ambiental, ecoeficiência, capacidade de resposta da iniciativa privada, ciência e tecnologia, participação internacional em esforços colaborativos, emissão de gases de efeito estufa e redução de “transbordamentos”.



Pegada Ecológica teria para cada país e realizou uma média geométrica das três dimensões, gerando o Índice de Desenvolvimento Humano Verde (IDHV), que foi mensurado para 149 países, com uma base de dados referente aos anos de 2011, no caso do IDH e 2008, no caso do EF. Como resultado, em relação ao *ranking* do IDH, os países que possuíam altos níveis de IDH e EF perderam posições no *ranking* do IDHV, enquanto os países com baixo EF foram beneficiados e melhoraram suas colocações, evidenciando que o grau de sustentabilidade é um fator decisivo para a promoção do desenvolvimento humano.

Toni Junior (2013) buscou medir o desenvolvimento humano, considerando não apenas os aspectos da riqueza de uma nação, mas também a qualidade de vida através de variáveis e indicadores sustentáveis. Assim, criou o Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável (IDHS), resultado de uma média aritmética do IDH com um Índice de Sustentabilidade (IS), que, por sua vez, é resultado de uma média aritmética do EPI e do Índice de Felicidade Individual (IFI), que mede a felicidade das pessoas de uma nação por meio da aplicação de questionários individuais. Ao calculá-lo para 143 países, com base no ano de 2011, constatou que desenvolvimento e sustentabilidade estão intrinsecamente relacionados, sendo que não necessariamente as maiores potências apresentaram IDHS alto e países que não estão entre os mais ricos obtiveram melhor classificação no IDHS, indicando que a maior preocupação de alguns governos com o meio ambiente é um fator relevante para a obtenção de um IDHS favorável.

Diferentemente de todos os estudos apresentados, Barreto (2015) incluiu a dimensão ambiental no IDHM das Unidades Federativas brasileiras e observou como modificaria o *ranking* e a classificação dos estados com relação ao seu grau de

desenvolvimento. Para isso, construiu um subíndice ambiental, incluído no cálculo do IDHM, constituído por um grupo de cinco variáveis (percentual de pessoas em domicílios que não possuem abastecimento de água ou esgotamento sanitário adequado; percentual de municípios que dispõem de manejo de águas pluviais; percentual de lixo que possui uma destinação final adequada; estimativa da quantidade de gases de efeito estufa, equivalentes em CO₂, emitida por cada unidade federativa e o consumo médio *per capita* de água), para 2010. Essas variáveis foram então normalizadas e submetidas a uma média aritmética, onde o valor obtido foi utilizado para o cálculo de uma média geométrica, juntamente com as demais dimensões do IDH. Verificou que a introdução de uma dimensão ambiental no IDHM alterou a posição dos estados brasileiros, de modo que os estados do Nordeste foram os que mais melhoraram, enquanto os estados do Norte foram os que mais perderam posições, evidenciando como o crescimento sustentável pode refletir no nível de desenvolvimento humano.

Como pode ser observada na literatura, não há consenso quanto à escolha do índice de sustentabilidade a ser agregado no IDH e nem quanto à metodologia utilizada para o cálculo de um Índice de Desenvolvimento Humano Sustentável (IDHS). Além disso, esses estudos são, em grande maioria, destinados à análise do desenvolvimento humano em países, sem considerar a sustentabilidade ambiental em regiões menores. Contudo, é de igual importância que se construa um Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) que possa mensurar a sustentabilidade ambiental de tais regiões, como estados e municípios, se adequando ao máximo à realidade destas, e, em seguida, incorporá-lo ao IDHM, para que se possa calcular a que custo o desenvolvimento local está sendo alcançado. Essa tarefa, porém, se torna difícil, uma vez que há indisponibilidade de dados



desagregados que tornariam o índice ambiental mais completo. O trabalho de Barreto (2015) é o que mais se aproxima dessa ideia, mas o subíndice ambiental criado poderia ser mais abrangente, considerando outros elementos ambientais importantes, tal como o impacto da agricultura no solo, cujos dados são disponibilizados. Neste trabalho, as variáveis utilizadas para a construção do ISA e o método adotado são abordados na próxima seção.

