

INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE:

Uma análise preliminar

Bianca Pereira Alvim

Portoⁱ

Mestranda em Geografia
Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

Resumo

O trabalho avalia estudos realizados com Indicadores de Sustentabilidade (IS) que auxiliem na compreensão dos desafios ao planejamento urbano territorial, na busca da sustentabilidade, mitigação de impactos e vulnerabilidades, assim como verificar criticamente como os dados de instituições, órgãos de pesquisa e demais se relacionam com os IS. As seções apresentam a compreensão da importância dos IS, a análise sintética de escalas de investigação e as relações com as vulnerabilidades, apresentando estudos direcionados para a escala Nacional, Municipal e de cidades, Local e de Bairros e na Escala regional e de Bacias Hidrográficas. Foram identificados na literatura alguns indicadores que contribuem para a compreensão de cenários e facilitam o entendimento dos fenômenos na Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu na Região Metropolitana do RJ. Os IS podem ser estruturados a partir de ferramentas de avaliação, portanto na seção correspondente, apresenta-se de forma sucinta as experiências, os desafios, limitações e possíveis distorções das seguintes ferramentas: Pressão, Estado, Resposta (PER), Força Motriz – Estado – Resposta (FER), Pegada Ecológica (PE), Painel de Sustentabilidade (PS) e Barômetro da Sustentabilidade (BS). O ideal da sustentabilidade necessita ações concretas e organização da sociedade, dos governos e instituições. Portanto, os desafios são diversos e crescentes, principalmente pelas demandas crescentes da intensa urbanização e de uso de recursos naturais.

Palavras-chave: Indicadores de sustentabilidade, Ambiente e sociedade, Políticas Públicas.

INDICATORS FOR THE EVALUATION OF SUSTAINABILITY: A PRELIMINARY ANALYSIS IN HYDROGRAPHIC BASIN OF RIVERS GUAPI-MACACU - RJ

Abstract

This paper proposes to evaluate studies carried out with IS that help to understand the challenges to territorial urban planning, in the search for sustainability, mitigation of impacts and vulnerabilities, as well as to analyze and critically verify how the data of institutions and others relate to IS. The first part examines the importance of IS and after that

ⁱ *Endereço institucional:*

Rua Marquês de São Vicente, n. 225. Edifício da Amizade, Ala Frigs. Gávea. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 22451-900.

Endereço eletrônico:

biancapap@hotmail.com.br

presents a synthetic analysis of IS investigation scales and the relationship with vulnerabilities, presenting studies directed at the National, Municipal and city, Local and Neighborhood scales and at the Regional and Hydrographic Basin Scale. Some indicators were identified in the literature that contributes to the understanding scenarios in the Guapi-Macacu River Basin in the Metropolitan Region of RJ. IS can be structured using assessment tools, so in the corresponding section, the experiences, challenges, limitations and possible distortions of the following tools are presented: Pressure, State, Response (PER), Driving Force - State - Response (FER), Ecological Footprint (PE), Dashboard of Sustainability (PS) and Sustainability Barometer (BS). The ideal of sustainability requires concrete actions and the organization of society, governments and institutions. Therefore, the challenges are diverse and growing, mainly due to demands of intense urbanization and the use of natural resources.

Keywords: SDG indicators, Sustainability indicators, Urban sustainable development, policy instrument.

Introdução

A discussão sobre o desenvolvimento sustentável ocorre desde as conferências internacionais da ONU e seus dispositivos acordados nesta direção como a 'vimento Sustentável (ODS).

Os 17 ODS almejam mudanças em diferentes temas, como: saúde e bem-estar, água potável e saneamento, cidades e comunidades sustentáveis, entre outros, consolidam as 169 metas discutidas na Agenda 2030 e os Indicadores de Sustentabilidade (IS) contribuem como instrumento de monitoramento destas.

Os objetivos do Milênio se apresentam com metas e IS. Estes instrumentos de avaliação remetem ao ideal de sustentabilidade e evidenciam em cada abordagem as relações causais das atividades humanas e proporciona a percepção do sistema, as interdependências, as relações e suas complexidades.

As Instituições e a sociedade necessitam reavaliar as práticas sociais e econômicas, reestruturar serviços e/ou adequar e aperfeiçoar ações e propor políticas direcionadas para alcançar as metas dos ODS. Os desafios são diversos e crescentes, principalmente pelas demandas da intensa urbanização e uso de recursos naturais.

Cavalcanti (2011), avalia as relações e correlações entre a Economia, o Ambiente e a Sociedade e considera a necessidade de mudança no planejamento e desenvolvimento de políticas públicas para que se consiga adequar a capacidade de recarga dos recursos naturais com os usos racionais e atender as ODS.

Dessa forma, os IS podem contribuir para a avaliação e proposição de intervenções e ações, de modo a atuar nos ODS e contribuir para a melhora dos aspectos relacionados com as vulnerabilidades socioambientais e de saúde na sociedade.

Podemos considerar como vantagem do uso dos IS a possibilidade de conscientização, reflexão, mobilização. Logo, os questionamentos podem gerar adaptações, intervenções e aperfeiçoamento das práticas para tomada de decisão e uma gestão mais consciente.

Diversos trabalhos apontam os esforços de formulação e aplicabilidade de diferentes IS e seus desafios. Podendo compreender análises de ecossistemas, queimadas e incêndios florestais, conservação, diferentes práticas e gerenciamento, assim como colaborar para o monitoramento de bacias hidrográficas (Latawiec e Agol, 2015)

O presente trabalho se propõe a avaliar os trabalhos realizados com IS que possuem uma abordagem para a compreensão dos desafios ao planejamento urbano territorial, na busca da sustentabilidade, mitigação de impactos e vulnerabilidades, assim como analisar e verificar criticamente como os dados de instituições, órgãos de pesquisa e demais se relacionam com os IS.

Foram identificados na literatura alguns indicadores que contribuem para a compreensão de cenários e facilitam o entendimento dos fenômenos na Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu (BHGM) na porção leste da Região Metropolitana do RJ.

O que são os Indicadores de Sustentabilidade?

