

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO SOCIOECONÔMICO - CSE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS

Análise da Evolução do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável
Modificado no Brasil entre 2004 e 2014

Gabriela Kluge Moraes

Florianópolis, 2017.

GABRIELA KUGE MORAES

Análise da Evolução do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado no Brasil entre 2004 e 2014.

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme de Oliveira

FLORIANÓPOLIS
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Moraes, Gabriela Kluge
ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE BEM-ESTAR ECONÔMICO
SUSTENTÁVEL MODIFICADO NO BRASIL ENTRE 2004 E 2014. /
Gabriela Kluge Moraes ; orientador, Guilherme de Oliveira,
2017.
79 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio
Econômico, Graduação em Ciências Econômicas, Florianópolis,
2017.

Inclui referências.

1. Ciências Econômicas. 2. Economia do Meio Ambiente. 3.
Desenvolvimento Sustentável. 4. Sustentabilidade. I.
Oliveira, Guilherme de. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Ciências Econômicas. III. Título.

Gabriela Kluge Moraes

**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE BEM-ESTAR ECONÔMICO
SUSTENTÁVEL MODIFICADO NO BRASIL ENTRE 2004 E 2014.**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação em Ciências Econômicas.

Florianópolis, 28 de Novembro de 2017.

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 10,0 ao aluno Gabriela Kluge Moraes na disciplina CNM 7107 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Guilherme de Oliveira
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Marcos Alves Valente
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Ronivaldo Steingraber
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, meus amigos Matheus Graf e Guilherme Luiz ao meu incrível orientador, Guilherme de Oliveira.

AGRADECIMENTOS

Eu não poderia deixar de prestar meus agradecimentos à todos aqueles que me apoiaram e me mantiveram motivada durante toda essa caminhada.

Aos meus pais, Claci e Fábio, que trabalharam duro para que eu pudesse chegar onde cheguei, me apoiaram, me fizeram acreditar que tudo ia dar certo, mesmo quando parecia que não ia e nunca me deixaram desistir. Eu amo vocês, muito obrigado.

Prof. Dr. Guilherme de Oliveira, que aceitou embarcar nessa ideia maluca, sempre me fez acreditar que eu ia conseguir terminar essa jornada e sempre teve uma citação de *Star Wars* para fazer eu me sentir melhor e me motivar a não desistir. Alguém que se tornou mais do que um Professor e quem eu tenho como um amigo para o resto da minha vida.

Meus irmãos Rafaela e Ricardo, que são a minha motivação para ser uma pessoa melhor amanhã do que sou hoje, além de Charlotte e Lola, cujo olhar de amor sempre foi o meu porto seguro.

Meus amigos Matheus e Guilherme, que aguentaram todo o drama da minha vida acadêmica sem desistir de serem meus amigos e sempre aceitaram me acompanhar em noites regadas a filmes adolescentes e algumas (poucas) garrafas de vinho.

Gabriella Livramento, Akauã Arroyo, Ana Paula Klaumann, Thales benites, Alessandra Marinhuk e Gabriel Toscani, seis das melhores pessoas que eu conheci em todo o período em que estive na Universidade e que sempre souberam o que dizer para que eu me sentisse mais tranquila e confiante, vocês são incríveis e eu terei muito prazer em dividir a minha profissão com vocês. Em especial um agradecimento para meu amigo Akauã, que operou milagres para me ajudar a entender a mecânica dos *softwares* de estatística.

Silvana Fabris, minha mãe da ilha, que cuidou de mim e me acolheu como filha e sempre fez eu me sentir segura de estar em uma cidade diferente.

Meu padrinho Edgar Dutra, que me disse um dia que sempre soube que eu ia conseguir e que eu sei que, onde quer que ele esteja nesse momento, está orgulhoso de mim.

Uma homenagem especial aos meus queridos colegas que junto comigo cometeram a loucura aceitar compor uma Comissão de Formatura, Eduardo Prado e Mariana Pereira, vocês são loucos e eu amo muito vocês, obrigada por não me deixar sozinha nesse barco e por me ajudar a fazer a melhor formatura da UFSC.

Aos meus Professores: Prof. Dr. Silvio Cario, Prof. Dr. Wagner Leal Arienti, Prof. Dr. Helberte França, agradeço pelos conhecimentos compartilhados e as conversas entre as aulas.

E por fim, agradeço a minha segunda Casa, a Universidade Federal de Santa Catarina, por me fazer companhia e por me proporcionar memórias incríveis nesses anos de caminhada.

Do longo sono secreto
na entranha escura da terra
o carbono acorda diamante.
(Helena Kolody)

RESUMO

A preocupação com o Meio Ambiente é um assunto cada vez mais abordado na economia. Diversos conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade estão estabelecidos. Juntamente com a evolução dos conceitos, criou-se diversas maneiras de mensurar o desenvolvimento sustentável para tentar explicar o bem-estar de uma maneira mais abrangente que os indicadores convencionais. O IBEEsM desenvolveu-se por uma inspiração a partir das mudanças na metodologia dos índices desenvolvidos anteriormente. O objetivo principal deste trabalho é analisar o comportamento do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado no Brasil no período entre 2004 e 2014 e comparar com os indicadores convencionais, PIB e IDH, para verificar a abrangência de sua explicação na questão do bem-estar econômico sustentável. Primeiramente, o estudo partiu de concepções teóricas documentais referentes ao tema de economia do meio ambiente relacionada à criação de índices de Bem-Estar econômico e sustentável. Realizou-se um levantamento de dados secundários em fontes oficiais e estimou-se empiricamente, por meio da Análise dos Componentes Principais o índice para o Brasil a partir da metodologia construída. A decomposição do índice para análise do comportamento das variáveis dentro das dimensões permitiu avaliar o impacto de cada uma em relação ao bem-estar. Conclui-se, a partir das análises, que o bem-estar econômico sustentável é melhor explicado quando abordadas as suas três dimensões. Conclui-se também que o desmatamento é uma medida importante para o bem-estar no Brasil. Constatou-se, por fim, que os indicadores convencionais não captam todas as mudanças referentes, especialmente, ao meio ambiente.

Palavras-chave: Economia do Meio Ambiente; Desenvolvimento Sustentável, Bem-Estar Sustentável; IBEEsM.

ABSTRACT

The concern with the Environment is an increasingly issue addressed in the economy. Several concepts of sustainable development and sustainability are established. Along with the evolution of the concepts, several ways of measuring the sustainable development are created to explain the welfare in a way more embracing that the conventional indicators. The IBEEsm was developed by an inspiration from the changes in the methodology of the indexes previously develop. The aim of this study is to analyze the behavior of the Modified Sustainable Economic Welfare Index in Brazil between 2004 and 2014 and comparisons with monetary, GDP and HDI indicators to verify the comprehensiveness of its explanation on the issue of sustainable economic welfare. Firstly, the study of theoretical documentary conceptions referring to the theme of environmental economics related to the creation of economic and sustainable welfare indexes. A survey of secondary data from official sources and empirical estimated by means of Principal Components Analysis, the index for Brazil from the constructed methodology. A decomposition of the index to analyze the behavior of the variables within the allowed dimensions, the impact of each in relation to the welfare. It is concluded, from the analyzes, that sustainable economic welfare is better explained when approached as its three dimensions It is also concluded that deforestation is an important problem for the welfare in Brazil. Finally, it was found that conventional indicators are not all seen as changes related, especially, to the environment.

Keywords: Environmental Economy; Sustainable Development; Sustainable Welfare; IBEEsm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado.....	55
Figura 2 - Taxa de Variação ano a ano das dimensões.....	56
Figura 3 - Decomposição da dimensão ambiental entre 2005-2014.....	58
Figura 4 - Decomposição da dimensão social entre 2005-2014.....	61
Figura 5 - Decomposição da dimensão econômica entre 2005-2014.....	64
Figura 6 - Comparativo entre $IBEES_m$ e PIB ppc US\$2010 2005-2014.....	67
Figura 7- Comparativo entre $IBEES_m$ e IDH 2005-2014.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Seis Conceitos de Sustentabilidade.....	19
Tabela 2 - Variáveis Índice Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado	48
Tabela 3 - Autovalores da matriz de correlação ou variância explicada pelos componentes principais da dimensão.....	50
Tabela 4 - Matriz de coeficientes ou autovetores da matriz de correlação da dimensão.....	50
Tabela 5 - Pesos das variáveis que compõem as dimensões do IBEEsm.....	53
Tabela 6 - Resultados da agregação das variáveis e cálculo do IBEEsm.	54
Tabela A.1 – Variáveis ISEW.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CH ₄	Metano
CDS	Comissão de Desenvolvimento Sustentável
CO ₂	Dióxido de Carbono
DS	Desenvolvimento Sustentável
EAW	Economic Aspects of Welfare
EPWT	Extended Penn World Tables
ESI	Economic Sustainability Index
GEE	Gases do Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBEES _m	Índice de Bem-Estar Econômico Modificado
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change.
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISEW	Index of Sustainable Economic Welfare
MEW	Measure of Economic Welfare
NO ₂	Óxido Nitroso
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Produto Nacional Bruto
PPC	Paridade do Poder de Compra
PTF	Produtividade Total dos Fatores
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SSE	Steady-State Economy

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1. <i>Objetivo geral</i>	17
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Conceitos de Desenvolvimento Sustentável.....	18
2.2 Tentativas de mensurar o Bem-Estar Sustentável / Desenvolvimento sustentável	32
3 MÉTODOS E TÉCNICAS.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.2 Comparação com os Indicadores Convencionais	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICE A.....	78

1 INTRODUÇÃO

É notável que, desde 1970, houve um crescimento da preocupação com problemas relacionados à escassez dos recursos naturais. O crescimento populacional, por exemplo, exerceu um papel proeminente, já que em nível mundial, a população cresceu em mais de dois bilhões de pessoas entre 1980 e 2010 (UNSD, 2017). Essa considerável elevação gerou crescimento econômico mas, conseqüentemente, levou a uma maior utilização dos recursos naturais.

Esta crescente preocupação evoluiu para discussões em torno da noção de desenvolvimento sustentável. Dentre os muitos conceitos que existem para sustentabilidade, um deles foca a distinção entre “sustentabilidade fraca” e “sustentabilidade forte”. A ideia de fraca e forte não diz respeito a diferentes tipos de sustentabilidade. Em ambas, o objetivo é manter a utilidade das gerações futuras constante, no mínimo. As abordagens divergem naquilo que é necessário para a realização do consumo, cuja diferença foca na possibilidade de substituições, ou seja, na administração dos recursos para manter as oportunidades de produção (PEARMAN et. al. 2003).

A ideia de sustentabilidade fraca pressupõe que o capital produzido, conceito que será abordado com maior profundidade mais a frente, substituirá o uso dos recursos naturais na produção ao longo do tempo. Já a ideia de sustentabilidade forte considera que não existe diferença entre a quantidade de capital produzido e os recursos naturais empregados na produção, pois não há substituíbilidade entre eles.

Mesmo que a preocupação com a sustentabilidade advenha de uma preocupação ética com as futuras gerações, e com o fato de que essa preocupação precisa ser incorporada às decisões que são tomadas no presente, o conceito de sustentabilidade é muito vago (SOLOW, 1993). Apesar de todas as várias definições de desenvolvimento sustentável presentes na literatura, oriundos da subdivisão da economia do meio ambiente, a grosso modo, em Economia Ambiental e Economia Ecológica, essa área de estudo ainda está sujeita a controvérsias das mais diversas naturezas.¹

Uma dessas controvérsias refere-se a como mensurar o argumento da função de Bem-Estar social intertemporal. A mensuração do bem-estar é um aspecto fundamental na avaliação do desenvolvimento econômico e sustentável. Para Solow (1993), por exemplo, quando se trata de mensurar a contribuição da economia para o bem-estar de uma nação, os

¹ Ver Solow (1993); Veiga (2005); Abramovay (2010).

métodos convencionais, entre eles o PIB e o Produto Nacional Bruto (PNB), são incompletos, porque omitem a depreciação de bens de capital fixo.

Nesse contexto, Nordhaus e Tobin (1972) desenvolveram um indicador que conecta o crescimento econômico com bem-estar social, num contexto em que a sustentabilidade ambiental importa, o índice *Medida de Bem-Estar Econômico (Measure of Economic Welfare - MEW)*. Segundo os autores, o objetivo da medida era “melhorar” os indicadores convencionais, explorando ainda as discrepâncias entre o PNB e o Bem-Estar econômico.

Em 1989, Daly e Cobb (DALY, 1997) analisaram o índice e notaram que, para a primeira metade do período contemplado pelos autores havia correlação entre o PNB e *MEW*, mas para a outra metade do período, essa relação enfraquecia. Daly e Cobb (1994) desenvolveram o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (*Index of Sustainable Economic Welfare - ISEW*), que trazia alterações para o quadro das contas nacionais de uma economia, adicionando aspectos que não eram capturados pelas contas nacionais convencionais.

O Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (*ISEW*) tem sido amplamente estudado e aplicado como um indicador alternativo de Bem-Estar econômico social. O Índice, atualmente, já foi calculado para o Chile (CASTEÑEDA, 1999), Portugal, (BEÇA; SANTOS, 2014), Itália (PULSELLI ET AL, 2012), Tailândia (CLARKE; ISLAM, 2005), Áustria (STOCKHAMMER ET AL., 1997), tendo ainda o seu método revisado por Beça e Santos (2010). Para o Brasil, estudos nessa área ainda são escassos, com poucas exceções, como Folhes, Viana e Mera (2010), que calculou o índice para o estado do Ceará.

É nesse contexto que o presente trabalho se insere, buscando estimar uma versão adaptada do *ISEW* para o Brasil no período 2004 e 2014. O Brasil é um dos países mundiais com maiores estoques de recursos naturais. Uma de suas características mais marcantes é a heterogeneidade da biodiversidade de seus seis biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampas e Pantanal (MMA, 2017). Ademais, o Brasil têm desempenhado um papel de liderança nas negociações internacionais a respeito das mudanças climáticas (BANCO MUNDIAL, 2017).

Não obstante, diante dos compromissos acordados pela Agenda 21, da qual o Brasil fora escolhido como sede da Conferência e também é signatário - e que constitui na mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado desenvolvimento sustentável (MMA, 2017), cabe analisar o comportamento e a trajetória de desenvolvimento do país, a fim de verificar se houve, de fato, mudanças qualitativas no bem-estar econômico sustentável.

Diante do exposto, o presente trabalho visa responder a seguinte questão: como se comportou o Índice De Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado no Brasil no período entre 2004 e 2014?

1.2 Objetivos

Os objetivos desta monografia podem ser subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é analisar o comportamento do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado no Brasil no período entre 2004 e 2014.