3. Metodologia

3.1. Métodos de análise

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Sustentável (IDHMS) é uma junção

do IDHM com o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), por meio de variáveis sustentáveis, em que se destaca, de um lado, o meio ambiente e, de outro, um indicador que ressalta a percepção humana subjetiva da concepção do bem-estar (Toni Junior 2013).

Seguindo a formulação proposta por Blancard e Hoarau (2013) e Maccari (2014), calculou-se uma média geométrica, considerando o ISA e as dimensões tradicionais do IDHM, para a determinação do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Sustentável (IDHMS), uma vez que esse método dá o mesmo peso a todos os componentes. Essa formulação está expressa pela equação (1):

Equação 1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Sustentável

$$IDHMS = \sqrt[4]{IDHM_{SAÚDE} \cdot IDHM_{EDUCAÇÃO} \cdot IDHM_{RENDA} \cdot ISA} \quad (1)$$

Fonte: adaptada de Maccari (2014).

O IDHMS segue a mesma metodologia de classificação utilizada para o IDHM, sendo, portanto, dividido em cinco classes: muito baixo (para valores iguais ou inferiores a 0,499), baixo (para valores de 0,500 a 0,599), médio (para valores de 0,600 a 0,699), alto (para valores de 0,700 a 0,799) e muito alto (para valores iguais ou superiores a 0,800).

Para mensuração do Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), utilizou-se análise fatorial pelo método dos componentes principais. Essa abordagem tomou como base os estudos desenvolvidos por Carneiro Neto *et al.* (2008); Lopes *et al.* (2009); Arruda (2010); Silva, Rebouças e Abreu (2013); e Furtado e Furtado (2017).

Segundo Arruda (2010), há dois tipos de análise fatorial: exploratória e confirmatória. A exploratória pretende obter fatores

representativos das variáveis originais da amostra. Neste caso, não se sabe quantos fatores fazem parte do modelo e nem o que estes representam. Na confirmatória, tem-se um modelo hipotético e busca verificar se é aplicável aos dados amostrais. Neste estudo, utilizou-se a análise fatorial exploratória, já que não se tem um modelo hipotético a ser testado.

O método de análise fatorial consiste em uma técnica multivariada que busca identificar um número relativamente pequeno de fatores comuns que podem ser empregados para representar relações entre um grande número de variáveis inter-relacionadas (Fávero *et al.* 2009).

Para se operacionalizar este método, foram seguidas as etapas indicadas por Furtado e Furtado (2017), que dizem respeito à



verificação da adequabilidade dos dados, a extração dos fatores por meio dos componentes principais, e a rotação dos fatores (Varimax).

Após a seleção dos fatores determinantes, obtidos pela análise fatorial, elaborou-se o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA). Para Carneiro Neto *et al.* (2008) e Lopes *et al.* (2009), esse índice pode ser calculado pelo somatório do produto entre o escore de cada variável (I_i) atribuído a cada unidade analisada e o termo de ponderação dos indicadores no índice (p_i). Algebricamente, o ISA pode ser representado pela equação (2), em que: I_n : indicadores de sustentabilidade; P : termos de ponderação dos indicadores:

Equação 2 - Índice de Sustentabilidade Ambiental

$$ISA = p_1 I_1 + p_2 I_2 + \dots + p_i I_i \quad (2)$$

Fonte: adaptada de Lopes *et al.* (2009).

Para Carneiro Neto *et al.* (2008) e Lopes *et al.* (2009), o peso associado aos parâmetros do índice de sustentabilidade de cada variável foi dado pela equação (3), 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:

Equação 3 – Cômputo do termo de ponderação dos indicadores

$$p_i = \frac{(F_1 \cdot C_1) + (F_2 \cdot C_2) + \dots + (F_i \cdot C_i)}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n C_i\right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n C_2\right) + \dots + \left(F_i \cdot \sum_1^n C_i\right)} \quad (3)$$

Fonte: elaborada com base em Lopes *et al.* (2009).

Adotou-se neste estudo a classificação proposta por Guimarães, Turetta e Coutinho (2010), utilizada por Carvalho *et al.* (2011) e Silva e Lima (2017). De acordo com esses autores, se o valor do ISA exceder a 0,80, o estado brasileiro será considerado sustentável; se estiver entre 0,61 a 0,80, será potencialmente sustentável; se estiver entre 0,41 a 0,60, apresentará sustentabilidade média; se estiver entre 0,21 a 0,40, será potencialmente insustentável; e igual ou inferior a 0,20, insustentável.