Os IS se propõem a medir o rumo da sustentabilidade considerando os aspectos econômicos, ambientais e sociais consolidando parâmetros ou indicadores abrangentes em índices, a partir de ferramentas de agregação (Krama, 2008).

Segundo Van Bellen (2002) os IS têm a função de avaliar as condições e contribuir para acompanhar as tendências quanto ao panorama da sustentabilidade. A complexidade do tema, a dimensão temporal, a agregação, a transparência, a abordagem e a diferenciação dos

indicadores sistêmicos e de performance são componentes e características importantes que devem ser considerados nesta avaliação.

Segundo Kemerich, Ritter e Borba (2014) os IS podem compor o panorama atual e auxiliar na avaliação da organização da sociedade para a criação de soluções e de organizações locais e regionais na busca do ideário sustentável.

A comparabilidade, a identificação das áreas prioritárias, ter continuidade para o monitoramento da evolução, ser didático, assim como ter a possibilidade de agregação sistemática por diferentes métodos são características fundamentais dos indicadores para evitar equívocos (Leite et al., 2018).

Os indicadores sintéticos possuem pesos e nível de abstração, por isso possuem uma flexibilidade para cada realidade, mas dependem das escolhas dos analistas ou da determinação dos governos e organismos internacionais (Leite et al, 2018).

Shumann (2015) avalia os indicadores sintéticos e os Índices de vulnerabilidade socioambiental e aborda algumas questões tais como: a dificuldade de agregação por conta das características dos fenômenos, os possíveis equívocos, por isso a necessidade de um referencial teórico e metodológico, e o risco de medir pela medida.

Conhecer os sistemas, avaliar suas interações e organização das relações são etapas importantes para determinar os pesos e o escopo da pesquisa com os IS que podem ser aplicadas em escala local e em Unidades de Conservação (Mendonça et al., 2017).

A busca da equidade e os valores de cada parte interessada devem nortear a seleção dos indicadores. O relatório do grupo de pesquisa Grupo Balaton estruturado por Donella Meadows elenca as visões sobre as categorias de informações e de indicadores, como os recursos e os objetivos principais e intermediários interdependentes para a avaliação dos IS (Meadows, 1998).

Os desafios dos IS identificados por Bossel (1999) e elencados por Van Bellen (2002) estão envolvidos nas dinâmicas de evolução tecnológica, dinâmica econômica e de organização da população.

A compreensão das questões políticas e ideológicas para a construção dos indicadores não deve ser negligenciada, principalmente pela produção e divulgação destes resultados.

Bossel (1999) considera o capital humano, o capital estrutural ou sistema de apoio e o capital natural que se articulam e interagem compondo o sistema de avaliação dos IS e que a influência dos impactos pode variar e reagir de formas diversas. Cada componente a ser avaliado tem características e habilidades de proteção, recuperação, escassez e mudanças quanto à sustentabilidade.

As ferramentas de avaliação de performance da sustentabilidade como o Barômetro de Sustentabilidade e o Painel da Sustentabilidade incorporam indicadores descritivos e avaliam a consolidação dos objetivos e metas traçadas para o ambiente e elucidam o cenário do ambiente estudado (Benetti, 2006).

Van Bellen (2002) considera os Princípios de Bellagio como norteadores para aprimoramento dos processos de avaliação da aplicabilidade dos métodos e análises dos IS, pois considera a necessidade de revisão e verificação, na construção de perspectivas futuras, padronização das comparações, busca e manutenção da transparência e acessibilidade das informações.

Os Princípios de Bellagio avaliam a visão orientadora, as considerações essenciais, o escopo adequado, a estrutura e indicadores, a transparência, a comunicação efetiva, a ampla participação e a continuidade como mecanismo de avaliação da aplicação dos métodos dos IS (Pintér et al., 2012).

O desafio de tratar diferentes aspectos de forma transversal e vinculante incorpora simultaneamente as dimensões da sustentabilidade, de forma a alcançar as partes interessadas, integrar dados e sensibilizar quanto às questões socioambientais urgentes e importantes.

Ao avaliar os métodos dos IS, Van Bellen (2002) considera os dados como categoria de análise elencando a tipologia (dados quantitativos e qualitativos), a Agregação e suas classificações na pirâmide de informações dos índices, indicadores, dados analisados e dados primários, a participação da sociedade (top-down e/ou bottom-up) e a interface segundo a complexidade, apresentação, abertura e o potencial educativo da avaliação.

A ponderação quanto a importância dos indicadores e a avaliação de falsos positivos demonstram a necessidade de confirmação e avaliação do método mesmo

sendo top-down ou bottom-up, principalmente pelos desafios de cada método e da crise ambiental que enfrentamos (Sant'Anna, 2017).

No escopo a dimensão da sustentabilidade e dos Sistemas Socioecológicos, suas facetas e dificuldades na aplicabilidade dos conceitos são desafiadoras, assim estas definições e regras podem ser alteradas ao longo do tempo (Ostrom, 2009).

Análise sintética de escalas de investigação dos IS e as Vulnerabilidades

A avaliação das vulnerabilidades e a análise da aplicabilidade dos IS devem considerar a multiescalaridade dos fenômenos no espaço geográfico. Cabe avaliar que em locais com usos e práticas espaciais dominantes que afetam as articulações das atividades tradicionais locais e suas relações com a natureza necessitam do uso de diferentes escalas de análise (Araújo e Oliveira, 2017). Por isso, se torna cada vez mais relevante para o planejamento das investigações a avaliação multiescalar.

A vulnerabilidade busca estabelecer uma síntese conceitual quanto a suscetibilidade ou incapacidade de absorver os efeitos das ações e o seu estudo expõe as dimensões mais sensíveis e auxilia na avaliação da relevância de determinadas áreas para a proteção ou a própria mitigação dos problemas, colaborando para a escolha das áreas prioritárias e as propostas de intervenções com as diversas esferas de atuação da sociedade (Aquino et al., 2017)

Schumann (2014) aborda a multidimensionalidade da vulnerabilidade e a proposta de um índice sintético para uma avaliação que agrega fatores ambientais, socioeconômicos e de saúde e aborda alguns autores e estudos que consideram o caráter epidemiológico na vulnerabilidade ao agravamento ou doença o que contribui para a conexão e avaliação integradora.