1.2.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos citam-se:

- I. Revisar a literatura de economia do meio ambiente relacionada à criação de índices de Bem-Estar econômico e sustentável;
- II. Realizar um levantamento de dados secundários em fontes oficiais e estimar empiricamente o índice para o Brasil;
- III. Analisar o comportamento do índice ao longo do tempo, comparando-o com o desempenho dos indicadores econômicos convencionais.

Para atender ao objetivo geral, a presente monografia está organizada da seguinte forma: o segundo Capítulo apresentará uma revisão de literatura, revendo, dentre os muitos conceitos de sustentabilidade, os mais pertinentes à análise que será feita; em seguida, no Capítulo Três, serão apresentados os métodos e técnicas utilizados para a construção do índice e realização da análise. No quarto Capítulo, serão apresentados os resultados da análise do comportamento do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado para o Brasil no período 2004-2014 e por fim, o quinto Capítulo traz as considerações e conclusões finais oriundas da análise.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura disponível em Economia do Meio Ambiente, em especial no tocante ao Desenvolvimento Sustentável, é amplamente diversificada. O presente capítulo busca revisar alguns dos conceitos dentro da literatura e posteriormente revisar algumas das tentativas de se mensurar aquilo que foi conceituado como Desenvolvimento Sustentável.

2.1 Conceitos de Desenvolvimento Sustentável

Existem várias definições de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade. O ponto central dessa ampla conceituação não se trata apenas das diversas formas de dar um significado ao conceito, mas sim a sua dificuldade de resumir em algumas palavras algo tão extenso em conteúdo e tamanha dimensão como é ao se tratar do meio ambiente e das atividades humanas e econômicas que interagem com ele.

Igualmente difícil é encontrar um conceito gere concordância entre toda a comunidade científica, pois o assunto é tão robusto que se desdobra em vertentes e paradigmas. Importante, no entanto, é salientar que não se trata de um conceito estar mais correto que o outro, mas sim da capacidade de tornar a descrição algo tido como aceito cientificamente.

Pearman *et al.* (2003) afirma que a preocupação com a sustentabilidade advém de uma preocupação com as gerações futuras em conjunto com uma avaliação do valor dos fatos, o que implica que essa preocupação precisa ser incorporada na tomada de decisão no presente. Essa afirmação pode ser vista no caso dos recursos não renováveis. Os autores afirmam que:

[...] se nós não nos preocupássemos com as gerações futuras, então o uso de recursos não renováveis na produção não iriam requerer nenhuma atenção especial no processo de tomada de decisão atual. Igualmente, se nada que fizéssemos agora tivesse alguma implicação para as gerações futuras, não obstante uma preocupação ética para eles, não haveria necessidade de pensar neles no planejamento atual e na tomada de decisões. (PEARMAN *et al.*, 2003, p.85, tradução nossa)

Nesse contexto, a Tabela 1 traz seis conceitos de sustentabilidade que são amplamente discutidos na literatura de economia do meio ambiente. Um exemplo de conceito referente à primeira definição pode ser creditada à John Pezzey (PEARMAN *et al.*, 2003), em que desenvolvimento sustentável pode ser definido como “a utilidade não decrescente de um membro representativo da sociedade por milênios no futuro.” (PEZZEY, 1992). Pezzey

(1992) ainda destaca que a utilidade, nessa definição, se refere apenas a um momento e afirma que um tratamento mais amplo inclui preferências ao longo do tempo como parte da utilidade, porém, de modo que seja mais simples o entendimento, ele considera as preferências do tempo como separadas e representadas por taxas de desconto, que serão abordadas ao longo da discussão.

Tabela 1: Seis Conceitos de Sustentabilidade.

-
1. Um estado sustentável é aquele em que a utilidade (ou o consumo) não diminui ao longo do tempo
 2. Um estado sustentável é aquele em que os recursos são gerenciados de modo a manter oportunidades de produção para o futuro.
 3. Um estado sustentável é aquele em que o estoque de capital natural não diminui ao longo do tempo.
 4. Um estado sustentável é aquele em que os recursos são gerenciados de modo a manter um rendimento sustentável dos serviços de recursos.
 5. Um estado sustentável é aquele que satisfaz condições mínimas para a resiliência do ecossistema através do tempo.
 6. Desenvolvimento sustentável como construção de consenso e desenvolvimento institucional.
-

Fonte: PEARMAN et al. (2003, p. 86, tradução nossa)

O segundo conceito pode ser definido como “preservar oportunidades para as futuras gerações como um senso comum de noção mínima de justiça intergeracional” (PAGE, 1977, p. 202). A definição, segundo Pearman *et. al.* (2003), remete ao conceito de John Locke de aquisição justa, e “a ideia é que a geração atual não tem o direito de esgotar as oportunidades oferecidas pela base de recursos”, uma vez que a geração atual não é propriamente “dona” da base de recursos.

Os conceitos 1 e 2 da Tabela 1 levantaram uma questão: A sustentabilidade é possível? A partir desta pergunta, elenca-se a ideia de possibilidades de substituição. Solow (1986) criticou os ambientalistas que insistem na afirmação de que os recursos naturais devem permanecer conservados para as gerações futuras. O autor afirma que

A geração atual não deve, especialmente, aos seus sucessores uma parcela desse ou desse recurso particular. Se deve qualquer coisa, deve capacidade produtiva generalizada ou, de modo mais geral, acesso a um determinado nível de vida ou nível de consumo. Se a capacidade produtiva deve ser transmitida através de geração sob a forma de depósitos minerais ou equipamentos de capital ou conhecimento tecnológico é mais uma questão de eficiência do que de equidade. (SOLOW, 1986, p.142, tradução nossa)

Assim, Solow (1986) afirma que o que de fato importa para as gerações futuras não é o estoque de recursos naturais, mas as capacidades de produções herdadas para com aqueles recursos e as suas oportunidades de consumo.

Dessa forma, Pearman *et. al.* (2003) afirma que, para fazer a distinção definida por Solow, é necessário acreditar que é possível deixar para as gerações futuras algo que substitua os recursos não renováveis. Entretanto, se não é possível transmitir para as gerações futuras um substituto para honrar o compromisso ético com os sucessores e deixá-los com as mesmas oportunidades de consumo que a geração atual, tem-se a obrigação de "legar uma parcela desse ou aquele recurso" (PEARMAN *et. al.*, 2003, p.87).

Tais questões podem ser exploradas mais intuitivamente por meio de uma função de bem-estar social intertemporal (1). Na função, o indivíduo representativo tem utilidade a partir do consumo.

$$W = \int_{t=0}^{t=\infty} U(.)e^{-\rho t} dt. \quad (1)$$

A função de Bem-Estar intertemporal acima opera com a utilidade proveniente, na maioria dos casos, do consumo. Pearman *et. al.* (2003) alegam que o importante, nesse caso, é a questão da viabilidade, ou seja: em que condições o consumo constante é sempre possível, apesar de a produção usar insumos de um recurso não renovável disponível apenas em quantidade total finita? Os autores afirmam que a função de produção $Q=(K_t, R_t)$ pode ser tal que tornaria impossível o consumo constante ao longo do tempo.

Existe um programa de acumulação de capital, de modo que R_t nunca se torna realmente zero (ele fica assintoticamente até zero) e o consumo pode ser mantido constante para sempre. A natureza desse programa de acumulação de capital resulta de seguir a regra de Hartwick.

De acordo com Pearman *et. al.* (2003), Hartwick procurou identificar condições sob as quais o consumo constante poderia ser mantido indefinidamente, dado o uso essencial na produção de insumos de um estoque finito de um recurso não renovável. Conforme Asheim (2013), a regra de Hartwick para a sustentabilidade estabelece o reinvestimento de rendas de recursos, mantendo o valor dos investimentos líquidos igual a zero. Assim, Hartwick afirma que isso parece resolver o problema ético da geração atual para com as gerações futuras de "consumir de maneira excessiva" o produto atual, atribuído ao uso no presente de recursos não renováveis (ASHEIM, 2013).

Dessa forma, Pearman *et. al.* (2003) afirma que a regra de Hartwick é necessária, entretanto não suficiente, para a realização da sustentabilidade como consumo constante em um cenário onde a produção utiliza recursos não renováveis. Se a função de produção tratar capital e recursos naturais como complementares, por exemplo, seguir a regra de Hartwick não resultará em consumo constante para sempre. Nem se a função de produção considerar um montante de capital menor que o de recursos utilizados na produção.

Pearman *et. al.* (2003) declaram que a maioria dos economistas segue a opinião de Solow ao considerar que, de fato, as possibilidades de substituição são tais que a sustentabilidade como consumo constante para sempre, ou por no mínimo muito tempo, é viável, de modo que a regra de Hartwick seja de grande relevância política prática.

Motivada pela ideia da “regra de Hartwick”, surge no âmbito da literatura da sustentabilidade a distinção entre “sustentabilidade forte” e “sustentabilidade fraca”. Conforme Pearman *et. al.* (2003), o ponto em que a distinção ocorre é na maneira como são vistas as condições que devem ser atendidas para se verificar a sustentabilidade como consumo (ou a utilidade) constante, e portanto, não se tratam de concepções ou definições díspares de sustentabilidade.

A ideia de sustentabilidade fraca considera uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, onde $\alpha > \beta$ e K e R representam o capital e o recurso natural, respectivamente e afirmando que, ao longo do tempo, o capital substituirá o uso dos recursos; enquanto a sustentabilidade forte considera que a função de produção com capital e recursos como complementares, onde dado o Recurso, R_1 , Q_1 é a quantidade máxima que pode ser produzida, não importando a quantidade de capital empregada no processo produtivo, pois o recurso, nesse caso é essencial e não existe a possibilidade de substituição (PEARMAN *et. al.*, 2003).

O debate entre as sustentabilidades “forte” e “fraca” faz uso extensivo da noção de “capital natural” e o termo “capital” é utilizado em um sentido mais amplo, de modo que inclua qualquer estoque economicamente útil, além da força de trabalho bruta. (PEARMAN *et. al.*, 2003). Os autores definem o “Capital” em quatro conceitos: O Capital Natural é resumido por qualquer estoque naturalmente fornecido, como aquíferos e sistemas de água, terras férteis, petróleo bruto e gás, florestas, pescas e outros estoques de biomassa, material genético e a própria atmosfera terrestre; o Capital Físico diz respeito às instalações, equipamentos, edifícios e outras infraestruturas, acumulados ao dedicar parte da produção atual ao investimento de capital; o Capital Humano como estoques de habilidades aprendidas,

ou o conhecimento tácito e; Capital Intelectual que compreende o estoque de conhecimento útil, que, de outra forma, pode-se chamar de estado da tecnologia (PEARMAN *et. al.*, 2003).

Os autores esclarecem que se o capital humano for definido como a soma do capital físico, humano e intelectual, o estoque total de estoque de capital pode ser visto como consistindo em duas partes: capital natural e humano, este último também sendo referido como o “capital reprodutível”. (PEARMAN *et. al.*, 2003).

Essa nova classificação do capital levaria a função de produção a ser:

$$Q = Q(L, K_N, K_H), \quad (2)$$

em que L é o trabalho, K_N é o capital natural e K_H é o capital humano, ou reprodutível. Assim, diante do cenário exposto pela função (2), a discussão entre as duas vertentes da sustentabilidade gira em torno do que julgam ser a extensão das possibilidades de substituição entre o Capital Natural (K_N) e o Capital Humano (K_H), que é o capital feito por humanos (PEARMAN *et. al.*, 2003).

Pearman *et. al.* (2003) reiteram que a diferença operacional é que os defensores de uma sustentabilidade forte argumentam que a sustentabilidade exige que o nível de K_N seja não-declinante ao longo do tempo, enquanto os defensores da sustentabilidade fraca argumentam que a soma de K_N e K_H que não deve diminuir, à medida que as proporções de capital humano passam a substituir o capital natural na função de produção. Os autores afirmam que, claramente, Solow e Hartwick são da corrente da sustentabilidade fraca e que a maioria, mas não todos, dos economistas são da sustentabilidade fraca; enquanto a maioria, mas não todos, dos ecologistas concordam com a sustentabilidade forte. A ideia de K_N não declinante ao longo do tempo é o terceiro conceito exposto na Tabela 1. (PEARMAN *et. al.*, 2003).

Segundo Pearman *et. al.* (2003), a questão da sustentabilidade fraca versus forte é multifacetada e não permite respostas precisas firmes, exceto em contextos particulares. Os autores sustentam que não há resposta para a questão geral: até que ponto K_H é substituível pelo K_N ? E, em alguns detalhes, a resposta é tanto uma questão de ética como uma questão de ciência e tecnologia.

Mesmo dentro da ideia de sustentabilidade forte e fraca, existe um debate corrente sobre a possibilidade de se aplicar uma taxa de desconto às gerações futuras. Ao analisar a função de bem-estar (1), nota-se que o termo “ ρ ”. Esse termo representa a taxa de desconto, que tem como função representar a comparação de resultados de decisões intertemporais;

nesse contexto, a taxa desconto de tempo aplicada à utilidade, para $\rho > 0$, como geralmente assumido, significa que a utilidade futura "conta menos" do que a mesma quantidade de utilidade presente na obtenção de uma medida de bem-estar intertemporal; ou seja, o uso dos recursos no presente é mais importante do que será para as gerações futuras (PEARMAN *et. al.*, 2003).

Em suma, a sustentabilidade fraca defende que uma taxa de desconto relativamente alta deve ser aplicada às gerações futuras, de modo que as gerações atuais possam utilizar mais dos recursos naturais disponíveis, uma vez que a ideia considera que, ao longo do tempo, o capital substituirá os recursos naturais e o bem-estar das gerações atuais será maximizado.

Neumayer (2013), afirma que a sustentabilidade fraca é muitas vezes chamada de "Solow-Hartwick Sustainability", pois baseia-se na extensão da supracitada Regra de Hartwick, amparada na ideia da substituição do capital natural e partindo do pressuposto de que é abundante ou substituível tanto como entrada na produção de bens de consumo, quanto como fornecedor de utilidade direta. Neumayer (2013) declara que isso significa que o capital natural pode ser explorado de forma segura, desde que seja produzido o capital humano, ou reprodutível, suficiente em troca.

Já na sustentabilidade forte, a ideia da aplicação da taxa de desconto é que a mesma deve ser mínima ou nula, ou seja, as gerações futuras devem preservar os recursos intocados, pois a hipótese sugere que não há substituição alguma entre o capital e os recursos, de modo que o bem-estar das gerações futuras seja maior que o da geração presente.