3.2 Variáveis utilizadas e natureza dos dados

As variáveis referentes às dimensões do IDHM foram colhidas junto ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para cada estado analisado. O PIB *per capita* e a população das unidades federativas foram obtidas através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As variáveis utilizadas na construção do Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) foram selecionadas com base na literatura que discute indicadores de sustentabilidade. Dada a disponibilidade dos dados, foram consideradas seis variáveis, descritas no Quadro 1.



Quadro 1 – Variáveis e fontes dos dados

Descrição das variáveis	Fontes dos dados	Estudos que inspiraram o uso das variáveis
V1 – Área plantada das principais culturas	Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2014 - ANDA (2015), Produção agrícola municipal 2014 - IBGE (2015)	Esty <i>et al.</i> (2008); Pereira, Sauer e Fagundes (2016); e IBGE (2017)
V2 – Utilização de fertilizantes por unidade de área	Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2014 - ANDA (2015), Produção agrícola municipal 2014 - IBGE (2015)	Costantini e Monni (2005); Esty <i>et al.</i> (2005); Pereira, Sauer e Fagundes (2016); Frainer <i>et al.</i> (2017); e IBGE (2017)
V3 – Número de focos de calor	Queimadas: monitoramento de focos - INPE, CPTEC; IBGE (2017)	Esty <i>et al.</i> (2008); Pereira, Sauer e Fagundes (2016); e IBGE (2017)
V4 – Emissão de gás carbônico	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa – SEEG (2017)	Esty <i>et al.</i> (2005); Esty <i>et al.</i> (2006); Esty <i>et al.</i> (2008); Nourry (2008); Blancard e Hoarau (2013); Chansarn (2014); Barreto (2015); Pereira, Sauer e Fagundes (2016); e IBGE (2017)
V5 – Consumo médio <i>per capita</i> de água ²	Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2010, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2015)	Esty <i>et al.</i> (2006) Esty <i>et al.</i> (2008); e Barreto (2015)
V6 – Índice de perdas na distribuição de água	Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2010, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2015)	Esty <i>et al.</i> (2008); e Frainer <i>et al.</i> (2017)

Fonte: elaboração própria.

4. Resultados e Discussão

² Essa variável se refere ao consumo médio agregado de água para cada um dos estados brasileiros, ou seja, ao total de água consumido por todos os municípios de cada unidade federativa, de acordo com as informações prestadas pelas distribuidoras ao SNIS.



4.1. Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA)

Esta seção apresenta os resultados para o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), considerando as principais estatísticas descritivas das variáveis utilizadas, os resultados referentes à análise fatorial e a classificação dos estados brasileiros.

A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas das variáveis de sustentabilidade ambiental das unidades federativas do Brasil, referente ao ano de 2010. Como pode ser observado, as variáveis cujos valores possuem maior heterogeneidade, captada pelo coeficiente de variação, entre os estados são o número de focos de calor, a emissão de gás carbônico e a área plantada das principais culturas. Isso pode ser resultante das maiores amplitudes entre seus valores mínimo e máximo. Em relação ao número de focos de calor, em termos absolutos, enquanto Sergipe registrou 143 focos de calor, o equivalente a 0,65% de sua área total; Mato Grosso apresentou 46.936 focos de calor³, isto é, 5,19% de toda sua extensão territorial.

Com relação à área plantada das principais culturas, o Amapá foi o estado que apresentou a menor área com 25.387 hectares, ao passo que a maior extensão plantada foi o Paraná com 9.708.216 hectares. Quanto ao uso de fertilizantes por

unidade de área, o Acre foi o que menos utilizou. Por outro lado, Minas Gerais registrou o maior uso por hectare.

No tocante à emissão de gás carbônico, Alagoas foi o menor emissor, com 2.731.695 toneladas, enquanto o Pará foi o que mais emitiu o gás, sendo responsável pela emissão de 286.719.200 toneladas. Nesse quesito, constatou-se ainda que dentre os dez estados que menos poluem o ar com CO₂, seis (Alagoas, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará) pertencem à região Nordeste.