As categorias de análise estruturadas por Van Bellen (2002) para a avaliação de sistemas de Indicadores constituem o Escopo (ecológico, social, econômico e institucional) e a esfera ou cobertura geográfica (global, continental, nacional, regional, local, organizacional, individual).

A escala municipal e/ou da BH podem ser considerada como local, conforme Benetti (2006), mas cada BH possui particularidades e cabe a avaliação dos pressupostos que podem vir a estruturar a pesquisa.

Os IS podem ser classificados como intraurbanas e interurbanas para avaliação da desigualdade socioambiental (Rodrigues, 2010) e podem colaborar para a compreensão das vulnerabilidades.

Para avaliar e compreender as necessidades, consideramos os indicadores segundo a escala de investigação e sistematização de dados, como: escala nacional, a escala municipal e de cidades, a escala local e de bairros, a escala regional e de Bacias hidrográficas.

Escala Nacional

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) representou o Brasil nas discussões acerca da consolidação dos dados que refletissem a sustentabilidade. Produziu e padronizou os dados primários de diversos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA para fomento dos IS (Barcellos et al., 2010).

As vantagens da utilização de dados de organismos e instituições nacionais são a coleta em uma base única, o universo de informações e metodologia uniforme no território nacional, apesar da limitação temporal.

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do IBGE agregam as dimensões: ambiental, social, econômica e institucional e os consolida em uma matriz de relacionamento entre os 63 indicadores que busca integrar a análise para o território nacional (IBGE, 2015).

O IBGE considera que os indicadores de aspectos setoriais de cada dimensão que geralmente não incorporam a relação entre os componentes do sistema sejam agregados e avaliados, sugerindo o Painel de Sustentabilidade como método a ser aplicado com fins de comparabilidade entre municípios (Sant'Anna, 2017).

Escala Municipal e de cidades

Alguns índices elaborados com foco na caracterização da vulnerabilidade consolidam na classificação de grupos populacionais, espaços urbanos, baixo ou médio curso de Bacias Hidrográficas.

Diversos estudos, consolidam indicadores sintéticos a fragilidade frente a eventos extremos ou impactos ambientais. O índice sintético de vulnerabilidade geral (IVG) agrega dados sociais, ambientais e institucionais (Alcântara et al., 2013).

A experiência do Projeto Sustainable Seattle, de IS locais elaborados pela comunidade, estrutura um conjunto de 40 indicadores compostos por indicadores-chave, indicadores secundários e indicadores provocativos, contribui para a promoção do debate ambiental e para o entendimento das percepções ambientais (Carvalho e Barcellos, 2010).

Ao considerar os eventos extremos e as inundações alguns autores adotaram a metodologia de mensuração da vulnerabilidade a nível municipal a partir de índices como Medeiros (2018) que se baseia no relatório World Risk Report (2017) onde agrega (38) indicadores referentes à capacidade de enfrentamento e de adaptação e a suscetibilidade.

O aspecto a ser aperfeiçoado nessa abordagem seria a disponibilidade de bases de dados de municípios não pertencentes às Regiões Metropolitanas, pois a construção de indicadores demandam esforços e investimentos já escassos nestas áreas.

Possibilitar a aplicação e replicação de modelos de forma ampla contribuem para o desenvolvimento científico no uso de IS ao nível municipal (Silva et al., 2018).

Escala Local e de Bairros

A percepção local, as necessidades da sociedade, a abordagem da categoria da paisagem e as considerações sobre riscos e vulnerabilidades, articulam o tempo e espaço. Essas considerações podem contribuir para as análises e fomentar estudos ao nível local.

Correia (2016) realiza seu trabalho considerando a vulnerabilidade socioambiental por Bairro, a consideração dos riscos e suscetibilidades, baseada na metodologia dos estudos de Mônica Maria Souto Maior foi possível por se tratar de uma cidade de uma Região Metropolitana, fator que colabora para a obtenção dos dados.

Esta abordagem pode ser válida em áreas urbanas ou BH de menor extensão e que possuam os limites dos setores censitários de borda equivalentes às delimitações dos bairros facilitando a agregação e a consolidação dos dados direcionando os esforços para as análises.

Considerando os eventos extremos, Beccari (2016) compara a composição dos Índices de Vulnerabilidade considerando as Inundações e demais fatores e considera que as características elencadas buscam comparar no tempo e espaço os eventos podendo ser combinados por adição e pela consideração de pesos atribuídos a cada indicador pelos pesquisadores na agregação do índice podendo ser aplicado a nível local.

Escala Regional e de Bacias Hidrográficas

Segundo Guimarães (2008) a Bacia Hidrográfica (BH) é uma unidade de análise importante para avaliação da sustentabilidade considerando as dimensões sociais, ambiental, econômica e institucional, a partir do acompanhamento e monitoramento destes aspectos.

Diversas instituições consideram a BH como unidade de análise e compilam os indicadores selecionados em um mapa síntese como a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos no “Index of Watershed indicators” que elenca os indicadores de condição e os de vulnerabilidade das BH e a experiência de Organizações civis como a experiência na Baía de São Francisco e do Rio Colúmbia que consolida um diagnóstico e direciona políticas públicas a partir dos resultados (Guimarães, 2008).

O Caso da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu

A BHGM constitui uma região de serras e planícies alagáveis, possui diversos usos, tais como: agrícola, indústria de bebidas, de celulose, entre outros. Com a presença do manguezal e Unidades de Conservação (UC) federais e estaduais que preservam a biodiversidade da Mata Atlântica.

possui diversos usos, com a presença do manguezal e Unidades de Conservação (UC) federais e estaduais que preservam a biodiversidade da Mata Atlântica.

O mapa abaixo ilustra a área da BHGM que compreende os municípios: Cachoeiras de Macacu, Itaboraí e Guapimirim, com seus principais Rios Guapiaçu e o Rio Macacu que deságuam na Baía de Guanabara.