Neumayer (2013) explicita que existem duas interpretações dentro do paradigma da sustentabilidade forte. A primeira interpretação exige a preservação do próprio capital natural em termos de valor, sendo importante destacar que ela não se refere à preservação da natureza tal como é. Essa interpretação da SS não estabelece que nunca se deve usar recursos esgotáveis, mas sim a ideia de reintroduzir os ganhos no desenvolvimento de fontes renováveis, a fim de manter constante o valor agregado do estoque total de recursos naturais. Uma crítica de Neumayer a essa interpretação é fato de não restringir a totalidade da substituíbilidade no capital natural, o que leva esse ponto de vista do paradigma a ser muito parecido com o que diz a sustentabilidade fraca.

Neumayer (2013) então afirma que a substituíbilidade dentro do capital natural também precisa ser restringida e é o que a segunda interpretação da sustentabilidade forte faz. Esse ponto de vista diz que a sustentabilidade forte não é definida em termos de valor, mas exige a preservação do estoque físico dessas formas de capital natural que são consideradas não substituíveis.

Não implica manter a natureza tal como é, no entanto. De fato, tal tarefa seria impossível. Mas exige manter suas funções intactas. Se os fluxos dessas formas de capital natural forem usados, sua capacidade regenerativa não deve ser excedida, de modo que sua função ambiental permaneça intacta. (NEUMAYER, 2013, p. 26, tradução nossa).

Entretanto, segundo Pearman *et. al.* (2003), alguns adeptos da corrente da sustentabilidade forte defendem a manutenção de subconjuntos individuais de K_N . Como exemplo, uma versão muito forte do critério do estoque de capital natural não decrescente é implícita pela UNESCO em sua afirmação de que diz que “cada geração deve deixar os recursos de água, ar e solo tão puros e não poluídos como quando vieram na terra e deve deixar sem diminuir todas as espécies de animais que encontrou na Terra”. (PEARMAN *et. al.*, 2003). Tal conceito, no entanto, parece ser completamente inviável, pois quase todas as formas de atividade humana terão algum impacto negativo no meio ambiente.

Alguns ecologistas, segundo Pearman *et. al.* (2003), consideram que a sustentabilidade deve ser definida como uma situação em que todos os estoques de recursos explorados pela economia são colhidos de forma sustentável, referindo-se ao conceito 4 da Tabela 1.

A ideia de “colheita sustentável” vem da explicação de que se a colheita do recurso absorvido na economia é menor do que o crescimento natural, o tamanho do estoque cresce, e nesse caso o oposto é válido, ou seja, se a colheita for maior que o crescimento natural, o tamanho do estoque diminui. Entretanto, se a colheita for mantida maior do que o crescimento natural em períodos sucessivos, o tamanho do estoque irá cair continuamente e pode ser colhido até a extinção - os recursos renováveis são "exaustivos" (PEARMAN *et. al.*, 2003).

Assim, se a colheita é do mesmo tamanho que o crescimento natural, o tamanho do estoque é constante e se a colheita é sempre a mesma coisa que o crescimento natural, o recurso pode ser usado indefinidamente a uma taxa constante. Essa taxa de colheita é muitas vezes referida como um "rendimento sustentável”.

Uma outra definição, ligada ao conceito 5 da Tabela 1, diz respeito à resiliência. Segundo Pearman *et. al.* (2003), resiliência é a predisposição de um ecossistema de reter sua estrutura funcional e organizacional após uma perturbação. O fato de um ecossistema ser resiliente não implica necessariamente que todas as suas populações componentes sejam estáveis. É possível que uma perturbação resulte no desaparecimento de uma população em um ecossistema, enquanto o ecossistema em si, como um todo, continua a funcionar de forma ampla da mesma maneira.

Pearman *et. al.* (2003) afirma que, todo o sistema, chamado de Biosfera, consiste em um conjunto interligado de subsistemas ou ecossistemas ecológicos. Os autores também

afirmam que os ecologistas consideram a sustentabilidade do ponto de vista de um sistema ecológico do qual os seres humanos são apenas uma parte, dessa forma, os interesses humanos passam não ser considerados primordiais e são identificados com a existência e o funcionamento contínuos da Biosfera em uma forma mais ou menos semelhante à que existe no presente.

No âmbito da Economia Ecológica, Costanza (1991) afirma que a sustentabilidade é uma relação entre os sistemas econômicos humanos e sistemas ecológicos dinâmicos onde a vida humana pode continuar de maneira indefinida e as culturas humanas podem se desenvolver, mas no qual os efeitos das atividades humanas permanecem dentro dos limites, de modo a não destruir a diversidade, a complexidade e a função do sistema de apoio à vida ecológica (COSTANZA *et. al.*, 1991).

Dessa forma, afirmar que um estado sustentável é aquele que satisfaz condições mínimas para a resiliência do ecossistema através do tempo, é afirmar o que Costanza (1992) expõe, ou seja, um estado é sustentável quando é mantida a integridade do ecossistema, independente das perturbações exógenas. O conceito de Costanza está mais aproximado do penúltimo conceito apresentado na Tabela 1, enquanto o conceito 6, que aborda a ideia de desenvolvimento institucional está mais ligado aos conceitos apresentados por Daly (1997) e Sachs (1993), discutidos a seguir.

De acordo com Daly (1997), Desenvolvimento Sustentável é um termo apreciado por todos, mas ninguém sabe ao certo o que ele significa. Segundo o autor, o termo que começou a ter destaque após 1987 com a publicação do Relatório de Brundtland, patrocinado pela ONU e intitulado de “*Our Common Future*”, possuía a definição como “o desenvolvimento que atende as necessidades do presente, sem sacrificar a capacidade do futuro para se encontrar suas necessidades.” (DALY, 1997). Pearman *et. al.* (2003) afirma que a definição o Relatório de Brundtland é a mais conhecida definição de sustentabilidade apoiada na visão baseada em oportunidades.

As tentativas dos ambientalistas dentro do Banco Mundial, chamados de “grupo de resistência ambiental” por Daly (1997), para dar ao conceito uma definição clara foram em sua totalidade frustradas. Daly também afirma que as definições do grupo de resistência ambiental no Banco Mundial reforçaram ainda mais a ideia de não agregar o assunto ao relatório.

Nossa definição simples de desenvolvimento sem crescimento além do *carrying capacity* ambiental, onde o desenvolvimento significa melhoria

qualitativa e crescimento significa que o aumento quantitativo confirmou os piores medos dos economistas ortodoxos sobre a natureza subversiva da ideia e reforçou sua determinação de mantê-lo vago. (DALY, 1997, p.9, tradução nossa).

Dessa forma, Daly (1997) sugere que o desenvolvimento sustentável significa necessariamente uma mudança radical de uma economia voltada para o crescimento e o que implicará em uma economia de *steady-state*, certamente no Norte e, eventualmente, no Sul também. O primeiro ponto a ser exclamado por Daly é a diferenciação entre uma economia voltada para o crescimento e uma economia no *steady-state* (SSE). O crescimento, como é por ele utilizado, refere-se a um aumento na escala física de matéria e/ou produção de energia que sustenta as atividades econômicas de produção e consumo de bens primários. (DALY, 1997).

No caso de uma economia que está em *steady-state* (SSE), o rendimento agregado é constante, embora a sua alocação entre usuários concorrentes seja livre para variar em resposta ao mercado. Em consequência de que, naturalmente, não há produção e consumo de matéria e/ou energia, a taxa de transferência é um processo em que as matérias-primas de baixa entropia são transformadas em commodities e, em seguida, em resíduos de alta entropia. Daly (1997) afirma que a produção começa com o esgotamento e termina com a poluição.

Daly (1997) conceitua que *steady-state* não significa estático e que não deve ser confundido com a ideia de “crescimento zero”:

Existe uma renovação contínua por morte e nascimento, depreciação e produção, bem como melhora qualitativa nos estoques de pessoas e artefatos. Por esta definição, em termos estritos, até mesmo os estoques de artefatos ou pessoas podem ocasionalmente crescer temporariamente como resultado de progresso técnico que aumenta a durabilidade e a reparabilidade (longevidade) dos artefatos. (DALY, 1997, p. 31-32, tradução nossa).

Pearman *et. al.* (2003) menciona que é possível obter progresso no estado estacionário por meio de duas formas de melhoramento da eficiência: pela manutenção de um determinado estoque com uma menor taxa de transferência, e pela obtenção de mais serviços por unidade de tempo a partir do mesmo estoque. Entretanto, para isso, as leis fundamentais da termodinâmica (assunto que será abordado mais a frente) implicam que estas duas formas de ganhos de eficiência provavelmente não serão obtidas a longo prazo. (PEARMAN *et. al.*, 2003). Daly (1974) explica que à medida que as fontes de matérias-primas de melhor qualidade (menor entropia) são usadas, tornar-se-á necessário processar quantidades cada vez maiores de materiais, usando cada vez mais energia e capital para obter a mesma quantidade de mineral necessário (DALY, 1974).

Sobre as possibilidades de substituição, ideia que é fortemente apoiada pelo grupo que acredita na hipótese da sustentabilidade fraca, Daly afirmou que a substituição é sempre de uma forma de baixa entropia de matéria-energia para outra. Entretanto, não há substituto para a baixa entropia propriamente dita. Sendo assim, a “baixa entropia é escassa, tanto na fonte terrestre (estoque finito de combustíveis fósseis e minerais) como na sua fonte solar (taxa fixa de entrada de energia solar)” (DALY, 1974, p. 17).

Dessa forma, Pearman *et. al.* (2003) afirma que, seguindo o pensamento de Daly, a tecnologia não oferece uma chance substituição perpétua como é postulado pelos que acreditam nas possibilidades infinitas de substituição do capital natural pelo capital humano, e isso acontece porque todas as tecnologias “obedecem” às leis fundamentais da termodinâmica (PEARMAN *et. al.*, 2003).

A segunda lei da termodinâmica é conhecida como “Lei da Entropia” diz que trabalho pode ser completamente convertido em calor, e por tal em energia térmica, mas energia térmica não pode ser completamente convertida em trabalho; um exemplo clássico da aplicação da segunda lei é um gelo em um copo de água. (CALLEN, 1985). Pearman *et. al.*(2003) afirmam que nem toda a energia de algumas reservas, como um combustível fóssil, está disponível para conversão e as reservas de energia variam na proporção de sua energia disponível para conversão. A "entropia", nesse caso, é uma medida de energia não disponível e todas as conversões de energia aumentam a entropia de um sistema isolado.

Georgescu-Roegen (1975) foi quem introduziu a ideia das leis da termodinâmica na economia e para ele, a grande importância da aplicação dessas leis no âmbito econômico, em especial na vertente da economia do meio ambiente, é entender que a Lei da Entropia é a base da escassez econômica:

As plantas verdes armazenam parte da radiação solar que, na sua ausência, entrarão imediatamente em calor dissipado, em alta entropia. É por isso que podemos queimar agora a energia solar economizada da degradação há milhões de anos na forma de carvão ou alguns anos atrás, na forma de uma árvore. Todos os outros organismos, pelo contrário, aceleram a marcha da entropia. O homem ocupa a posição mais alta nessa escala, e isso é tudo sobre as questões ambientais. O mais importante para o estudante de economia é o ponto em que a Lei de Entropia é a base da escassez econômica. (GEORGESCU-ROEGEN, 1975, p. 353, tradução nossa).

Segundo Georgescu-Roegen (1975), se não fosse por esta lei, a energia de um pedaço de carvão poderia ser usada repetidas vezes, transformando-o em calor, o calor no trabalho e o trabalho de volta ao calor. Além disso, ele aponta que motores, casas e até organismos vivos nunca se desgastariam e assim não haveria diferença econômica entre bens materiais e terras

Ricardianas. Essa linha de pensamento nos leva a entender que nunca haveria verdadeira escassez de matérias e energia.

Sachs (1993), considerado um nome relevante no âmbito da literatura sustentável, atribui às décadas de 70 e 80 um progresso considerável na institucionalização da preocupação na questão do gerenciamento do meio ambiente e dos recursos naturais, destacando que, na data do artigo publicado aqui referido, quase todos os países possuíam ministérios ou agências voltadas para o meio ambiente, além das várias convenções e tratados internacionais.

Assim como Daly se refere ao Norte e Sul, mencionado anteriormente, Sachs destaca que em oposição às tendências positivas na crescente conscientização ambiental, a situação econômica e social do Sul (e do Leste), particularmente durante os anos 1980, a chamada “década perdida”, apresentou piora. Sachs (1993) afirma que os países do Sul, em especial os menos desenvolvidos, ao invés de se tornarem beneficiários das mudanças, “tornaram-se vítimas da globalização da economia mundial.” (SACHS, 1993).

O autor afirmou que mesmo reconhecendo o vínculo entre o desenvolvimento econômico e o meio ambiente, e as suas causas, o Norte insistiu nos riscos ambientais globais e, nas palavras de Sachs (1993), “responsabilidade compartilhada” para tratá-los. O Sul, em oposição e de maneira lógica, deu prioridade à sua pauta de desenvolvimento, indo contra a imposição motivada por razões ambientais de condições sobre suas economias endividadas e deficiente de recursos; além de rechaçar a ideia de que seu desenvolvimento seja reprimido para que se conserve o meio ambiente à nível global. Deste modo, Sachs declarou que é necessário encontrar um novo equilíbrio entre todas as formas de capital, assim como os recursos institucionais e culturais.

Para Igancy Sachs, o ecodesenvolvimento é a ideia de se levar o desenvolvimento considerando, de maneira simultânea, as cinco dimensões da sustentabilidade. São elas: Sustentabilidade Social; Sustentabilidade Econômica; Sustentabilidade Ecológica; Sustentabilidade Espacial e; Sustentabilidade Cultural. A primeira dimensão, chamada de *Sustentabilidade social* é entendida como a criação de um processo de desenvolvimento que seja sustentado por um outro “crescimento e subsidiado por uma outra visão do que seja uma sociedade boa.” (SACHS, 1993).

A segunda dimensão do ecodesenvolvimento é a *Sustentabilidade econômica*. Essa dimensão deve ser realizada através da alocação e gerenciamento eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados. Sachs atenta para o fato de que uma condição importante dessa dimensão é superar as configurações externas negativas resultantes

do ônus do serviço da dívida e da saída líquida de recursos financeiros do Sul, bem como dos termos de troca desfavoráveis, das barreiras protecionistas do Norte e do limitado acesso à tecnologia (SACHS, 1993).