Em relação ao consumo *per capita* de água, o estado que obteve o menor valor foi Alagoas, com 91,6 litros diários por habitante, podendo ser atribuído também à seca. Em contrapartida, o Rio de Janeiro registrou o maior consumo, com 236,3 litros diários por habitante. Além dos fatores climáticos, esse desvio pode ser atribuído ao fato do consumo ser utilizado para múltiplos fins, como indústria, agricultura e doméstico. Analisando-se as perdas na distribuição de água, tem-se que o Distrito Federal é a unidade federativa que menos perde água, com um índice de 24,9%, enquanto o Amapá foi o que mais registrou perda de água durante a distribuição, alcançando uma perda de 77,3%.

³ Ressalta-se que, no caso do Mato Grosso, assim como em outros estados que possuem o cerrado como um de seus biomas, a incidência de focos de calor não se deve somente à ação

antrópica, mas também em razão de fatores naturais, como pela ocorrência de raios (Ramos-Neto; Pivello, 2000).



Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis de sustentabilidade ambiental, 2010

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	Coefficiente de variação (%)
Área plantada das principais culturas	25.387,00	2.421.164,70	9.708.216,00	125,60
Utilização de fertilizantes por unidade de área	4,90	114,97	264,70	57,46
Número de focos de calor	143,00	9.232,37	46.936,00	137,59
Emissão de gás carbônico	2.731.695,00	45.989.661,41	286.719.200,00	127,51
Consumo <i>per capita</i> de água	91,60	144,53	236,30	21,17
Índice de perdas na distribuição de água	24,90	45,33	77,30	30,62

Fonte: elaborada com base nos dados da pesquisa.

Para o cálculo do ISA, utilizou-se o método de análise fatorial por meio dos componentes principais. Para essa operacionalização, o conjunto de variáveis se mostrou adequado, uma vez que o teste de esfericidade de Bartlett foi significativo a 1% de probabilidade, rejeitando-se, assim, a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade; e o teste de KMO atingiu um valor de 0,60. Conforme Vicini (2005), se o valor do KMO estiver acima de 0,5, significa que tais variáveis selecionadas podem ser utilizadas para realizar a análise fatorial.

A Tabela 2 apresenta os três fatores de sustentabilidade ambiental com raízes características maiores do que um, que sintetizam as seis variáveis analisadas. Observou-se que, juntos, os fatores explicam 79,75% da variância total dos dados, sendo que a maior variância (29,17%) é explicada pelo primeiro fator, enquanto o terceiro fator é responsável pela menor explicação (23,59%).

Tabela 2. Raízes características da matriz de correlações simples para a sustentabilidade ambiental, 2010

Fatores	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	1,75	29,17	29,17
2	1,62	26,99	56,16
3	1,42	23,59	79,75

Fonte: elaborada com base nos dados da pesquisa.

As cargas fatoriais rotacionadas e as comunalidades para os três fatores analisados são mostradas na Tabela 3, sendo que as cargas fatoriais com valores absolutos a partir de 0,70 estão destacadas em negrito, mostrando as variáveis mais fortemente relacionadas a um dado fator. Para Vicini (2005), as cargas fatoriais relacionam a associação específica entre os fatores e as variáveis, sendo que quanto



maior for a carga, mais a variável se identifica com o fator em questão.

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

Variáveis	Cargas fatoriais			Comunalidades
	F1	F2	F3	
V1 – Área plantada das principais culturas	0,26	0,85	0,05	0,78
V2 – Utilização de fertilizantes por unidade de área	-0,09	0,84	0,21	0,75
V3 – Número de focos de calor	0,92	0,07	-0,06	0,86
V4 – Emissão de gás carbônico	0,90	0,07	0,16	0,85
V5 – Consumo médio <i>per capita</i> de água	0,03	0,02	0,92	0,85
V6 – Índice de perdas na distribuição de água	-0,08	-0,44	-0,70	0,69

Fonte: elaborada com base nos dados da pesquisa.

Conforme se percebe, o fator 1 tem correlação elevada com V3 (números de focos de calor) e V4 (emissão de gás carbônico), que captam a dimensão referente ao ar. O fator 2 se associa intensamente com V1 (área plantada das principais culturas) e V2 (utilização de fertilizantes por unidade de área), traduzindo a dimensão relativa ao solo. O fator 3, por sua vez, está mais ligado às variáveis V5 (consumo médio *per capita* de água) e V6 (índice de perdas na distribuição de água), sendo concernente à dimensão da água. Com base nesses dados, constata-se que a mensuração do índice de sustentabilidade ambiental considera as dimensões ar, solo e água, estando, portanto, consistente com Pereira, Sauer e Fagundes (2016), que apontaram tais dimensões como as mais importantes para determinação do desenvolvimento sustentável no contexto ambiental. Ivanov e Peleah (2017) também consideram essas dimensões na aferição do índice ambiental.