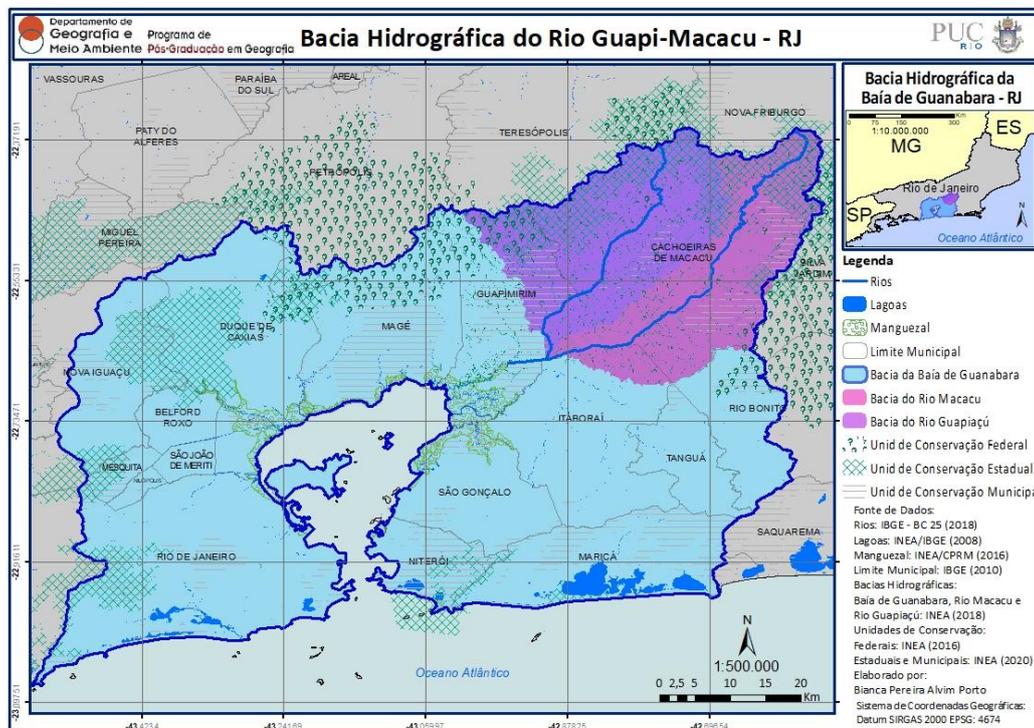


Figura 1. Localização da Bacia hidrográfica Guapi-Macacu, RJ.

A governança ambiental e seus mecanismos existentes demandam controle e fiscalização. Por isso, podem conter fragilidades institucionais e as ilegalidades podem ser fatores relevantes a serem combatidos (Seixas et al., 2020).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI, 2014) em fase de implementação avalia a BHGM assim como as demais bacias da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara e as classifica. Assim, é apresentada por ter trechos fluviais com necessidade de preservação pela importância regional e seus diversos usos (INEA e COPPETEC, 2013).

Na organização da comunidade local e participação da sociedade identificamos o aspecto da vulnerabilidade institucional visto que associações podem contribuir no processo da identificação de prioridades e questões urgentes na esfera local.

Na área de estudo temos algumas organizações como a Associação de Produtores Rurais, Artesãos e Amigos da Microbacia do Fojo – AFOJO, no município de

Guapimirim que impulsionou a organização de agricultores na prática da agricultura orgânica, de agrossistemas de base agroecológica na região e na criação da Secretaria de Agricultura no município (ANA, 2017).

A BHGM possui uma rede de pontos de captação de água para diversas indústrias do ramo de bebidas, de papel e celulose, uma atividade agropecuária relevante e contribui para o Sistema Imunana/Laranjal no abastecimento de água de São Gonçalo, Itaboraí, Niterói, parte de Maricá e da Ilha de Paquetá (INEA e COPPETEC, 2014).

Existe sobre a BHGM uma pressão evidente quanto à demanda do uso da água que vem sendo influenciada pelo crescente processo de urbanização na região leste fluminense, pelo COMPERJ e políticas públicas de abastecimento de água.

A reportagem (O SÃO GONÇALO, 2020) aborda a ampliação recente da rede de abastecimento de água oriunda da BHGM no município de Maricá o que caracteriza o aumento de demanda e de captação da água.

As inundações que ocorreram nos municípios que compõem a BHGM nos anos de 2008 a 2010 desabrigaram, desalojaram e/ou deslocou cerca de 1800 famílias segundo dados da Defesa civil consolidados por INEA (2014).

Os dados da defesa civil, organizados e analisados pelo INEA (2014) identificam que em Guapimirim, município pertencente à BHGM, no período de 2000 a 2012 teve (8) óbitos por Inundações e (3) por Deslizamentos, nas (21) ocorrências de Inundações, deslizamentos, vendavais e incêndios florestais e chegou a marca do segundo município com mais ocorrências.

No mesmo estudo, outros dois municípios da BHGM, Cachoeiras de Macacu e Itaboraí aparecem respectivamente com (4) e (3) ocorrências, Guapimirim não teve ocorrências em situação de Emergência (SE), mas Cachoeiras de Macacu totalizou (4) e Itaboraí (2) ocorrências de desastres naturais na Região Hidrográfica V (RH-V) no mesmo período em SE.

Na região a extração de areia foi desativada, porém, as explorações ainda são recorrentes, conforme reportagem (G1, 2018) que identifica um flagrante da polícia de extração ilegal em Cachoeiras de Macacu.

A perda de biodiversidade e o impacto nas paisagens, ocasionada pelas queimadas nas florestas tornam o ambiente mais vulnerável. Mesmo em momento de pandemia do COVID-19, com o isolamento social e a interdição dos parques, casos de desmatamento e incêndios florestais continuaram a ocorrer e as Unidades de Conservação (UC) continuam vulneráveis às ações humanas.