A terceira dimensão do conceito é a *Sustentabilidade ecológica*, a qual pode ser aperfeiçoada seguindo instruções como a necessidade de, intensificar o uso do potencial dos recursos dos ecossistemas, causando o mínimo de dano aos sistemas de sustentação da vida; limitar o uso dos combustíveis fósseis e dos recursos esgotáveis e/ou danosos ao meio ambiente, substituindo-os por tecnologias “limpas”; a redução do volume dos resíduos e poluição; a promoção da autolimitação do consumo; a intensificação de programas de pesquisa e desenvolvimento para obter tecnologias de baixo teor de resíduos e eficientes; além da definição de normas que protejam o meio ambiente e o desenvolvimento de uma base institucional com instrumentos econômicos, legais e administrativos para a garantia do seu cumprimento (SACHS, 1993).

A penúltima dimensão do ecodesenvolvimento é a *Sustentabilidade espacial*. Essa refere-se à obtenção de uma configuração rural-urbana com uma melhor distribuição territorial). A quinta e última dimensão conceitual é chamada de *Sustentabilidade cultural*. O conceito de ecodesenvolvimento de Sachs é, de todos os analisados, o mais amplo. Ao contrário da literatura analisada em Pearman *et. al.* (2003), o desenvolvimento conceitual de Sachs abrange mais do que apenas o processo produtivo, derivando da conceitualização de Daly e ampliando-a, uma vez que considera toda a biosfera, ou todos os ecossistemas que coexistem.

No Brasil, dois, de vários igualmente pertinentes, ocupam papel de destaque na literatura de economia do meio ambiente, José Eli da Veiga e Ricardo Abramovay.² Veiga (2005) indaga, ao discorrer sobre como pode ser entendida a sustentabilidade, o que é sustentável? A resposta, segundo ele, possui três vertentes básicas como réplica.

A primeira resposta seria aquela que abrange um grupo de pessoas que acreditam que não exista uma dubiedade entre a conservação do meio ambiente e o crescimento econômico, e que acreditam que é factível combinar a dupla exigência. Veiga (2005) afirma que o debate internacional passou a ser pautado pela hipótese – colocada por ele como “ultra otimista” – de que o crescimento econômico prejudicaria o meio ambiente apenas até um certo ponto, ou patamar de riqueza aferida pela renda *per capita*. A partir desse ponto, a tendência seria

² É interessante exaltar também o trabalho do Prof. Dr. Peter May, membro do Conselho Editorial da revista *Ecological Economics*, e que tem grande contribuição para a pesquisa e formulação de políticas públicas ambientais no Brasil e no mundo, e o Centro de Desenvolvimento Sustentável da UNB, que desenvolve diversos projetos de pesquisa em colaboração com instituições brasileiras e de diversos países.

inversa e o crescimento econômico passaria a melhorar a qualidade do meio ambiente. Essa hipótese, conhecida como “Curva ambiental de Kuznets” faz analogia à teoria original de Kuznets com a curva em “U” invertido.

Para tanto, cabe aqui uma breve explicação da teoria da Curva de Kuznets e a sua aplicação ao meio ambiente. Segundo Veiga (2005), durante uma conferência presidencial proferida por Kuznets, ele procurou mostrar que as evidências disponíveis faziam pensar que a desigualdade de renda possuía a tendência de aumentar na fase inicial da industrialização de um país, apresentando comportamento inverso na fase de maturação da indústria, quando o país já estivesse considerado como desenvolvido; graficamente, a representação da trajetória possui o formato de um “U” invertido. (VEIGA, 2005).

Grossman e Krueger (1995) analisaram a ideia da curva de Kuznets sob a ótica da relação entre o crescimento do produto e o meio ambiente.

A maioria dos indicadores de que o crescimento econômico traz uma fase inicial de deterioração seguida de uma fase posterior de melhoria. Suspeitamos que a eventual melhoria reflète, em parte, uma demanda crescente de (e fornecimento de proteção ambiental) em níveis mais altos de renda nacional (GROSSMAN & KRUEGER, 1995, p. 369, tradução nossa).

A segunda linha de pensamento segue um caminho completamente oposto do otimismo da primeira réplica. Veiga (2005) elenca a ideia de Georgescu-Roegen e declara que a ideia de em algum momento da sua história, a humanidade não poderá superar a segunda lei da termodinâmica e então deverá operar com seu desenvolvimento em retração, isto é, com o decréscimo do produto parece tão incomoda que “permanece simplesmente esquecida pela esmagadora maioria dos economistas” (VEIGA, 2005). Para explicar então, a segunda linha de pensamento, Veiga baseia-se em Daly e sua alternativa à decadência ecológica, a condição de *steady-state*.

A terceira via de pensamento, chamada por Veiga (2005) de “caminho do meio”, que está entre a “fábula panglossiana e a fatalidade entrópica”, remete mais a um debate político ideológico e que segundo o autor, está muito atrasada que a ideia de desenvolvimento. Trata-se da institucionalização do Desenvolvimento Sustentável, cujo processo de legitimação começou a se afirmar em 1987, pelo Relatório de Brundtland.

Para Abramovay (2010), o Desenvolvimento Sustentável é o processo de ampliação “permanente das liberdades substantivas dos indivíduos em condições que estimulem a manutenção e a regeneração dos serviços prestados pelos ecossistemas às sociedades

humanas” (ABRAMOVAY, 2010, p. 97). Para o autor, o DS é composto por um conjunto de determinantes que dependem do que ele chama de um horizonte estratégico.

Para o caso brasileiro, o autor exalta que houve um grande avanço em 2009, quando o país aceitou adotar as metas de emissão de gases; dessa forma, a redução do desmatamento na Amazônia se torna a base das estratégias para atingir as metas de emissão assumidas voluntariamente pelo Brasil durante a conferência de Copenhague (ABRAMOVAY, 2010).

Abramovay (2010) afirma que o declínio na taxa de desflorestamento tem como resultado pelo quatro elementos que são indispensáveis para a formulação de uma estratégia que visa o desenvolvimento sustentável. De maneira geral, pode-se resumir os fatores em: uma forte atuação institucional, no Brasil representado pela participação do Ministério do Meio Ambiente e da Polícia Federal nas operações de combate à ocupações ilegais; o segundo fator é uma regulamentação que previa restrições bancárias aos donos de terras consideradas irregulares; o terceiro ponto elencado por Abramovay (2010) é a expansão dos parques nacionais e áreas de preservação por parte do governo federal; e por fim, a formação de instâncias de negociação compostas por atores diversos em setores cruciais, em especial no âmbito de energias limpas (ABRAMOVAY, 2010).

Todos os conceitos abordados elencam a questão da necessidade de se estudar o desenvolvimento sustentável e seus resultantes. É importante, no entanto, notar que existem muitos conceitos na literatura e, como mencionado anteriormente, não se trata de um conceito ser mais correto que o outro, apenas a aceitação e a capacidade de explicar o fenômeno da sustentabilidade, bem como a necessidade de colocar esses conceitos em prática.

Ainda guiados pela ideia do Banco Mundial de que o crescimento econômico é importante e que conforme o produto aumenta, aumenta o consumo e assim a função de bem-estar (1) apresenta um resultado positivo - bem como a ideia de não se perder utilidade ao longo do tempo -, houveram tentativas de se mensurar o bem-estar pela ótica do desenvolvimento sustentável. Essas tentativas serão abordadas a seguir.

2.2 Tentativas de mensurar o Bem-Estar Sustentável / Desenvolvimento sustentável

Daly e Cobb (1994) afirmam que os economistas buscam sempre que o mercado funcione bem, pois quando o mercado está bem, as pessoas em geral se beneficiam. Assim, eles declaram que embora a maioria das teorias sobre o funcionamento saudável do mercado sejam dedutivas, economistas também estão interessados em medidas de sucesso no mercado (DALY & COBB, 1994). Para tanto, os autores afirmam que a medida considerada a mais importante nos países é o PNB, uma vez que, ao notar-se crescimento no PNB, os economistas entendem que o mercado está “saudável” e então a economia está saudável (DALY & COBB, 1994).

Os autores também expõem que todos os grupos, políticos, sociais e etc., assumem que o Produto Nacional Bruto indica algo importante para a economia “e a maioria assume que isso está intimamente ligado ao Bem-estar humano.” (DALY & COBB, 1994, p. 63). Entretanto, os autores apontam que a tendência a esquecer que PNB mede apenas alguns aspectos do Bem-estar e tratá-lo como um índice geral de Bem-estar nacional “é um exemplo típico da falácia da concretude mal colocada.” (DALY & COBB, 1994, p. 63).

Mas também há uma questão sobre a relação do PNB com o próprio Bem-estar econômico. Esta questão é familiar para os economistas. De fato, nenhum economista experiente supõe que o PNB é uma medida perfeita do Bem-estar. A maioria reconhece que a atividade de mercado que o PNB mede tem custos sociais que ignora e que conta positivamente atividade de mercado dedicada a contrariar esses mesmos custos sociais. Obviamente, o PNB exagera o Bem-estar! (DALY & COBB, 1994, p. 64, tradução nossa).

Daly (1997) afirma que uma anomalia que confronta as visões atuais sobre o desenvolvimento econômico: a saber, que o desenvolvimento econômico atualmente compreendido e medido não é sustentável para um longo futuro nem generalizável para todos os seres vivos. O autor também declara que muitos países chegaram em um patamar de crescimento onde o fator limitante desse crescimento e do seu desenvolvimento não é mais o capital produzido pelo homem, mas o estoque de capital natural restante.

Daly (1997) propõe então uma nova abordagem preliminar de mudanças nos procedimentos nacionais de contabilidade e avaliação necessários para corrigir o que ele chama de anomalias fundamentais nas teorias de crescimento e desenvolvimento baseadas no PNB, uma vez que, segundo o autor, a reformulação do significado do desenvolvimento exige que haja uma reformulação das contas nacionais nos termos em que o desenvolvimento é definido.

O autor expõe que o PNB é a soma do valor dos serviços, mais o valor da taxa de transferência, adicionado o valor da mudança dos estoques de capital e fundos. (DALY, 1997). Além disso, Daly esclarece que:

O PNB conta o valor do serviço de todos os bens alugados durante o período contábil, mas não o valor dos serviços de ativos utilizados pelo proprietário, com exceção das casas ocupadas pelos proprietários para as quais um valor de aluguel é imputado e contado. Também não conta os serviços naturais do ecossistema. O valor do caudal é refletido no fluxo de produção-consumo o valor de produção necessário para manutenção e substituição de pessoas e de ações e fundos, incluindo bens de consumo. (DALY, 1997, p. 111, tradução nossa).

O último termo da equação representa o investimento líquido, quando a isso, é importante esclarecer que o autor declara que esse elemento não inclui mudanças em estoques naturais e fundos, como o esgotamento de estoques geológicos, ou interrupções de funções ambientais, ou a diminuição de fundos ecológicos de outras espécies das quais a vida humana depende (DALY, 1997).

O esgotamento de minerais e a depreciação do capital natural acumulado ao longo do tempo não são subtraídos do cálculo da variação de ações e fundos, nem a perda dos serviços atuais de funções ambientais subtraídas do valor dos serviços atuais fornecidos por bens produzidos. “Na verdade, os esforços para se defender contra os efeitos da poluição levam a novas demandas de commodities e serviços e, portanto, a um aumento do PNB.” (DALY, 1997, p. 112, tradução nossa).

Dessa forma, Daly (1997) expõe que a economia exige a comparação de custos e benefícios, não a sua adição; para tanto, ele diz que a comparação de nível macro não é redundante por dois motivos relacionados. Em um primeiro ponto, é importante salientar que os custos e benefícios privados não refletem totalmente os custos e benefícios sociais, isso é um reflexo da existência de externalidades. Em segundo lugar, o argumento que parte de uma parcela para o todo compromete a falácia da composição. “A micro racionalidade geralmente leva à macro irracionalidade, como evidencia o paradoxo da economia, a tragédia dos comuns, o dilema do prisioneiro, a tirania das pequenas decisões e a corrida armamentista.” (DALY, 1997, p. 113, tradução nossa).

Para tanto, o autor afirma que a política pública para estimular o crescimento agregado deveria ser baseada em uma comparação implícita de custos e benefícios no nível macroeconômico, além de se ter a percepção de que os benefícios sociais do crescimento são maiores do que o custo social. A abordagem partindo de três contas proporcionaria

informações mais relevantes e aumentaria a precisão das percepções de custos e benefícios sociais. (DALY, 1997).

A fim de ampliar a capacidade explicativa, Daly (1997) propõe que sejam feitas três contas, ao invés de uma (PNB).

A primeira conta seria uma conta de benefício que procuraria medir o valor dos serviços produzidos por todas as acumulações; a segunda conta seria uma conta de custo que procuraria medir o valor do esgotamento, a poluição e a desutilidade desses tipos de trabalho que são “irritantes”. Com as contas separadas por custos e benefícios, Daly (1997) indaga que ocasionalmente pode-se questionar se os benefícios extras de uma acumulação adicional valeram os custos extras que eles gerariam. Por fim, a terceira conta seria uma conta de capital, um inventário da acumulação de ações e fundos e sua distribuição de propriedade. É importante exaltar que seria incluído na conta de capital não só os estoques e fundos, mas também o capital natural, como minas, poços e infraestrutura de ecossistemas. (DALY, 1997).

Daly (1997) admite que embora a abordagem de três contas seja teoricamente muito superior ao PNB, tornar essas contas operacionais seria um problema. Ele afirma que seria razoavelmente aceitável abandonar o PNB como um critério, “mesmo que não tivéssemos nada melhor para colocar em seu lugar.” (DALY, 1997, p. 115, tradução nossa).

A tentativa de Daly de implementar o capital natural nas contas, por meio de uma análise de custo benefício traz a discussão de como deveriam ser mensuradas contas que incluíssem, mesmo que minimamente, o capital natural e o desenvolvimento sustentável em suas variáveis. Daly (1997) afirma que embora os economistas não tenham pensado o PNB como uma medida direta do bem-estar, no entanto, o bem-estar é assumido como altamente correlacionado com o PNB. Assim, por exemplo, se o livre comércio promove o crescimento do PNB, assume-se que também promove o crescimento do bem-estar. Essa correlação entre PNB e bem-estar, no entanto, foi questionada.

Nordhaus e Tobin (1972) também questionaram se o crescimento, como uma medida de bem-estar, era obsoleta. A fim de responder esse questionamento, eles desenvolveram um novo indicador, batizado de *MEW- Measure of Economic Welfare*, que buscava correlacionar o PNB com o bem-estar. Os autores indagam que, assumindo a evolução da população como exógena, os recursos naturais se tornam um obstáculo cada vez mais severo ao crescimento econômico? Eles responderam que não encontraram evidências para suportar esse medo e que, na verdade, os índices opostos são mais prováveis: o crescimento da produção per capita acelerará, mesmo que os estoques de recursos naturais diminuam.