Quanto às comunalidades, verifica-se pela Tabela 3 que as seis variáveis consideradas

neste estudo possuem variabilidade representada pelos três fatores.

Segundo a classificação descrita na metodologia, pode-se inferir pela Tabela 4 que, das 27 unidades federativas do Brasil, 11 delas, que correspondem a 40,74% se encontram em situação potencialmente insustentável. O contexto ambiental é ainda mais preocupante para oito estados brasileiros (Acre, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Amapá, Paraíba, Alagoas e Amazonas), classificados como insustentáveis. Esses estados se localizam nas regiões Norte e Nordeste do país. Em contrapartida, apenas o estado do Mato Grosso é considerado potencialmente sustentável. Este resultado pode ser explicado pelo seu alto escore (0,919) registrado no fator solo.



Tabela 4. Frequência absoluta e relativa do índice de sustentabilidade ambiental (ISA) dos estados brasileiros, 2010

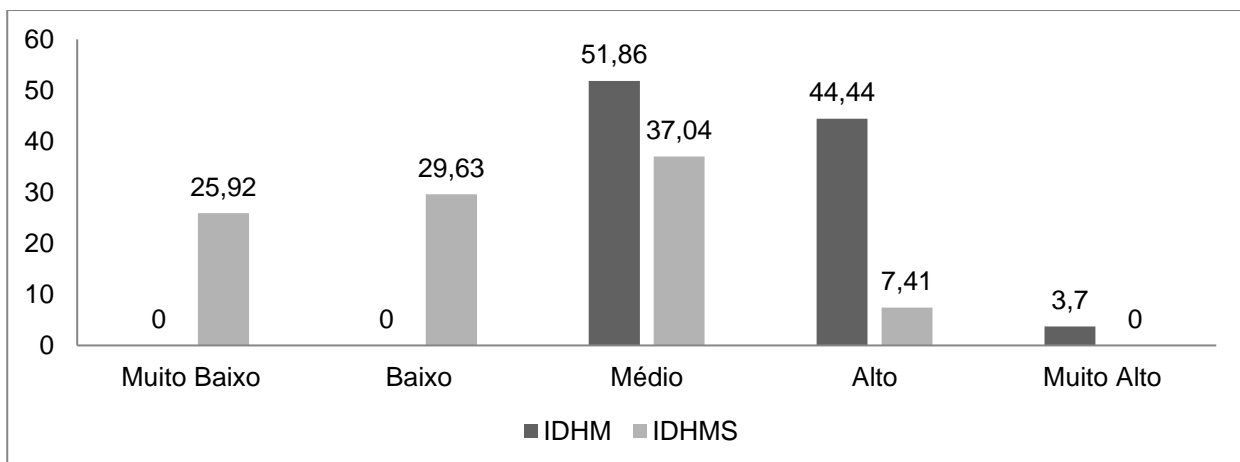
ISA	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Insustentável	8	29,63
Potencialmente insustentável	11	40,74
Sustentabilidade média	7	25,93
Potencialmente sustentável	1	3,70
Sustentável	0	0,00
TOTAL	27	100,00

Fonte: elaborada com base nos dados da pesquisa.

4.2 Análise comparativa entre IDHM e IDHMS dos estados brasileiros

Ao se observar o nível de desenvolvimento humano das unidades federativas brasileiras, antes e após a inclusão da sustentabilidade ambiental, conforme exposto no Gráfico 1, verifica-se que, de maneira geral, o IDHM é maior que o IDHMS, significando que a dimensão ambiental possui grande peso sobre o nível de desenvolvimento humano. Este resultado está consistente com os estudos de Nourry (2008) e Ivanov e Peleah (2017), que procederam suas análises para países.

Gráfico 1. Distribuição relativa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Sustentável (IDHMS), estados brasileiros, 2010



Fonte: elaborado com base nos dados da pesquisa.