No Parque Nacional da Serra dos Órgãos, tivemos um grande evento de queimadas identificada nas reportagens recentes (Brasil, 2020) que relatam o combate e a possível causa, e na reportagem (Nascimento et. al., 2020) que aborda a extensão de cerca de até 100 hectares dos danos causados em uma área de importantes mananciais e biodiversidade.

Desta forma, a ocorrência de incêndios, fortes chuvas, enchentes, escorregamentos ou deslizamentos são as maiores preocupações e a manutenção das UC são fundamentais para a infiltração das águas, contenção da erosão, além dos demais serviços ecossistêmicos associados.

Os usos, as questões histórico-culturais, a urbanização, a construção do COMPERJ, o fornecimento de água para áreas populosas da região leste fluminense, os aspectos físicos da BH, determinam a aplicação dos IS na abrangência da BHGM pela questão hídrica e vulnerabilidades associadas.

Maior e Cândido (2014) e Dutra Junior (2016) avaliam as metodologias aplicadas nos estudos de vulnerabilidade socioambientais por diversos pesquisadores considerando a problemática urbana e as possíveis abordagens com os dados oriundos do IBGE que são sobrepostos. Essas cartografias e os métodos quantitativos contribuem para a avaliação das distribuições e correlações.

Os indicadores dos componentes ambientais, sociais e econômicos escolhidos devem identificar os principais riscos e vulnerabilidades identificados preliminarmente à BHGM, como os dados de alagamentos, queimadas, incêndios florestais, de saneamento e saúde ambiental, como o abastecimento de água, notificações de agravos e doenças de veiculação hídrica, entre outros.

A realização de entrevistas com as pessoas chaves das organizações de representação da sociedade, assim como buscar envolver a população local são

fundamentais para o desenvolvimento das análises e dos componentes, por isso, cabe a consolidação e geração de informações a partir desta etapa.

Além disto, pretende-se realizar a análise dos dados do Censo de 2010 do IBGE referentes à renda, escolaridade, saneamento; da CPRM de ocorrência de movimentos de massa, pontos de alagamento; do INPE referentes às queimadas; do DATASUS e os bancos de dados de mortalidade (SIM) e de notificação de agravos e doenças (SI-NASC) e dos demais Institutos e Órgãos de pesquisa nacionais, estaduais e municipais a fim de estruturá-los e analisá-los com objetivo de promover as correlações dos IS e as vulnerabilidades socioambientais e de saúde na BHGM.

O desafio do estudo será então ponderar os indicadores existentes, obter junto à comunidade as percepções e avaliações dos mesmos quanto às vulnerabilidades, realizar levantamento de dados que comprovem os indícios, identificar e estruturar componentes que podem contribuir para a avaliação socioecológica do ambiente, consolidar os dados e analisá-los.

Avaliação das principais ferramentas de estruturação dos IS

A análise e construção de indicadores deve considerar a síntese dos dados disponíveis de modo a atender aos cientistas, a instância governamental e ao público em geral para promover as ações e transformações necessárias.

Nas experiências avaliadas por Guimarães (2008) os indicadores mais apropriados para os casos de estudo e os dados necessitam ser agregados para que possam ilustrar a situação da BH.

Elencar os métodos adequados para cada fase de formulação no processo de normalização, ponderação, agregação, nas análises de sensibilidade e incerteza e na estruturação do IS são fundamentais (Feil e Schreiber, 2017).

Os setores censitários podem fornecer informações sobre as condições sociais, econômicas, de saneamento da população e podem ser utilizados em estudos que tem por objetivo a síntese e a avaliação de cenários.

A experiência do desenvolvimento do índice de Saneamento para BH (ISaBH) avaliada por Guimarães (2008), agrega indicadores referentes ao abastecimento de

água, esgotamento sanitário e a coleta do lixo, onde a avaliação e agregação dos resultados dos Censos identificam a situação do Saneamento básico.

Sendo assim, para analisar os IS que possam contribuir para o entendimento dos fenômenos, avaliar o panorama da sustentabilidade e apresentar os resultados por índices estruturados, avaliamos as principais ferramentas utilizadas nos estudos dos IS: Pressão, Estado, Resposta (PER), Força Motriz – Estado — Resposta (FER), Pegada Ecológica (PE), Painel de Sustentabilidade (PS) e Barômetro da Sustentabilidade (BS).

Pressão, Estado, Resposta (PER)

Proposto pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD) em 1993 utilizado também por outras agências como a UNSTAT (Divisão de Estatísticas das Nações Unidas) e a EUROSTAT (Divisão de Estatísticas da Comunidade Europeia) avalia as dimensões e indica as tendências quanto a urgência e importância das questões ambientais ou pressões identificadas (Mota et al., 2017).

O PER possui como pressuposto a consideração de que as atividades humanas exercem pressões no ambiente, por isso, posteriormente o componente Impacto foi introduzido, assim como outros componentes e determinações surgiram pela simplicidade e facilidade na execução do modelo (SEI, 2006).

A metodologia PEIR incluindo o componente Impacto foi proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 2001, utilizado pelo programa GeoCidades. Por ter uma avaliação dos Impactos, ações e pressões no ambiente podemos considerar adequado para a utilização porque podemos incluir e ponderar os parâmetros adequando à realidade identificada e percebida na paisagem.

O PER assim como os indicadores ambientais evoluíram com a Agenda 21 e o modelo baseado na Pressão, também considerada Força Motriz, Estado, Resposta foram estimulados (SEI, 2006).

Força Motriz – Estado –Resposta (FER)

A ferramenta FER ou Força Motriz – Estado – Exposição foi desenvolvida pelas Nações Unidas (UN) em 1996 e contempla a dimensão econômica, ecológica e social.

O DPSIR (Driving, Pressure, State, Impact, Response) em português (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto, Resposta) foi desenvolvido pela Agência Ambiental Europeia (EEA).

Os modelos derivados do PER possibilita atender às questões sobre a situação em que se encontra o ambiente, identifica as Pressões, avalia as ações ou Respostas que foram dadas pela sociedade frente aos impactos e auxilia na identificação dos desafios que podem ser colocados em caso de negligências e pode contribuir para a avaliação de impactos ambientais (Ariza e Araújo Neto, 2010).