O modelo padrão predominante de crescimento pressupõe que não há limites na viabilidade de expandir os suplentes de agentes de produção não-humanos. Trata-se basicamente de um modelo de dois fatores em que a produção depende apenas do capital trabalhista e reproduzível. A terra e os recursos, o terceiro membro da tríade clássica, foram genericamente desconsiderados. (NORDHAUS; TOBIN, 1972, p. 14, tradução nossa).

Os autores afirmam que a justificativa é de o capital reproduzível como substituto quase perfeito para a terra e outros recursos esgotáveis, pelo menos na perspectiva da “agregação heroica habitual em macroeconomia” (NORDHAUS; TOBIN, 1972, p. 14). Entretanto, eles declaram que, se a substituição de recursos naturais não é algo possível em qualquer tecnologia dada onde o recurso, em particular está esgotado, assume-se que as inovações que buscam o “aumento da terra” irão superar a escassez (NORDHAUS; TOBIN, 1972).

É importante notar, segundo os autores, que essas ideias otimistas sobre a tecnologia contrastam com a aceitação tácita de ambientalistas de que não existem substitutos disponíveis para os recursos naturais. “Com essa condição, é fácil notar que o produto irá parar de crescer ou irá diminuir.” (NORDHAUS; TOBIN, 1972, p. 14). Assim, eles afirmam que a substituíbilidade (ou a elasticidade da substituição) entre os fatores neoclássicos, o capital, o trabalho e os recursos naturais é crucial para a importância do crescimento futuro. (NORDHAUS; TOBIN, 1972).

Os autores distinguem o Bem-estar Sustentável (MEW-S) do Bem-estar Real (MEW-A):

O MEW sustentável é a quantidade de consumo em qualquer ano que é consistente com o crescimento constante sustentado no consumo *per capita* na taxa de tendência do progresso tecnológico. O MEW, seja sustentável ou real, pode ser expresso em termos agregados ou *per capita*. O MEW real exclui toda a produção final atualmente dedicada à substituição e acumulação de capital. O MEW sustentável exclui o capital e o aumento do capital por trabalhador na taxa de tendência da mudança de produtividade. (NORDHAUS & TOBIN, 1972, p. 24-25, tradução nossa).

Evidentemente, pode-se afirmar que MEW-S será maior do que o MEW-A nos anos em que a economia investe mais nesses requisitos, e menor quando está investindo menos. Nordhaus e Tobin (1972) declaram, então, que em um modelo de crescimento neoclássico, um excesso de MEW-S sobre o MEW-A significa que a relação capital-produto está aumentando, a economia está se movendo para um maior caminho de crescimento de equilíbrio, e o MEW-S está aumentando mais rápido do que a taxa de tendência tecnológica progresso. Um excesso de MEW-A sobre MEW-S significa o contrário.

Daly e Cobb (1994) começaram o desenvolvimento de um índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (ISEW) a partir de uma revisão do MEW. Os autores notaram, no entanto, que se levar-se em conta apenas a última metade de suas séries temporais (os dezoito anos de 1947 a 1965), a correlação entre o PNB e o MEW cai drasticamente. “Neste período mais recente, mais relevante para as projeções para o futuro, um aumento de seis unidades no PNB produziu em média apenas um aumento de uma unidade em MEW.” (DALY & COBB, 1994, p. 151). Dessa forma, essa observação sugere que o crescimento do PNB dos EUA nesse período pode ser uma maneira ineficiente de melhorar o bem-estar econômico, certamente menos eficiente do que no passado.

Daly e Cobb (1994) afirmam também que o estudo de Nordhaus e Tobin, apesar de considerar a sustentabilidade, não considera as questões ambientais que se tornaram cada vez mais importantes desde que seu trabalho fora publicado, em 1972. Evoluindo na análise dos índices que foram criados para mensurar o bem-estar e com a primeira versão do seu livro *For the Common Good* publicada em 1989, Daly e Cobb mencionaram como sendo a proposta mais recente até então a de Xenophon Zolotas, intitulada de *EAW – Economic Aspects of Welfare* (DALY & COBB, 1994).

Os autores afirmam que Zolotas difere de Nordhaus e Tobin, pois concentra-se mais no fluxo atual de bens e serviços e ignora amplamente a acumulação de capital e a questão da sustentabilidade. Além disso, os autores declaram que ele considera apenas mudanças no bem-estar nacional agregado do que no bem-estar per capita. (DALY & COBB, 1994).

Todavia, Daly e Cobb (1994) notaram que apesar das diferenças conceituais, as variáveis mais importantes do EAW são muito semelhantes às do MEW. O EAW se parece com o MEW em vários outros aspectos também. Assim como o índice de Nordhaus e Tobin, o elaborado por Zolotas subtrai o custo de deslocamento para o trabalho como uma necessidade lamentável e deduz despesas com bens de consumo duráveis e edifícios públicos, além de acrescentar os serviços anuais imputados deles. (DALY & COBB, 1994).

O EAW, segundo os autores, trata a maior parte das despesas educacionais como investimento, em vez de consumo, mas, ao contrário do MEW, não reintroduz os investimentos sob a categoria de sustentabilidade. A crítica de Daly e Cobb à Zolotas é o fato de que o autor simplesmente omite a consideração do investimento como um fator no bem-estar geral. (DALY & COBB, 1994).

Dessa forma, com a contribuição do índice de Zolotas e o de Nordhaus e Tobin, o ISEW foi desenvolvido para substituir o MEW – pois o EAW não considera a sustentabilidade-, uma vez que este omitiu qualquer correção para os custos ambientais.

Assim, o índice criado por Daly e Cobb incluiu alguns elementos não tratados por nenhum dos índices feitos anteriormente, bem como a abordagem de novas formas de tratar tópicos que foram incluídos neles (DALY & COBB, 1994).

Os autores tomaram como ponto de partida o consumo pessoal e fizeram uma série de ajustes para converter esse valor em um melhor índice de bem-estar econômico, especialmente no tocante às mudanças no grau de igualdade de distribuição de renda, o esgotamento do capital natural, o aumento da dívida externa, entre outras coisas destinadas a dar uma melhor medida de bem-estar econômico e sua sustentabilidade (DALY, 1997).

Eles observaram que entre 1950 e 1970 (aproximadamente), o PNB e o ISEW seguiram a mesma trajetória, crescendo juntos. Entretanto, a partir do início da década de 1970, o ISEW manteve-se estável, diminuindo um pouco no início da década de 1980, enquanto o PNB continuou a crescer ao longo desse período. Através dessa análise, os autores perceberam que a evidência empírica de que o crescimento do PNB aumentou o bem-estar econômico nos Estados Unidos desde 1970 é, na verdade, inexistente. (DALY, 1997).

Para Daly (1997), medidas de bem-estar são difíceis de serem avaliadas e estão sujeitas a muitos julgamentos arbitrários, por conta disso, devem ser resistidas conclusões arrebatadoras. No entanto, o autor afirma que parece justo dizer que, para os Estados Unidos desde 1947, a evidência empírica de que o crescimento do PNB aumentou o bem-estar é muito fraca.

Daly (1997) então afirma que ele e Cobb não oferecem o ISEW como um objeto de política econômica, pois esse também possui falhas. Eles exaltam que, metaforicamente, é como se o PNB fosse um cigarro e o ISEW um cigarro com um filtro de carvão; assim, se o consumidor é viciado em cigarros, deverá fumar aquele que causa o menor dano, ou então, se o leitor é viciado em medidas de bem-estar, deve considerar o ISEW ao invés do PNB.

Para Veiga (2010) o grande problema da abordagem ISEW, é que a precificação de danos ambientais, de ganhos de lazer e de trabalho doméstico, entre outros, “continua a ser altamente especulativa, por mais que economistas convencionais e alguns ecológicos se esforcem em aperfeiçoar seus métodos de valoração” (VEIGA, 2010, p. 43). O autor afirmar ainda que por mais que o ISEW tenha apresentado uma evolução em relação ao ancestral índice de Nordhaus e Tobin de 1972, o ISEW não chegou a se tornar um indicador que pudesse efetivamente avaliar a sustentabilidade.

Existe um movimento liderado pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas, que tem como objetivo a construção de indicadores. Uma das publicações feitas pelo CSD ficou conhecida como “Livro Azul”, Veiga afirma que essa

publicação foi muito importante, especialmente para o Brasil, pois ela serviu de base para que em 2002 e em 2004 o IBGE pudesse lançar os primeiros indicadores de desenvolvimento sustentável nacional (VEIGA, 2005).

Veiga (2005) elenca a dificuldade de se representar o desenvolvimento em números, especialmente quando se trata de desenvolvimento sustentável. Assim, surgiu em 2002 o ESI-2002 (Environmental Sustainability Index), que mediu o progresso geral em direção a sustentabilidade ambiental para 142 países. A sustentabilidade ambiental é mensurada através de 20 "indicadores", cada um dos quais combina de duas a oito variáveis, para um total de 68 conjuntos de dados subjacentes. O ESI avalia o sucesso relativo de cada um dos países analisados em cinco componentes principais: sistemas ambientais; redução de estresses; redução da vulnerabilidade humana; capacidade social e institucional e; administração global. (ESI, 2002).

Existe ainda uma outra maneira de se analisar o impacto das ações humanas no meio ambiente, trata-se da “Pegada Ecológica”, que mede o uso da natureza pelas comunidades humanas.

Mensurada pela ONG *Redefining Progress*, a Pegada Ecológica é um indicador de sustentabilidade complexo que responde uma pergunta simples: quanto dos recursos da Terra o estilo de vida de uma pessoa exige? Usando estatísticas oficiais existentes que quantificam os recursos que as pessoas consomem e os resíduos que geram, a ONG transforma esses dados de consumo e fluxo de resíduos para uma medida da área biologicamente produtiva necessária para sustentar esse fluxo. (REDEFINING PROGRESS, 2017).

De acordo com a última “Análise da Pegada”, a humanidade está excedendo seus limites ecológicos em 39%. Ou, em outras palavras, seria necessário ter mais de um terço do que a atual biocapacidade da Terra tem para manter o mesmo nível de prosperidade para as gerações futuras. (REDEFINING PROGRESS, 2017).

As análises de Veiga procuram entender e mensurar a sustentabilidade *per se*. Se levarmos em conta que uma melhora na sustentabilidade significa uma melhora na qualidade ambiental e, assim, um incremento no bem-estar, pode-se usar os índices mencionados pelo autor. Todavia, uma outra análise foi feita por Dasgupta (2008) e que será abordada a seguir.

Dasgupta (2008) argumenta que o “desenvolvimento econômico é sustentável se, em relação à sua população, a base produtiva da sociedade não se retrai.” (DASGUPTA, 2008, p. 141). O autor esclarece que para saber se o desenvolvimento tem sido sustentável, nem o PIB nem o IDH são bons indicadores para a averiguação.

De acordo com o autor, a base produtiva de uma sociedade diz respeito a suas instituições e bens de capital. Essa base produtiva se retrai se “a desacumulação de bens não é compensada pela acumulação de outros bens e, inversamente, se expande se a desacumulação de bens é (mais que) compensada pela acumulação de outros bens”. (DASGUPTA, 2008, p. 142).

Dasgupta (2008) esclarece que a possibilidade de diminuição de um bem ser compensado por outro é uma questão que depende do nível de tecnologia (ou do conhecimento tecnológico) e da quantidade de bens em estoque da economia em questão. É importante notar, no entanto, que a capacidade de compensação entre os bens não é perfeita. (DASGUPTA, 2008).

Essa capacidade é o *valor* que gostaríamos de atribuir aos bens e precisamos calculá-la. É aqui que a *produtividade social* de um bem se torna um item importante. Quando falamos em produtividade social de um bem, referimo-nos ao aumento líquido de *bem-estar social* disponível para a economia, em circunstâncias normais. Em outras palavras, a produtividade social de um bem é o valor capitalizado do fluxo de serviços que uma unidade extra desse bem proporcionaria à sociedade. O valor de um bem é simplesmente sua quantidade multiplicada por sua produtividade social. (DASGUPTA, 2008, p.142).

Para Dasgupta (2008) é necessário incluir ao termo “Bem-Estar social” não só o bem-estar daqueles que estão no presente, mas o também aos que estarão aqui no futuro; ou seja, o autor inclui aqui o problema discutido anteriormente em vários autores que conceituaram o desenvolvimento sustentável: uma questão de bem-estar intergeracional.

Dessa forma, o autor afirma que a produtividade social dos bens de capital é chamada de preço-sombra e que este reflete a escassez social dos bens de capital. Assim, o valor do estoque de bens de capital disponíveis em uma economia, medido baseando-se em seus preços-sombra, é o que Dasgupta (2008) chama de *riqueza inclusiva*.

Em termos gerais, a riqueza inclusiva é a soma dos valores de todos os bens de capital. Assim, ao adicionar a riqueza inclusiva de uma economia às suas instituições, chega-se na constituição da base produtiva. Dasgupta afirma então que se deseja-se determinar se o desenvolvimento econômico de um país foi sustentável ou não ao longo de um determinado período, é necessário estimar as mudanças que aconteceram no período analisado em relação à riqueza inclusiva e suas instituições que, no caso, referem-se à mudanças relativas à população. (DASGUPTA, 2008).

O procedimento de cálculo desse desenvolvimento foi elaborado em cinco etapas: em um primeiro momento, é calculado o valor das mudanças na quantidade e na composição do

capital fixo, capital natural e do capital humano, chamado de investimento inclusivo. Em segundo lugar, é calculada a mudança na produtividade total dos fatores para, em um terceiro momento, converter as duas cifras de modo que se possa calcular os efeitos dos dois grupos de mudança sobre a base produtiva. Em seguida, as duas estimativas resultantes são combinadas em um indicador que possa indicar a mudança na base produtiva, para, em um último momento, realizar-se a correção das mudanças demográficas e se chegar ao resultado que relaciona as alterações entre a base produtiva e a população. (DASGUPTA, 2008).

A ideia de Dasgupta de mensurar se o desenvolvimento econômico é sustentável a partir das mudanças relativas na base produtiva de uma economia é de extrema importância para o conhecimento e a literatura no âmbito do desenvolvimento, todavia, mesmo levando em conta a depreciação do capital natural, o autor parece cometer o mesmo vício que Nordhaus e Tobin cometeram com o *MEW*: encontrar uma maneira de mensurar o desenvolvimento sustentável de maneira mais voltada para a parte econômica, e não para os problemas eminentes relacionados ao meio ambiente.