Constata-se que enquanto 44,44% dos estados atingiram IDHM considerado alto (com valor de 0,700 a 0,799), apenas 7,41% mantiveram essa classificação ao se incorporar o ISA. Além disso, nenhum estado apresentou IDHM nas classes muito baixa e baixa. Esse panorama de desenvolvimento,

porém, muda ao se observar o IDHMS, que apresenta mais da metade (55,55%) das unidades federativas nessas classes. A Tabela 5 exhibe o *ranking* dos estados brasileiros quanto ao IDHM e IDHMS e os respectivos valores obtidos desses índices para cada Unidade Federativa.



Tabela 5 – *Ranking* dos estados brasileiros em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Sustentável (IDHMS) para os estados brasileiros, em 2010

Posição	Unidade Federativa	IDHM	Posição	Unidade Federativa	IDHMS
1	Distrito Federal	0,824	1	São Paulo	0,7182
2	São Paulo	0,783	2	Mato Grosso	0,7092
3	Santa Catarina	0,774	3	Minas Gerais	0,6904
4	Rio de Janeiro	0,761	4	Distrito Federal	0,6739
5	Paraná	0,749	5	Paraná	0,6714
6	Rio Grande do Sul	0,746	6	Rio Grande do Sul	0,6675
7	Espírito Santo	0,74	7	Goiás	0,6547
8	Goiás	0,735	8	Santa Catarina	0,6408
9	Minas Gerais	0,731	9	Rio de Janeiro	0,6319
10	Mato Grosso do Sul	0,729	10	Espírito Santo	0,6271
11	Mato Grosso	0,725	11	Mato Grosso do Sul	0,6228
12	Amapá	0,708	12	Pará	0,6176
13	Roraima	0,707	13	Tocantins	0,5986
14	Tocantins	0,699	14	Bahia	0,5950
15	Rondônia	0,69	15	Roraima	0,5520
16	Rio Grande do Norte	0,684	16	Maranhão	0,5441
17	Ceará	0,682	17	Ceará	0,5334
18	Amazonas	0,674	18	Rondônia	0,5247
19	Pernambuco	0,673	19	Piauí	0,5168
20	Sergipe	0,665	20	Amazonas	0,5003
21	Acre	0,663	21	Amapá	0,4969
22	Bahia	0,66	22	Paraíba	0,4846
23	Paraíba	0,658	23	Rio Grande do Norte	0,4810
24	Pará	0,646	24	Alagoas	0,4738
25	Piauí	0,646	25	Sergipe	0,4717
26	Maranhão	0,639	26	Pernambuco	0,4692
27	Alagoas	0,631	27	Acre	0,4639

Fonte: elaborada com base em PNUD (2013) e nos dados da pesquisa.



Ao se considerar o ISA, conforme se percebe pela Tabela 5, os estados que promoveram seu desenvolvimento humano de forma mais sustentável foram São Paulo e Mato Grosso, ambos classificados com IDHMS alto. A passagem de São Paulo da segunda para a primeira colocação está em conformidade com os resultados encontrados por Barreto (2015). Por outro lado, Acre e Pernambuco foram os estados com os piores desempenhos do IDHMS, podendo ser atribuído ao fato desses dois estados terem registrado os menores valores do ISA. Ademais, a diferença expressiva entre o IDHM e IDHMS indica que os estados estão promovendo o bem-estar social a um custo elevado sobre o meio ambiente, o que pode ser associado a um intenso desordenamento quanto ao uso dos recursos naturais.

5. Considerações Finais

Este trabalho contribui com a literatura sobre esse tema, que ainda é escassa para a área estudada. Os resultados permitem inferir que a sustentabilidade ambiental possui expressiva influência sobre os resultados do IDHMS, tendo em vista que mais da metade dos estados brasileiros registraram os piores valores nesse índice. Além disso, diferentemente do esperado, algumas unidades federativas conhecidas por possuírem PIB elevado, como São Paulo, também apresentaram níveis médios de sustentabilidade no ISA, o que sugere que seu crescimento está considerando, de alguma forma, a alocação dos recursos naturais.

A saúde ambiental é um assunto sério, pois a natureza é um fator essencial ao desenvolvimento humano e à própria sobrevivência, tanto das gerações atuais como das futuras e, portanto, merece a devida atenção. Deste modo, a construção de índices ambientais, como o IDHMS, ainda que não seja capaz de captar a realidade de

forma fidedigna, permite a identificação de evidências, que podem auxiliar tanto na tomada de decisão da sociedade, que deve se conscientizar das repercussões dos seus atos sobre o meio ambiente, como na alocação de recursos pelo poder público, por meio de políticas públicas de cunho ambiental.