A dificuldade se concentra nas ponderações das questões culturais e na definição de cada ator envolvido e possui muitos pontos a serem reavaliados para a aplicação (Svarstad et al., 2007).

Pela amplitude de usos e ponderações que podem ser feitas pelo pesquisador consideramos a ferramenta adequada em um primeiro momento, considerando as entradas as respostas de entrevistas e as percepções na área de estudo dos atores envolvidos.

Pegada Ecológica (PE)

A PE constitui um método de avaliação da pressão sobre os recursos naturais a partir do padrão de consumo, contabilizando os fluxos de matéria e energia, podendo ser aplicado do nível individual ao global, possui simplicidade e comparabilidade fatores que contemplam o método elaborado por Wackernagel e Rees (1996) como um dos mais utilizados (Feitosa et al, 2010).

A ferramenta PE tem se apresentado como recurso muito aceito para sistemas enxutos com menor amplitude pela dificuldade em atender todos os requisitos de entrada e de saída e suas repercussões no ambiente. Sendo então um modelo ideal para o uso individual podendo ser empregado para fins didáticos.

Painel de Sustentabilidade (PS)

Apresenta o índice de tendência da sustentabilidade local pela média de vários indicadores com pesos iguais agregados pelas categorias de importância e performance, representando as dimensões: ambiental, econômica, social e institucional,

pode ser utilizado para a comparação entre nações, regiões e cidades (Van Bellen, 2004a).

A instituição responsável pela coordenação e o desenvolvimento do PS ou Dashboard of Sustainability é o International Institute for Sustainable Development (IISD) do Canadá.

Como efeito de ilustração da agregação e compilação dos diversos indicadores, o PS considera uma escala pré-estabelecida que represente a variação segundo a performance dos dados dos IS do crítico ao positivo por um painel a visualização facilita a tomada de decisão e o diagnóstico da área estudada e representa uma das ferramentas mais utilizadas (Van Bellen, 2004b).

A necessidade de utilização do aplicativo para a execução do painel evidencia a necessidade de manutenção do mesmo e avaliação da posição coloca a necessidade de uma constante comparabilidade, por estes motivos a ferramenta não apresenta vantagens para a aplicação no estudo de caso.

Barômetro da Sustentabilidade (BS)

Representa o nível de sustentabilidade da área de estudo, a partir dos estágios: definição dos atores envolvidos, objetivos e questões principais, escolha dos indicadores relativos, medição dos indicadores segundo a escala de performance, combinação e hierarquização dos indicadores (Barros e Barden, 2019).

Desenvolvido em 1997 pelo The World Conservation Unit (IUCN) e The International Development Research Centre (IDRC) se propõe a avaliar as dimensões econômicas, políticas, sociais e culturais em uma representação gráfica que forma uma interseção entre os dois eixos dentro do gráfico.

Reis et al (2017) realizaram a avaliação de três Bacias Hidrográficas quanto ao desempenho do índice de Sustentabilidade pelo PS, metodologia mais simples a ser executada frente a PE e o BS e coloca a necessidade do apoio do Poder Público nas ações que minimizem os impactos na sociedade de efeito de médio a longo prazo e o monitoramento da Sociedade civil.

O Indicador sistêmico BS realiza a análise bidimensional quanto ao bem-estar humano e ecológico elaborado por Prescott-Allen (2001) como um método simples e

flexível pela determinação do pesquisador que a utiliza, podendo ser utilizado em escala local para a determinação do status da sustentabilidade de Insustentável ao Sustentável e como pontos críticos se coloca a escolha, organização e a construção das escalas de desempenho pelo analista podendo deixar brechas a críticas quanto ao método científico (Kronemberger et al., 2008).

A ferramenta BS traduz a situação do ambiente, considera os diferentes aspectos da sustentabilidade sendo adaptável, relevante para a caracterização de diagnósticos, mas sua utilização depende de grande participação social e do usuário que a estipula.

Os indicadores podem ser combinados para comunicar e identificar as necessidades e tendências da sustentabilidade ao nível local, dependendo então das avaliações a ser consideradas de entrada e a execução do modelo escolhido.

Cabe a ponderação de que estimativas se aproximam, mas não conseguem imprimir totalmente a realidade local e os valores da sociedade, por isso, a importância da realização de pesquisas e questionários para seleção e até mesmo o descarte de indicadores a serem avaliados na aplicação das ferramentas de agregação.

Considerações Finais

Os estudos de Bacias Hidrográficas a partir dos Indicadores de Sustentabilidade são uma oportunidade de avaliar o seu contexto nas dimensões sociais, ambientais, econômicas e institucionais de forma integradora e pode contribuir para a compreensão dos impactos, dos efeitos das mudanças climáticas como a variação do nível d'água na baía de Guanabara e na BHGM.

Os sistemas de IS mais conhecidos internacionalmente foram apresentados de forma sintética neste trabalho, mas possuem limitações e desafios. Geralmente são alvo de críticas principalmente por considerar a avaliação do desempenho e a possibilidade de comparação de cenários.

A busca pelo desenvolvimento territorial sustentável propõe a necessidade de mudanças nas estruturas econômicas e políticas junto às instituições democráticas mediadoras colocando a interação, o debate e as adaptações, na prática na área

estudada, como a experiência de Seattle propõe considerando a percepção ambiental como elemento transformador (Almeida et al, 2017).

Manter os serviços ecossistêmicos, garantir a disponibilidade, a qualidade e o acesso à água, assim como conscientizar a população quanto a importância dos recursos naturais e das UCs do entorno, o cumprimento da legislação ambiental e o fortalecimento das instituições e organizações das partes interessadas são fundamentais e se complementam na busca da sustentabilidade (Latawiec e Adol, 2015).

Como limitantes podemos identificar a falta ou inexpressiva representação organizacional da sociedade e dos atores envolvidos na participação no processo de construção das avaliações, na escolha dos indicadores e demais etapas do processo.