Beça e Santos (2010) afirmam que a avaliação da sustentabilidade e do bem-estar é um tema contemporâneo que exige a consideração de múltiplas dimensões e perspectivas. A abordagem econômica da sustentabilidade e da avaliação do bem-estar frequentemente foi baseada em alternativas ou ajustes ao PIB (e do PNB)

Os autores ressaltam que diversos nomes na literatura propuseram indicadores alternativos, como o ISEW, que pretende medir a sustentabilidade e o bem-estar econômico de forma a evitar as limitações do PIB; a saber, o valor das externalidades, a distribuição do rendimento e o esgotamento dos recursos naturais. Uma vez que Daly e Cobb (1989) foram propostas melhorias para o ISEW, no entanto, sua aptidão para representar uma alternativa sólida ao PIB ainda é objeto de debate científico (BEÇA & SANTOS, 2010).

Com o intuito de contribuir para o estudo de indicadores alternativos para o PIB, que incluem a mensuração de externalidades ambientais e sociais, uma nova versão para o cálculo ISEW foi proposta (denominada ISEW modificada), compreendendo um novo quadro para a estimativa dos componentes dos indicadores, destinado a superar as deficiências apontadas e outras identificadas pelos autores. O estudo então foi desenvolvido para o caso dos EUA, de modo a aproveitar a ampla disponibilidade de dados e a possibilidade de comparar os resultados com trabalhos anteriores (BEÇA & SANTOS, 2010).

Para os autores, o ISEW modificado apresenta resultados que podem fornecer uma imagem mais nítida do sucesso ou do fracasso das políticas ambientais e sociais, nomeadamente evitando o efeito de adulteração resultante da contabilização cumulativa de

externalidades ambientais, além de se utilizar do estudo para realizar e enfatizar a crítica que diz respeito à inadequação do PIB como indicador de bem-estar, bem como a necessidade de desenvolver e adotar indicadores alternativos. (BEÇA & SANTOS, 2010).

Dentre as principais deficiências apontadas por Beça e Santos (2010) estão a forma de determinar o valor das externalidades, uma vez que há um debate sobre os fluxos contábeis versus ações em relação aos componentes ambientais; a fundamentação, considerada deficiente, de alguns valores econômicos de externalidades e; ausência de uma análise que avalie a influência de diferentes metodologias no resultado do ISEW (BEÇA & SANTOS, 2010).

As deficiências mencionadas do ISEW são abordadas da seguinte maneira: utilização de externalidades contábeis como fluxos em vez de ações; a estimação dos valores econômicos das externalidades com base em artigos publicados por outros autores, buscando amparo na literatura e; e a realização de uma análise comparativa dos resultados obtidos (BEÇA & SANTOS, 2010).

A abordagem adotada passou a repensar a forma como o índice foi tradicionalmente estimado e propôs várias mudanças na lógica conceitual e nas metodologias utilizadas para estimar o valor de alguns componentes.

Existem quatro aspectos fundamentais no quadro teórico proposto para o ISEW modificado: a) ampliar a forma como o consumo privado e as despesas públicas em saúde e educação são ajustados, desenvolvendo índices individuais para cada um, para incorporar outros aspectos do bem-estar; b) distinguir o fluxo de serviços do capital que o gera, o que influencia a forma como os componentes ambientais são estimados, c) considerando uma contabilidade mais robusta das despesas de saúde que diminuem o bem-estar, em um novo componente denominado estilo de vida prejudicial e d) incorporando uma contabilidade mais ampla de custos de perda de biodiversidade. (BEÇA & SANTOS, 2010, p. 812-813, tradução nossa).

Ao aplicar a nova metodologia para o estudo do caso americano³, os autores notaram que o ISEW modificado possui vantagens em relação aos estudos anteriores pois permite uma comparação direta com o PIB e fornece uma imagem mais clara do sucesso ou do fracasso das políticas ambientais e sociais. Segundo os autores, isso é obtido evitando o efeito de adulteração resultante da contabilização cumulativa de valores de externalidades, além de uma avaliação mais abrangente de aspectos que influenciam o bem-estar sustentável (BEÇA & SANTOS, 2010).

³ Ver Beça & Santos (2010).

O ISEW modificado, bem como as versões anteriores do índice, apontaram para a direção de se alcançar um melhor desempenho no bem-estar, abordando questões como a melhoria da distribuição de renda, a preservação dos recursos naturais, a diminuição da emissão de poluentes, a necessidade de se investir na capacidade de produtividade e a redução da dívida externa (BEÇA & SANTOS, 2010).

[...]Além disso, o ISEW modificado dirige a atenção na formulação de políticas sobre os seguintes aspectos adicionais para melhorar o bem-estar: a) reduzir a taxa de pobreza, b) estimular a adoção de estilos de vida saudáveis, como evitar o consumo de drogas legais e ilegais e ter uma dieta adequada, c) controle de espécies invasoras de estrangeiros e gestão de pescarias marítimas e de água doce, d) aumento da escolaridade e, e) melhoria das condições de saúde pública. (BEÇA & SANTOS, 2010, p. 817, tradução nossa).

Ao analisar as conclusões, os autores ressaltaram que o ISEW modificado e as versões anteriores analisadas têm um resultado comum relevante nas aplicações desenvolvidas para os EUA: a tendência do PIB comparado ao ISEW revela diferenças significativas, a ponto de invalidar uma relação indiscutível entre os resultados do desempenho econômico, medido em uma maneira convencional, e bem-estar. (BEÇA & SANTOS, 2010).

Segundo Beça e Santos (2010), a partir do momento em que se elimina o efeito de adulteração resultante da contabilização cumulativa de externalidades, os resultados obtidos comprovam melhorias significativas em alguns componentes ambientais, como zonas húmidas, florestas, perda de solo, poluição do ar. Essas alterações, no entanto, são avaliadas no ISEW modificado e não em outras versões que levam a um valor cada vez maior de externalidades. (BEÇA & SANTOS, 2010).

Por fim, um dos principais resultados obtidos pelos autores no estudo de caso, utilizando a metodologia modificada do índice, foi que as altas taxas de crescimento do PIB nos EUA não foram acompanhadas por um aumento no bem-estar sustentável nacional; dessa forma, os autores sustentam que o proposto ISEW modificado pode transmitir informações sobre outras dimensões do bem-estar, não abordadas pelas metodologias anteriores. (BEÇA & SANTOS, 2010).

Como fora revisado, existem muitas maneiras de abordar e houveram muitas tentativas de se mensurar o desenvolvimento sustentável, ou a sustentabilidade em si. Veiga (2005) foca a sua análise com uma atenção especial à dimensão ambiental dos índices, enquanto Nordhaus e Tobin (1972) salientam a dimensão econômica do desenvolvimento sustentável.

A realização de uma revisão da metodologia do ISEW, feita por Beça e Santos (2010) instigou a criação de um Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado para o

Brasil, a fim de adaptar as variáveis à realidade do cenário brasileiro, conforme será apresentado no capítulo seguinte.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos (GIL, 2008). Os métodos e técnicas que são utilizados com ideais científicos variam de acordo com os objetivos traçados para serem alcançados pelo estudo. O método utilizado na presente pesquisa foi o indutivo, para o qual, de acordo com Gil (2008), o conhecimento é fundamentado exclusivamente na experiência, sem levar em consideração princípios preestabelecidos; desta maneira, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam (LAKATOS; MARCONI, 2003).

O estudo também se configura como uma pesquisa descritiva, que busca o estabelecimento de relações entre variáveis observadas no índice e apresentará caráter de pesquisa aplicada, que é aquela que tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos (GIL, 2008). Ao seu turno, o perfil da pesquisa pode ser caracterizado como quantitativo, cuja análise é desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma visão geral acerca do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado no Brasil.

Quanto à escolha da série temporal, ela se deu motivada pelo comentário de Veiga (2005) sobre o lançamento da base de dados do IBGE em 2004 de indicadores do desenvolvimento sustentável, motivado pela publicação do “Livro Azul” pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU, a primeira publicação de grande porte contendo mais de 143 Indicadores do Desenvolvimento Sustentável e que tinha como objetivo dar auxílio metodológico e técnico aos países para que esses pudessem desenvolver indicadores que se enquadrassem nos seus próprios programas de desenvolvimento, e seguiu até o 2014, criando uma linha temporal de 10 anos para a análise da evolução desses indicadores.

Quanto às técnicas, em um primeiro momento foi realizada uma pesquisa bibliográfica na área de Economia Ecológica, cujo objetivo focou em apreender e rever conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável e seus indicadores correspondentes. Em seguida, foi feito um levantamento de dados secundários, para Brasil, no período de 2004 a 2014, em bases de dados como IPEAdata, IBGE, *Extended Penn World Tables*, DataSUS e Tesouro Nacional. A utilização de múltiplas bases de dados se justificou pela quantidade relativamente elevada de variáveis que compõem o índice que foi calculado.

O Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado foi desenvolvido a partir da inspiração do ISEW de Daly e Cobb (1994) e pelas modificações feitas na metodologia do

índice original, arquitetadas por Beça e Santos (2010). Dessa forma, o índice criado para o Brasil teve suas variáveis escolhidas de acordo com as características do país, levando em conta, especialmente, a questão do desmatamento da Amazônia Legal. A principal diferença e contribuição do presente índice está na forma de ponderação das variáveis pertencentes a cada dimensão do bem-estar, como será detalhado a seguir.

Para compor o índice, foram consideradas três dimensões que abrangem as diversas facetas do Bem-Estar econômico sustentável. Sendo assim, o Índice foi composto de uma dimensão Social, batizada de S ; uma dimensão econômica, representada por E ; e, por fim, uma dimensão ambiental, A . $IBEES_m$ pode ser definido como:

$$IBEES_m = S + E + A. \quad (3)$$

Para a construção de cada dimensão, foram escolhidas cinco variáveis explicativas que pudessem representar a composição do Bem-Estar Econômico Sustentável. Para a dimensão social foram selecionadas: a taxa de crimes violentos representada pelo inverso da taxa de mortalidade específica (TME) para homicídios; bem como a segunda variável, representando o impacto social do suicídio, utilizando o inverso da taxa de mortalidade específica para suicídios. Ambos os dados podem ser acessados no portal do Ministério da Saúde (DataSUS, 2017).

A escolha da taxa de homicídios para medir a evolução dos crimes violentos foi feita de maneira que fosse possível captar o impacto da violência no bem-estar social, assim, é possível analisar em que períodos houve uma melhora dessas taxas, aumentando o bem-estar, e assim poder relacionar com todas as outras variáveis a fim de servir como base para a criação de políticas de segurança pública mais eficientes.

No caso da taxa de suicídios, ela foi escolhida porque possui um impacto social direto, de acordo com Gonçalves (*et. al.*, 2011), a cada óbito por suicídio, há no mínimo cinco ou seis pessoas próximas ao suicida cujas vidas são afetadas emocional, social e economicamente; e por entender que, acima de tudo essa taxa representa uma questão de saúde pública, ela foi incluída na dimensão social.

Ainda na dimensão social, foram selecionados a evolução dos avanços com educação e saúde pública. Segundo Daly e Cobb (1994), a relação entre aumentos nas despesas do governo e aumentos reais no bem-estar é tênue por causa da dificuldade de medir a demanda pelos tipos de serviços oferecidos pelo governo, todavia, é assumido que uma parcela do que é gasto em educação e saúde contribui para o bem-estar (DALY & COBB, 1994). Todavia, a

fim de representar esse pontos, foram escolhidas as taxas de mortalidade infantil e taxa de analfabetismo. Para isso, os dados foram obtidos dados na base do IBGE, para a taxa de mortalidade infantil a cada 1000 nascidos vivos (IBGE, 2017b) e no IPEAdata, para a taxa de pessoas analfabetas com 15 anos ou mais (IPEA, 2017).

Por último, fora inclusa a taxa de desemprego no país durante a série histórica escolhida, esses dados podem ser coletados na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2017e). A taxa de desemprego foi computada na dimensão social porque este estudo acredita que o impacto do desemprego, apesar de possuir caráter econômico, impacta o bem-estar social de maneira latente; isto é, grandes taxas de desemprego podem levar a estrutura da sociedade a entrar em colapso e causar perdas de bem-estar, devido às mudanças de conduta de parte dos indivíduos que se encontram em situação de desemprego, como o aumento da criminalidade, do alcoolismo, da violência doméstica, entre outros.

Para que houvesse harmonia entre as dimensões, as cinco taxas foram computadas com seus inversos; assim um aumento no valor computado ao longo do período significa que a taxa em si apresentou queda, ou seja, houve uma elevação do bem-estar social

Para compor a dimensão econômica foram escolhidas as variáveis do PIB *per capita*; investimento por trabalhador; consumo por trabalhador – sendo essa uma variável inspirada no ISEW de Daly e Cobb (1994), que possui “consumo pessoal ponderado”, que avalia o consumo por trabalhador em relação a um indicador de igualdade social-; estoque de capital por trabalhador; e produtividade do capital, todas no conceito de paridade do poder de compra. Todas as variáveis econômicas foram obtidas na *Extended Penn World Tables* (EPWT) (MARQUETTI & FOLEY, 2017).

O PIB *per capita*, mesmo com todos os seus problemas, é uma medida tradicional na análise de bem-estar. O investimento por trabalhador mede como a taxa de acumulação de capital está variando ao longo do tempo no Brasil. O estoque de capital por trabalhador e a produtividade do capital são variáveis tecnológicas que contribuem para mapear a taxa de progresso técnico da economia brasileira no período. Todas essas variáveis da dimensão econômica se relacionam com a capacidade de a economia produzir consumo *per capita*.

Por fim, a dimensão ambiental foi a que mais sofreu modificações em relação ao índice original para se adaptar ao caso brasileiro. Dentro dessa dimensão estão variáveis que analisam a poluição do ar, o desmatamento da Amazônia Legal, o acesso ao saneamento básico e à água tratada e o acesso à coleta do lixo produzido.

No tocante à poluição do ar, foram coletados do banco de dados dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IBGE, 2017c) os dados referentes às emissões dos principais

gases do efeito estufa (GEE) dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (NO₂) e metano (CH₄); a fim de poder analisar todos os gases juntos, foi utilizada a metodologia elaborada pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de conversão dos gases emitidos em carbono equivalente, que nada mais é que o foi emitido em valores equivalentes à emissão como se fosse apenas carbono (IPCC, 2007; JANCOVICI, 2017); além disso, foi avaliada a evolução das emissões *per capita*.

Para mensurar a evolução do desmatamento da Amazônia Legal por hectare e o percentual do lixo produzido que foi coletado, os dados foram igualmente retirados do IBGE. A escolha do desmatamento da Amazônia Legal por hectare como variável se deu como uma característica intrinsecamente brasileira, uma vez que esta compreende uma área de extensão de mais da metade do território brasileiro (IPEA, 2017).