Vale ressaltar ainda que novas contribuições podem ser feitas em trabalhos posteriores, com a utilização de variáveis e/ou métodos diferentes do proposto neste estudo, de modo a permitir que o ISA possa considerar as diferenças locais e se adaptar a outras realidades. Neste sentido, a relevância da atuação do Estado nacional é novamente evidenciada, uma vez que a disponibilidade de variáveis relacionadas ao meio ambiente, em áreas subnacionais, ainda é baixa, sendo necessário, portanto, o investimento em pesquisas direcionadas à obtenção de dados ambientais. Ademais, podem ser realizadas análises comparativas com outras abordagens, como o PIB *per capita*, a população, a taxa de urbanização e a legislação ambiental.

Referências

- Anand, S. e A. Sen, 1994. Sustainable Human Development: Concepts and Priorities. UNDP Human Development Report Office Occasional Papers.
- ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2014. São Paulo: ANDA, 2015.
- Antunes, M. A., 2010. Da medida do desenvolvimento ao Índice de Desenvolvimento Humano Ponderado Sustentável: o caso de Moçambique. Fluxos & Riscos, n.1: 93-110.
- Arruda, C. S., 2010. Índice de Desenvolvimento Sustentável e agronegócio nos municípios do estado de Goiás: uma análise multivariada. Dissertação (Mestrado



em Agronegócio). Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiás.

Barreto, M. S., 2011. Índices de desenvolvimento, padrão de consumo e bem-estar: uma análise sob a ótica da sustentabilidade forte. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal Fluminense.

Barreto, M. S., 2015. A sustentabilidade do desenvolvimento humano. In: PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada; Fundação João Pinheiro. Prêmio Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: coletânea de artigos. Brasília: PNUD, IPEA, FJP.

Blancard, S. e J-F., Hoarau, 2013. A new sustainable human development indicator for small island developing states: A reappraisal from data envelopment analysis. *Economic Modelling*, v. 30: 623-635.

Carneiro Neto, J. A. Andrade, E. M., Rosa, M. F., Mota, F. S. B. e J. F. B. Lopes, 2008. Índice de Sustentabilidade Agroambiental para o Perímetro Irrigado Ayres de Souza. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 4: 1272-1279.

Carvalho, J. R. M., Curi, W. F., Carvalho, E. K. M. A. e R. C. Curi, 2011. Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. *Sociedade & Natureza*, n. 2: 295-310.

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

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991. *Nosso Futuro Comum*, 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas.

Costantini, V. y S. Monni, 2005. Sustainable Human Development for European Countries. *Journal of Human Development and Capabilities*, v. 6, n. 3: 329-351.

Debali, J. C., 2009. Desenvolvimento sustentável: evolução e indicadores de sustentabilidade. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis.

Esty, D. C., Levi, M., Kim, C. H., Sherbinin, A., Srebotnjak, T. e V. Mara, 2008. 2008 Environmental Performance Index. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.

Esty, D. C., Levi, M. A., Srebotnjak, T., Sherbinin, A., Kim, C. H. e B. Anderson, 2006. Pilot 2006 Environmental Performance Index. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.

Esty, D. C., Levi, M., Srebotnjak, T. e A. Sherbinin, 2005. Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.

Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. L. e B. L. Chan, 2009. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier.

Frainer, D. M., Souza, C. C., Reis Neto, J. F. e R. A. Castelão, 2017. Uma aplicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável aos municípios do estado de Mato Grosso do Sul. *Interações*, v. 18, n. 2: 145-156.

Furtado, F. R. G. e R. C. Furtado, 2017. Usando a análise fatorial para construir e validar um índice de inserção regional sustentável de usinas hidrelétricas. *Revista Espaço Acadêmico*, n. 191: 04-11.

Guimarães, L. T., Turetta, A. P. D., e H. L. C. Coutinho, 2010. Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul. *Sociedade & Natureza*, v. 22, n. 2: 313-327.



Guimarães, R. P. e S. A. Q. Feichas, 2009. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, v. 12, n. 2: 307-323.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Edição 2017. Acessível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabela>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. 2011. Acessível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Sinopse/Brasil/sinopse_brasil_tab_1_4.zip.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal 2014. In: Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto dos Municípios. 2011. Acessível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads>.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2011. Queimadas: monitoramento de focos. Acessível em: <http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas>.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. Climate Change and Land: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [S.l]: [S. n.].