A desconsideração da dinâmica urbana ou dos serviços ecossistêmicos e a abordagem integradora ou se limitarem ao local desconsiderando as relações diversas e a vulnerabilidade institucional intrínseca da área, limitam e fragilizam as análises (Reis et al, 2017).

Como outro aspecto limitante, a questão da percepção falsamente positiva da realidade se apresenta como um problema na mensuração e nos usos dos métodos de avaliação, pois os indicadores não são completos, reduzem as diversidades e as possibilidades para efeitos elucidativos e de agregação (Leite et al, 2018).

Mas cabe a ponderação no uso do recurso para conhecer os principais determinantes, identificar os aspectos críticos e indicar os pontos de melhorias na gestão ambiental, para a tomada de decisão e o planejamento territorial estatal e a estruturação destes envolvendo os setores da sociedade.

Considerar o panorama e o desempenho podem gerar distorções. Por isso, o direcionamento das avaliações e seus usos devem estar associados com a participação da população local e suas organizações, sendo promovidas ações de Educação Ambiental, conscientização e a articulação do Poder público e suas diferentes esferas.

A sustentabilidade se propõe ser integradora e universal, por conter em seu escopo o equilíbrio social, econômico e ambiental e com isso, os indicadores de sustentabilidade podem contribuir para a verificação do acesso aos direitos e ao saneamento e o exercício da cidadania.

Agradecimentos

Agradeço a oportunidade de ter contato com a temática nos seminários CSRio sobre os Indicadores de Sustentabilidade, a todas as intervenções, ajudas, críticas e sugestões na leitura do trabalho por Ingrid Pena e por todo aprendizado no período conturbado no ano de 2020 na PUC-Rio.

Referências

ANA. ARTICULAÇÃO NACIONAL DE AGROECOLOGIA (BRASIL). **Olhares agroecológicos: análises econômico – ecológica de agroecossistemas em sete territórios brasileiros**. LONDRES, F.; PETERSEN, P.; MARTINS, M. (Org.). - 1 ed. – Rio de Janeiro: AS-PTA, 2017. 192 p.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília: ANA, 2019.

ALCÂNTARA, V. S.; STRAUCH, J C M; AJARA, C. Metodologia para análise da vulnerabilidade socioambiental: estudo de caso na macrorregião da Costa Verde. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 3, p. 555-570, 2013.

ALMEIDA, R; SCATENA, L M; LUZ, M. S. Percepção ambiental e políticas públicas - dicotomia e desafios no desenvolvimento da cultura de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 1, p. 43-64, jan-mar, 2017.

ARAÚJO, I. M. M. DE; OLIVEIRA, Â. G. R. DA C. Interfaces entre a saúde coletiva e a ecologia política: vulnerabilização, território e metabolismo social. **Saúde Debate**, v. 41, n. especial, p.276-286, jun. 2017.

AQUINO, A. R. DE; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R DE. **Vulnerabilidade ambiental**. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher: 2017, 112p.

ARIZA, C. G.; ARAÚJO NETO, M. D. Contribuições da geografia para avaliação de impactos ambientais em áreas urbanas, com o emprego da metodologia Pressão-Estado Impacto-Resposta (PEIR). **Caminhos de Geografia UFU**, Uberlândia, v. 11, n. 35, p. 128-139, set. 2010.

BARCELLOS, F. C.; CARVALHO, P. G. M DE; CARLO, S. DE. **Contabilizando a sustentabilidade: principais abordagens**. Rio de Janeiro: IBGE - Coordenação de Estatísticas Econômicas e Classificações, Texto para Discussão. Diretoria de Pesquisas, v. 1, n. 36, 2010, 48 p.

GeoPUC, Rio de Janeiro, v. 14, n. 27, p. 73-95, jan-jun. 2021

BARROS, C S; BARDEN, J E. Aplicação do barômetro da sustentabilidade no Brasil: um estudo bibliométrico. **Revista Produção Online. Florianópolis, SC**, v. 19, n. 1, p. 129-151, 2019.

BECCARI, B. A comparative analysis of disaster risk, vulnerability and resilience composite indicators. **PLoS currents**, v. 8, 2016.

BENETTI, L B. **Avaliação do Índice de Desenvolvimento Sustentável (IDS) do município de Lages/SC através do método do Painel de Sustentabilidade**. 215 f. (Tese de Doutorado) Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina–UFSC. 2006.

BRASIL, C. I. DO. Bombeiros combatem há dois dias incêndio na Serra dos Órgãos. **Agência Brasil**. Rio de Janeiro. 05 ago. 2020. Geral. Disponível em: <https://agencia-brasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/bombeiros-combatem-ha-dois-dias-incendio-na-serra-dos-orgaos>. Acesso em: 9 nov. 2020.

CARVALHO, P G M ; BARCELLOS, F C. Mensurando a sustentabilidade. In: MAY, P; LUSTOSA, M C; VINHA, V. **Economia do meio ambiente: teorias e práticas**. Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CAVALCANTI, A. P. B. Sustentabilidade ambiental como perspectiva de desenvolvimento. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, v. 8, n. 1, p. 219-237, jan/jul. 2011.

CORREIA, L. A. M. B. **Vulnerabilidade socioambiental: análise da cidade do Natal/RN a partir do índice geral de vulnerabilidade socioambiental por bairro**. 105 f. (Dissertação de Mestrado) - Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/Prodema, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN. 2016.

DUTRA JÚNIOR, N. P. S. Vulnerabilidade Socioambiental em Ituiutaba-MG. **Revista Formação (ONLINE)**, v. 3, n. 23, p. 163-186, mai- ago/2016.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Análise da estrutura e dos critérios na elaboração de um índice de sustentabilidade. **Sustentabilidade em Debate - Brasília**, v. 8, n. 2, p. 30-43, ago/2017.

FEITOSA, M J S; CÂNDIDO, G A; FIRMO, L A. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: uma aplicação do Ecological Footprint Method no município de Campina Grande (PB). **Revista Ambientia**. Guarapuava (PR), v. 6, n. 3, p. 393-414, Dez/2010. G1. Polícia flagra extração ilegal de barro em Cachoeiras de Macacu, no RJ. 13/09/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2018/09/13/policia-flagra-extracao-ilegal-de-barro-em-cachoeiras-de-macacu-no-rj.ghtml>. Acesso em: 13 ago. 2020.