Além disso, segundo Margulis (1990), a expansão da fronteira agropecuária foi sem dúvida a maior responsável pelos desmatamentos na Amazônia. O autor destaca que existem dois efeitos resultantes dessa atividade e ambos causam ou perda de bem-estar, ou não o maximizam: o primeiro efeito é que o lucro econômico auferido por essa atividade não é maximizado, pois o valor econômico daquilo que se retira da floresta é muito maior que o que é atribuído a ele nas relações de troca; o segundo efeito, que de acordo como autor é o mais perverso e que impacta fortemente na perda de bem-estar ambiental, são os efeitos negativos causados ao ecossistema da Amazônia, entre os quais estão perda de biodiversidade, alterações micro e mesoclimáticas, efeitos sobre as propriedades do solo, entre outros.

Quanto ao lixo, essa variável foi escolhida com base nas políticas públicas de controle de resíduos sólidos, bem como o seu impacto na qualidade da terra e da água, uma vez que este lixo entra em decomposição e chega nos lençóis freáticos, o que causa impacto direto no bem-estar pela ótica ambiental.

Os dados referentes ao acesso à água e o esgoto foram retirados dos Diagnósticos de Águas e Esgotos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foram considerados o acesso à água tratada e o montante do esgoto gerado que recebeu tratamento.

A mesma justificativa do lixo pode ser atribuída à essas duas variáveis, o avanço do tratamento da água indica uma melhora na qualidade da água que chega até os domicílios brasileiros, o que impacta no bem-estar ambiental e na saúde daqueles que possuem o acesso à este recurso.

No ponto do tratamento de esgoto, essa variável foi escolhida porque um aumento nessa taxa significa que há uma diminuição da contaminação de água e solos, uma vez que leva em consideração todo o montante de esgoto gerado que recebeu tratamento; além disso, o

Brasil tem feito diversos esforços políticos para tornar o saneamento básico uma realidade em todos os domicílios brasileiros, o que não só impacta o bem-estar pela ótica ambiental, uma vez que os recursos estão recendo tratamento para retirar a poluição e os resíduos, como o também impacta o bem-estar em si ao prover a evolução de um dos objetivos do desenvolvimento sustentável. (ONU, 2015).

Tabela 2: Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado,

Dimensão social:	Fonte
i. inverso da taxa de homicídios por 100.000 habitantes;	DataSUS
ii. inverso da taxa de suicídios por 100.000 habitantes;	DataSUS
iii. inverso da taxa de mortalidade infantil a cada 1000 nascidos vivos;	Ipeadata
iv. inverso da taxa de analfabetismo – pessoas com 15 anos ou mais;	Ipeadata
v. inverso da taxa de desemprego.	IBGE
Dimensão econômica:	
i. PIB per capita;	EPWT 6.0
ii. estoque de capital por trabalhador;	EPWT 6.0
iii. investimento por trabalhador;	EPWT 6.0
iv. consumo por trabalhador;	EPWT 6.0
v. produtividade do capital.	EPWT 6.0
Dimensão ambiental:	
i. inverso da evolução das Emissões de GEE em carbono equivalente <i>per capita</i> ;	IBGE
ii. inverso da evolução do desmatamento da Amazônia legal por hectare;	IBGE
iii. acesso à água tratada;	SNIS
iv. acesso ao esgoto tratado;	SNIS
v. acesso ao lixo coletado.	IBGE

Fonte: Elaboração própria.

Todas as variáveis foram transformadas em índices antes de serem agrupadas no índice final. Esse procedimento foi feito para facilitar a comparação entre elas, uma vez que o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento do índice durante um intervalo de tempo de dez anos. Sendo assim, todos os valores foram fixados em 2004 e a partir daí, foram analisadas suas variações.

Uma das contribuições desse estudo está em propor uma forma de agregar esse grande

número de variáveis sem atribuir pesos idiossincráticos. Tendo como base os princípios de equilíbrio do desenvolvimento sustentável, especialmente sob a perspectiva da Economia Ecológica, faz sentido tratar as três dimensões (economia, social e ambiental) principais com o mesmo peso na Equação (3), porém, nada justifica que todas as variáveis dentro de determinada dimensão tenham o mesmo peso. Para contornar esse problema, o estudo propõe um redimensionamento das cinco variáveis por meio da utilização da técnica de Análise dos Componentes Principais, técnica tradicional da Análise Fatorial.

3.1 Análise dos componentes principais

A análise dos Componentes Principais é uma abordagem que, de acordo com Hair *et. al.* (2009), pode ser usada para verificar as inter-relações entre um grande número de variáveis e assim explicar essas variáveis em termos de dimensões comuns.

Devido ao grande número de variáveis utilizadas, e buscando encontrar uma forma de congregar as informações contidas nas variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas, de maneira que houvesse a mínima perda de informações, utilizou-se da estratégia de explicar as variáveis em termos de dimensões, criando assim, as três dimensões previstas na Equação (3).

Segundo Moita-Neto e Moita (1998), na Análise dos Componentes Principais, as variáveis originais geram, por meio de suas combinações lineares, um número corresponde a elas, de componentes principais. Esses possuem como principal característica o fato de serem obtidos em ordem decrescente de máxima variância, ou seja, a componente principal 1 detém mais informação estatística que a componente principal 2, que por sua vez tem mais informação que o componente 3 e assim por diante.

Segundo Hair *et.al.* (2009), se o objetivo da pesquisa é resumir as características essenciais de um conjunto grande de dimensões, a análise fatorial pode ser aplicada a uma matriz de correlação das variáveis, assim, é possível analisar o conjunto das variáveis para identificar os pesos correspondentes a esses fatores (HAIR *ET. AL.*, 2009).

Para computar os pesos de cada uma das variáveis que compõe as dimensões principais do *IBEEStm* utilizou-se como base o princípio elaborado por Crocco *et. al.* (2006) para a dimensionalidade de alguns índices de economia regional. O *software* utilizado para a estimação dos parâmetros da análise foi *SPSS –Statistical Package for Social Sciences*.⁴

⁴ Foi utilizada a versão estudante com licença para teste fornecida pela empresa desenvolvedora do SPSS.

Segundo Crocco *et. al.* (2006), o primeiro passo é obter os autovalores, ou seja, a soma em coluna de cargas fatoriais ao quadrado para um fator, ou a variância total explicada pelos componentes principais de cada dimensão, que no caso deste estudo são cinco variáveis para cada uma das três dimensões, como é visto na Tabela 3.

Tabela 3: Autovalores da matriz de correlação ou variância explicada pelos componentes principais da dimensão.

Componente	Variância Explicada pelo Componente	Variância Explicada Total
1	β_1	β_1
2	β_2	$\beta_1 + \beta_2$
3	β_3	$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3$
4	β_4	$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4$
5	β_5	$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5$ (=100%)

Fonte: Crocco *et. al.* (2006)

Para verificar a participação relativa de cada variável em cada um dos componentes, efetua-se, segundo Crocco *et. al.* (2006), a soma do módulo de cada *autovetor* associado ao componente, (C). Os autovetores são retirados da matriz de componentes, que pode ser vista na Tabela 4.

Tabela 4: Matriz de coeficientes ou autovetores da matriz de correlação da dimensão.

Variável	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
x1	α_{11}	α_{12}	α_{13}	α_{14}	α_{15}
x2	α_{21}	α_{22}	α_{23}	α_{24}	α_{25}
x3	α_{31}	α_{32}	α_{33}	α_{34}	α_{35}
x4	α_{41}	α_{42}	α_{43}	α_{44}	α_{45}
x5	α_{51}	α_{52}	α_{53}	α_{54}	α_{55}

Fonte: Crocco *et. al.* (2006)

A obtenção da soma do módulo de cada *autovetor* associado ao componente, (C), se dá então, para cada uma das cinco variáveis de cada dimensão, segundo as seguintes equações:

$$|\alpha_{11}| + |\alpha_{21}| + |\alpha_{31}| + |\alpha_{41}| + |\alpha_{51}| = C_1. \quad (4)$$

$$|\alpha_{12}| + |\alpha_{22}| + |\alpha_{32}| + |\alpha_{42}| + |\alpha_{52}| = C_2. \quad (5)$$

$$|\alpha_{13}| + |\alpha_{23}| + |\alpha_{33}| + |\alpha_{43}| + |\alpha_{53}| = C_3. \quad (6)$$

$$|\alpha_{14}| + |\alpha_{24}| + |\alpha_{34}| + |\alpha_{44}| + |\alpha_{54}| = C_4. \quad (7)$$

$$|\alpha_{15}| + |\alpha_{25}| + |\alpha_{35}| + |\alpha_{45}| + |\alpha_{55}| = C_5. \quad (8)$$

Dessa forma, a obtenção dos pesos das cinco variáveis de cada dimensão pode ser representada pelas seguintes equações:

$$\theta_1 = \alpha'_{11} \cdot \beta_1 + \alpha'_{12} \cdot \beta_2 + \alpha'_{13} \cdot \beta_3 + \alpha'_{14} \cdot \beta_4 + \alpha'_{15} \cdot \beta_5 \quad (9)$$

$$\theta_2 = \alpha'_{21} \cdot \beta_1 + \alpha'_{22} \cdot \beta_2 + \alpha'_{23} \cdot \beta_3 + \alpha'_{24} \cdot \beta_4 + \alpha'_{25} \cdot \beta_5 \quad (10)$$

$$\theta_3 = \alpha'_{31} \cdot \beta_1 + \alpha'_{32} \cdot \beta_2 + \alpha'_{33} \cdot \beta_3 + \alpha'_{34} \cdot \beta_4 + \alpha'_{35} \cdot \beta_5 \quad (11)$$

$$\theta_4 = \alpha'_{41} \cdot \beta_1 + \alpha'_{42} \cdot \beta_2 + \alpha'_{43} \cdot \beta_3 + \alpha'_{44} \cdot \beta_4 + \alpha'_{45} \cdot \beta_5 \quad (12)$$

$$\theta_5 = \alpha'_{51} \cdot \beta_1 + \alpha'_{52} \cdot \beta_2 + \alpha'_{53} \cdot \beta_3 + \alpha'_{54} \cdot \beta_4 + \alpha'_{55} \cdot \beta_5 \quad (13)$$

em que:

$$\alpha'_{ij} = \frac{|\alpha_{ij}|}{C_j}, \quad (14)$$

$$\beta_i = \text{Variância Explicada pelo Componente} \quad (15)$$

Após o cálculo dos pesos referentes a cada uma das cinco variáveis de todas as três dimensões, foi realizada uma multiplicação matricial, que pode ser vista nas Equações (16) a (18), para obter cada valor correspondente de cada dimensão em cada um dos períodos da série histórica escolhida.

$$V = \begin{bmatrix} x1_t & x2_t & x3_t & x4_t & x5_t \\ x1_{t+1} & x2_{t+1} & x3_{t+1} & x4_{t+1} & x5_{t+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}. \quad (16)$$

$$\theta = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \\ \theta_5 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

$$V \times \theta = \text{Dimensão}. \quad (18)$$

em que:

$$x1_t = \text{variável } x1 \text{ no período } t. \quad (19)$$

Por fim, o a multiplicação matricial representada acima foi repetida para cada uma das dimensões do Índice (A , E , S) e agregada na equação (3) para a análise dos seus padrões, detalhada no próximo capítulo. É importante salientar, entretanto, as possíveis limitações que o estudo veio a apresentar, em especial, a falta de informações estatísticas para representar todas as suas dimensões abrangidas pelo índice original de Daly e Cobb (1994).

É importante mencionar alguns pontos específicos a respeito da técnica da Análise dos Componentes Principais, sendo uma delas o fato de a técnica ser baseada na análise das variâncias das variáveis escolhidas. Nesse sentido, variáveis que variam mais possuem a tendência de ter um peso relativamente maior na composição do indicador, assim como uma variável com uma variação observável menor tem tendência a ter um peso relativamente menor. Por conta disso, e como será descrito a seguir no capítulo de Resultados, o índice é relativamente sensível a variações no desmatamento da Amazônia Legal, por exemplo.

Todavia, a interpretação desta tendência não deve ser levada como um aspecto negativo, mas uma característica intrínseca à técnica.

Um outro ponto mencionável é a limitação da técnica em relação a não estacionaridade e não normalidade das séries temporais. Entretanto, como o período de tempo o estudo em questão é relativamente pequeno (compreendendo de 2004 a 2014) torna-se muito improvável que tais características temporais sejam estatisticamente relevantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos cálculos especificados no capítulo anterior foi possível chegar aos pesos relativos de cada uma das cinco variáveis das três dimensões do *IBBES_m*, como pode demonstrado Tabela 5 abaixo. Nesse sentido, é importante notar a vantagem da utilização da análise dos componentes principais: É a própria distribuição de probabilidade dos dados que atribuí os pesos para os componentes. Componentes com maior peso explicam melhor a variância da dimensão.

Tabela 5: Pesos das variáveis que compõem as dimensões do *IBBES_m*.

Variável	Peso
Dimensão social:	
Inverso da taxa de homicídios por 100.000 habitantes;	0,20326
Inverso da taxa de suicídios por 100.000 habitantes;	0,19658
Inverso da taxa de mortalidade infantil	0,20006
Inverso da taxa de analfabetismo – pessoas com 15 anos ou mais;	0,19674
Inverso da taxa de desemprego.	0,20332
Dimensão econômica:	
Investimento por Trabalhador	0,19180
Consumo por trabalhador	0,20386
PIB per capita	0,19574
Estoque de Capital por trabalhador	0,22909
Produtividade do capital	0,17949
Dimensão ambiental:	
inverso da evolução das Emissões de GEE em carbono equivalente <i>per capita</i>	0,19775
Inverso da taxa de desmatamento por hectare	0,19397
Acesso à água tratada	0,19694
Acesso ao esgoto tratado	0,19701
Acesso ao lixo coletado	0,20905

Fonte: Primária a partir do software SPSS.

Assim que se obteve o valor dos pesos, foi realizada uma multiplicação das matrizes dos pesos correspondentes a cada variável para cada período da amostra, seguindo os passos explicitados nas Equações (16) a (18), a fim de obter os valores correspondentes à cada dimensão do índice e cujos resultados podem ser conferidos na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados da agregação das variáveis e cálculo do IBEEsM.