Ivanov, A. e M. Peleah, 2017. Sustainable Development Human Index – a pragmatic proposal for monitoring sustainability within the affordable limits. In: IARIW - Bank of Korea Conference, Seoul, Korea.

Lopes, F. B., Andrade, E. M., Aquino, D. N. e J. F. B. Lopes, 2009. Proposta de um índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 2: 185-193.

Maccari, N., 2014. Environmental Sustainability and Human Development: A Greening of Human Development Index. Acessível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2426073.

Martins, A. R. P., Ferraz, F. T. e M. M. Costa, 2006. Sustentabilidade Ambiental como Nova Dimensão do Índice de Desenvolvimento Humano dos Países. *Revista do BNDES*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 26: 139-162.

Menezes, D. B. e A. J. Possamai, 2015. Desenvolvimento humano e bem-estar urbano nas regiões metropolitanas brasileiras: proposta de um novo indicador sintético. In: 1º Seminário Internacional de Ciência Política, Porto Alegre, RS.

Moran, D. D., Wackernagel, M., Kitzes, J. A., Goldfinger, S. H. e A. Boutaud, 2008. Measuring sustainable development – nation by nation. *Ecological Economics*, v. 64, n. 3: 470-474.

Neumayer, E., 2001. The Human Development Index and Sustainability – A constructive proposal. *Ecological Economics*, v. 39, n. 1: 101-114.

Nourry, M., 2008. Measuring sustainable development: Some empirical evidence for France from eight alternative indicators. *Ecological Economics*, v. 67, n. 3: 441-456.

Oliveira, W. F., 2013. Índice de Desenvolvimento Humano e Pegada Ecológica: uma proposta de integração. In: 16º Encontro Regional de Economia da Região Sul, Porto Alegre, RS.

Peleah, M. e A. Ivanov, 2013. Development that lasts: The Affordable Human Development Index. Working Paper, n. 16.



Pereira, M. S., Sauer, L. e M. B. B. Fagundes, 2016. Mensurando a sustentabilidade ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul. *Interações*, v. 17, n. 2: 327-338.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada; Fundação João Pinheiro, 2013. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: PNUD, IPEA, FJP.

Ramos-Neto, M. B.; Pivello, V. R., 2000. Lightning fires in a Brazilian Savanna National Park: rethinking management strategies. *Environmental Management*, v. 26, n. 6: 675-684.

Ray, M., 2014. Redefining The Human Development Index to Account for Sustainability. *Atlantic Economic Journal*, v. 42, n 3: 305-316.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 2017. Emissões Totais. Acessível em: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission.

Silva, J. F. B. A., Rebouças, S. M. D. P. e M. C. S. Abreu, 2013. A influência dos indicadores de sustentabilidade no desenvolvimento dos países da América Latina. In: 15º Congresso de Gestão de Tecnologia Latino-Iberoamericano, Porto.

Silva, L. e R. V. Lima, 2017. Índice de sustentabilidade da dimensão ambiental da bacia hidrográfica do Rio Banabuiú, CE. *Espaço Aberto*, v. 7, n. 1: 71-85.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2015. Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2010. Acessível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2010>.

Stanton, E. A., 2007. The human development index: a history. Working Paper Series, n. 127. University of Massachusetts Amherst.

Teixeira, M. D. J., Sousa, L. V. C. e A. M. M. Faria, 2017. Bem-estar fundamental e econômico: uma análise crítica do PIB e dos indicadores de sustentabilidade. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 6, n. 1: 4-40.

Toni Junior, C. N., 2013. Análise de Indicadores Metodológicos de Sustentabilidade Socioambiental. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista.

Toni Junior, C. N., 2010. Análise do IDH do Brasil, de suas regiões e de outros países: um enfoque comparativo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos.

Veiga, J. E., 2006. Neodesenvolvimentismo: quinze anos de gestação. *São Paulo em Perspectiva*, v. 20, n. 3: 83-94.

Vicini, L., 2005. Análise multivariada da teoria à prática. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa). Universidade Federal de Santa Maria.

Zhou, P., Ang, B.W. y D. Zhou, 2010. Weighting and aggregation in composite indicator construction: a multiplicative optimization approach. *Social Indicators Research*, v. 96, n. 1: 169-181.