GUIMARÃES, L. T. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas.** 237 f. (Tese de Doutorado). Programa de Pós Graduação de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2015.** Estudos e pesquisas. Informação geográfica, ISSN 1517-1450; n. 10, Brasil, 2015, 352p.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; FUNDAÇÃO COPPETEC. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. R4 – Relatório gestão de recursos hídricos. Final. Governo do Estado do Rio de Janeiro / Secretaria de Estado do Ambiente / Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro, Outubro de 2013.

_____. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. R3-A - Temas Técnicos Estratégicos. TR-03 – Vulnerabilidade a Eventos Críticos. Final. Governo do Estado do Rio de Janeiro / Secretaria de Estado do Ambiente / Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro, Março de 2014.

KRAMA, M. R. **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil, usando a ferramenta Painel de Sustentabilidade.** 185 f. (Dissertação de Mestrado) Engenharia de Produção e Sistema – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Set/ 2008.

KRONEMBERGER, D. M. P., CLEVELARIO JUNIOR, J., NASCIMENTO, J. A. S. D., COLLARES, J. E. R., & SILVA, L. C. D. D. Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 25–50, jun/2008.

LATAWIEC, A.E.; AGOL, D. (Org.) **Sustainability Indicators in Practice.** 1ed. Warsaw: De Gruyter Open Ltd, v. 1, 2015, 257 p.

LEITE, D. T. B. DE S.; SANTOS, L. X. C.; LIMA, R. G.; ASSUNÇÃO, S. J. R. & RIBEIRO, A. S. Os equívocos dos Indicadores de Sustentabilidade. **Revista Educação Ambiental em Ação.** v. XVII, n. 64, p.1-12, Junho-Ago/2018.

MAIOR, M M S; CÂNDIDO, G A. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 16, n. 31, p. 241-264, jun 2014.

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development.** A report to the Balaton Group. Hartland Four Corners-VT: The Sustainability Institute, 1998. 78 p.

MEDEIROS, M D. **Eventos hidroclimáticos extremos e vulnerabilidade socioambiental a inundações no Baixo-Açu – RN.** 207 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MENDONÇA, A P G; BRITO, F S L; SILVA, R C B; DUARTE, J M; FERNANDES, L L; Índice de Sustentabilidade: Um estudo de caso no entorno do Parque Estadual do Utinga. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**, IX. 2017. São Paulo. p. 2322-2333, Blucher, 2017.

MOTA, J A; MANESCHY, M C; SOUZA-FILHO, P W M; TORRES, V F N; SIQUEIRA, J O; SANTOS, J F & MATLABA, V. Uma nova proposta de indicadores de sustentabilidade na mineração. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 8, n.2, p.15-29, Ago/2017.

NASCIMENTO, J. L.; DEISS, I.; RIBEIRO, E. de A.; PESSOA, F; CRONEMBERGER, C. Do Queijo aos Castelos: a alta montanha em chamas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos. **O ECO**. Rio de Janeiro. 7 ago. 2020. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/colunas/colunistas-convidados/do-queijo-aos-castelos-a-alta-montanha-em-chamas-no-parque-nacional-da-serra-dos-orgaos/>. Acesso em: 14/08/2020.

O SÃO GONÇALO. Cedae amplia a rede de abastecimento de Maricá. RJ. 16 set 2020. Disponível em: <https://www.osaogoncalo.com.br/servicos/87714/cedae-amplia-a-rede-de-abastecimento-de-marica>. Acesso em: 20/10/2020.

OSTROM, E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. **Science**, v. 325, n. 24 July 2009, p. 419-422, 2009.

P

INTÉR, L.; HARDI, P.; MARTINUZZI, A.; HALL, J. Bellagio STAMP: Principles for sustainability assessment and measurement. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 20-28. 2012.

REIS, C M M; LIMA, E R V; ANDRADE, M O; REIS, C M M. Avaliação do Desempenho do índice de Sustentabilidade pelo Dashboard Sustainability nas Bacias Hidrográficas dos Rios Jaguaribe, Cabelo e Cuiá na Cidade de João Pessoa (PB). **Gaia Scientia**. v. 11, n.2, p. 177-202, Jun 2017.

RODRIGUES, Z. M. R. **Sistema de Indicadores e desigualdade socioambiental intraurbana de São Luis-MA**. 208 f. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 2010.

SANT'ANNA, N C R. **Índice de performance da sustentabilidade municipal: uma nova proposta metodológica para a avaliação socioeconômica e ambiental dos municípios Brasileiros**. 112 f. (Dissertação de Mestrado) Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA, DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA; UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Governo da Bahia (Org.). **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental**. Série estudos e pesquisas, 75. Salvador:SEI, 2006, 83 p.

SEIXAS, C. S.; PRADO, D. S.; JOLY, C. A.; MAY, P. H.; NEVES, E. M. S. C.; TEIXEIRA, L. R. Governança ambiental no Brasil: rumo aos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS)? **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 25, n. 81, p. 1-21, 2020.

SCHUMANN, L R M A. **A multidimensionalidade da construção teórica da vulnerabilidade: análise histórico-conceitual e uma proposta de índice sintético**. 144f. (Tese de Mestrado) - Centro de Estudos Avançados e Multidisciplinares, Universidade de Brasília, 2014.

SILVA, J F B A; REBOUÇAS, S M D P; ABREU, M C S; RIBEIRO, M C R. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 149-168, Fev/2018.

SVARSTAD, H. et al. Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. **Land Use Policy**, v. 25, n. 1, p. 116-125, Mar/2007.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our Ecological Footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriola Island, BC, and Philadelphia, PA: New Society Publishers. 1996.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

VAN BELLEN, H M. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos eBAPE**. BR, v. 2, n. 1, p. 01-14, Mar/2004a.

VAN BELLEN, H M. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67-87, Jun/2004b.

Recebido em 15 dez. 2020;
aceito em 22 mar. 2021.