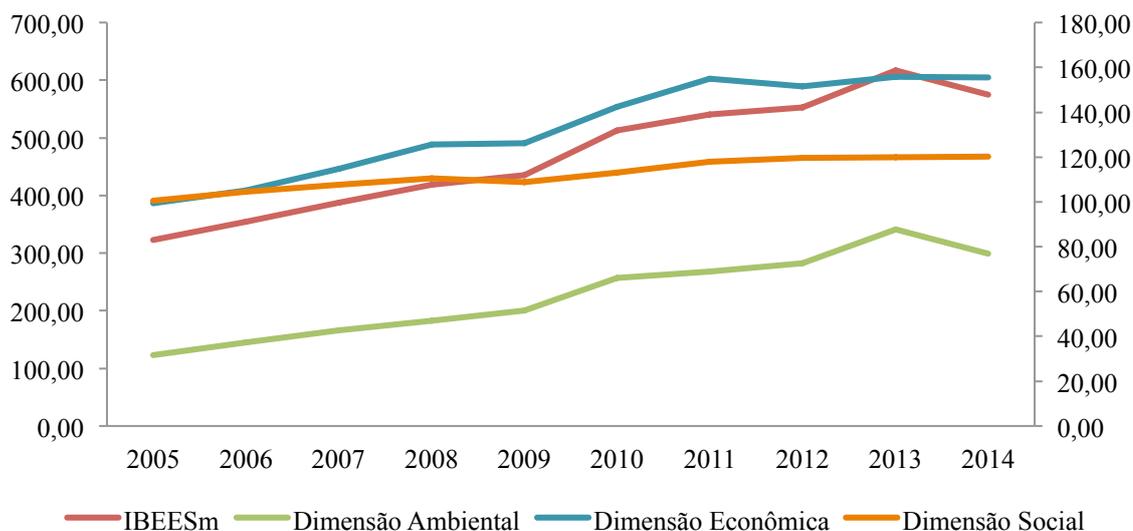
Ano\Dimensão	Ambiental	Social	Econômica	IBEEsM
2005	123,00781	100,42768	99,38468	322,82018
2006	144,70312	104,53415	105,01904	354,25632
2007	165,70342	107,73209	114,79271	388,22824
2008	182,59897	110,65422	125,63814	418,89134
2009	200,50453	108,78994	126,30562	435,60011
2010	257,16153	112,98977	142,52331	512,67462
2011	267,56963	118,03074	154,89163	540,49201
2012	282,17327	119,59999	151,51197	553,28524
2013	341,56032	119,93880	155,83397	617,33311
2014	299,08149	120,10900	155,45292	574,64342

Primária a partir do software SPSS.

Com a obtenção dos valores dos pesos e os valores correspondentes a cada dimensão, a Equação (3) foi utilizada para computar o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado para o Brasil entre 2005 e 2014.

Em um primeiro momento, as três dimensões foram somadas com o mesmo peso para o índice, com o amparo da literatura de Costanza (1991) e Pearman et. al. (2003), que afirmam que os sistemas fazem parte de uma biosfera e assim, de modo a buscar o equilíbrio dentro da biosfera, cada dimensão recebeu a mesma “importância” na soma do IBEEsM.

Os resultados computados na Equação do IBEEsM podem ser vistos na Figura 1.

Figura 1: Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado 2005-2014.

Fonte: Elaboração própria. – N.A: Dimensões Econômica e Social em relação ao eixo secundário.

Na Figura 1 é possível notar que o comportamento do Índice de Bem-Estar ao longo da série histórica apresenta, de modo geral, uma trajetória de crescimento, o que representa uma melhora do bem-estar econômico sustentável, com exceção do período entre 2013-2014, onde houve queda.

Ao decompor o índice e analisar a evolução de cada dimensão, nota-se que a dimensão ambiental segue um padrão semelhante ao curva do $IBEES_m$, o que não é gratuito, uma vez que o índice é bastante sensível em relação às mudanças nessa dimensão (Tabela 6). Ao mesmo tempo, as dimensões Social e Econômica evoluem no tempo com variações relativamente menores do que a dimensão ambiental.

Como os valores de 2004 foram fixados, pôde-se verificar que em 2005 a pontuação do $IBEES_m$ era de 322,82 e em 2014 de 574,64, com uma variação de 78% no período. Para a dimensão ambiental, observou-se uma variação de 143,14%, com o aumento da pontuação de 123,00 em 2005 para 299,08 em 2014. É interessante notar que ambas as pontuações de pico, tanto da dimensão ambiental como do Índice em si foram em 2013, com 341,56 e 617,33 pontos, respectivamente.

A observação de 2013 revela-se curiosa pois, se analisado em termos gerais, o $IBEES_m$ apresentou um aumento do bem-estar em relação ao ano de 2005, dada a sua elevada pontuação final. Entretanto, quando analisado ano a ano, é notado que, em verdade, houve uma piora do bem-estar entre 2013 e 2014, o que significa que, embora o bem-estar tenha aumentado em termos gerais durante a série histórica, entre 2005 e 2014, os resultados no período final, entre 2013 e 2014 indicam que houve uma queda no bem-estar econômico sustentável. Em outras

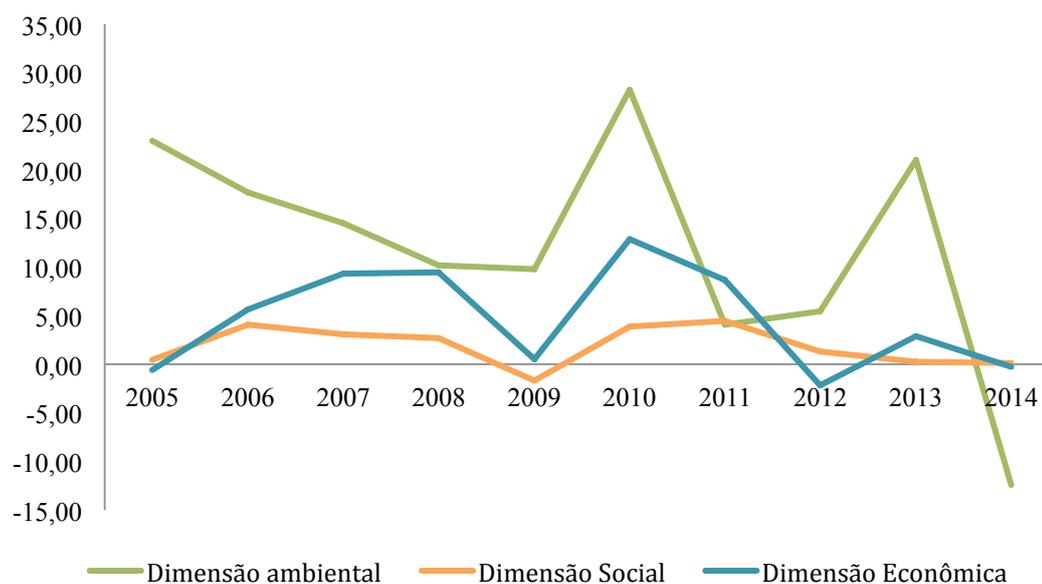
palavras, em 2014 a medida de bem-estar era melhor que em 2005, mas não era melhor que em 2013.

Conforme discutido anteriormente, o *IBEESm* é mais sensível às flutuações da dimensão ambiental e essa piora em 2014 foi unicamente ocasionada pela dimensão ambiental, uma vez que as dimensões social e econômica permaneceram estáveis naquele período. Mais a frente, após a análise de dissociação das dimensões, será possível analisar o que ocasionou tal queda.

No tocante às dimensões social e econômica, ambas apresentaram uma trajetória parecida, com a dimensão social apresentando uma variação de 19,59% em relação à 2005 e uma queda na pontuação em 2009; enquanto a econômica apresentou resultados com 56,41% de variação em relação ao ano inicial e duas quedas na pontuação, uma em 2012 e outra, de menor magnitude, em 2014.

A Figura 2 traz a taxa de variação de cada dimensão ano a ano, nela é possível analisar o quanto cada dimensão variou no ano em relação ao ano anterior. Nesta Figura, é possível ver que a dimensão ambiental, se mostrou a mais sensível em relação às demais, isso se dá em especial pela influencia que a taxa de desmatamento tem sobre essa dimensão, como será abordado adiante. Nota-se que apesar de crescente, sua variação apresentava tendência de queda ao longo do tempo. Ou seja, embora o bem-estar ambiental estivesse crescendo a uma taxa relativamente eleva, sua tendência era declinante.

Figura 2: Taxa de variação anual das dimensões 2005 - 2014.



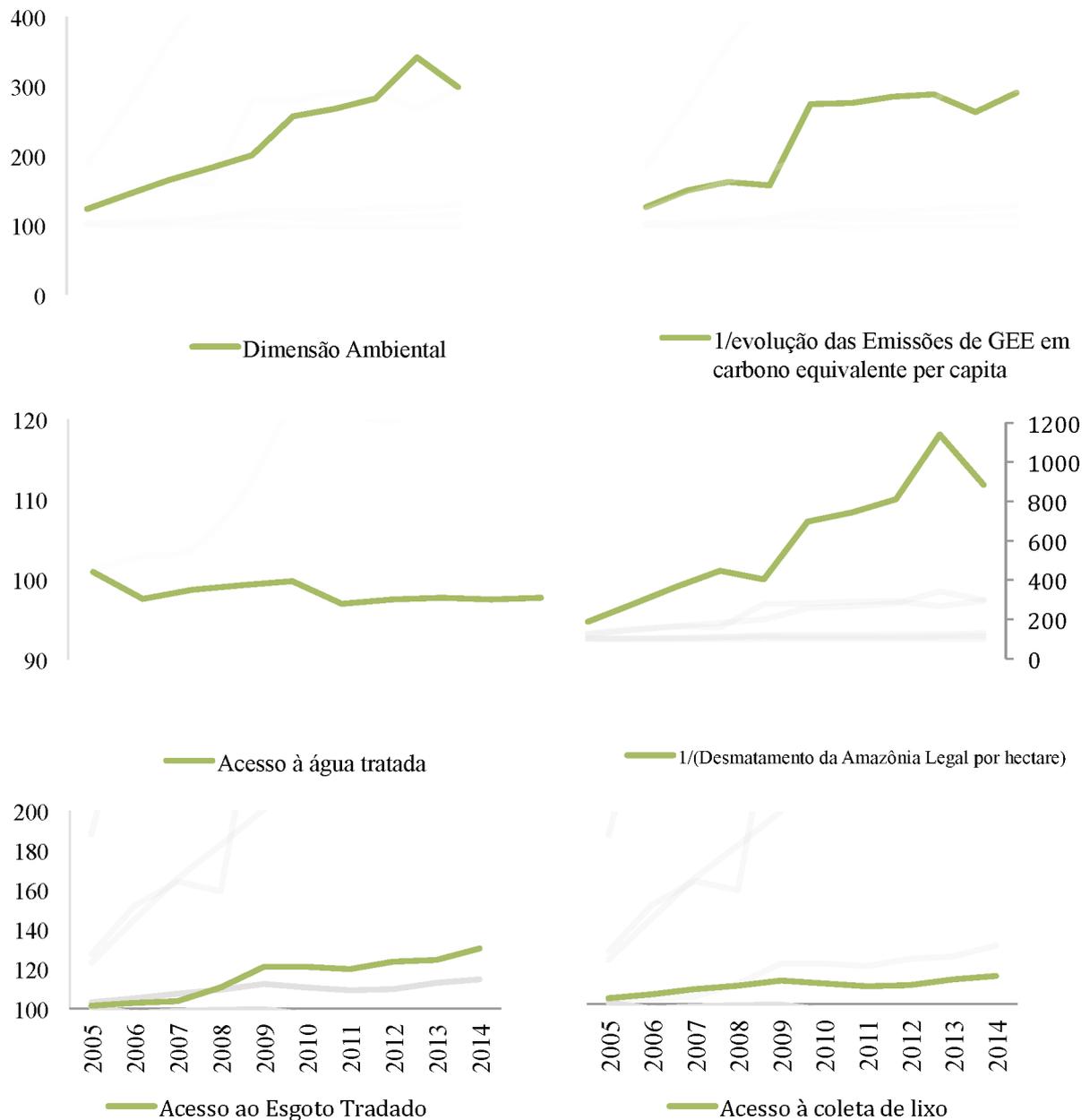
Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto curioso que a Figura 2 traz, é o impacto da crise econômica de 2008 na taxa de variação das dimensões social e econômica. Mesmo que a dimensão econômica tenha apresentado uma notável queda, essa não pode ser confundida com uma piora da dimensão. Apesar de a dimensão econômica apresentar declínio em sua taxa de variação, os resultados desta foram positivos em 2009, ou seja, houve um acréscimo de bem-estar nesta dimensão, mesmo com o estopim da crise. A dimensão que pareceu sofrer o maior impacto com a crise global foi a social, que apresentou taxas de variação negativas em relação ao ano anterior, ou seja, neste caso, houve uma piora do bem-estar nesta dimensão.

Não é correto afirmar, no entanto, que a crise de 2008 não impactou a dimensão econômica, todavia, a variável que se mostrou sensível a esse evento, a taxa de desemprego, fez com o que a dimensão social apresentasse uma sensibilidade maior à crise. Quanto a dimensão ambiental, essa manteve a taxa de variação em torno de 9%, valores parecidos com a taxa do período anterior, o que demonstra que o evento de 2008 parece não ter muita influência sobre o bem-estar ambiental. No tocante ao *IBEES_m*, a crise econômica não pareceu causar grandes modificações e entre 2008 e 2009 houve um acréscimo do bem-estar.

A Análise Dos Componentes Principais possibilitou a redução das dimensões e a distribuição de pesos para cada uma das variáveis, como pôde ser averiguado na Tabela 3. Nesta etapa da análise, cada dimensão foi decomposta a fim de analisar o comportamento de cada variável dentro do seu aglomerado.

Figura 3: Decomposição da dimensão ambiental entre 2005-2014.



Fonte: Elaboração Própria. – N.A: As variáveis Acesso à água tratada; acesso ao esgoto tratado e acesso à coleta de lixo tiveram as escalas das figuras alteradas para que fosse possível analisar as suas variações de maneira mais clara; a variável que representa o inverso da taxa de desmatamento por hectare está em relação ao eixo secundário.

A Figura 3 decompõe a dimensão Ambiental. Por meio dessa dissociação é possível inferir que durante o período histórico analisado a emissão de gases do efeito estufa *per capita* apresentou queda, o que fez com que a taxa inversa obtivesse um trajeto de ascensão, a curva que representa o inverso das emissões *per capita* seguiu o padrão da curva da dimensão ambiental. Apesar de não ser a variável com o maior peso relativo dentro da dimensão, como pode ser visto na Tabela 3, a variável obteve uma variância total explicada de 82,33%, o que

pode explicar a razão pela qual as duas curvas seguem padrões de flutuação similares. Essa melhora no inverso da taxa de emissões *per capita*, ou seja, a queda no volume das emissões *per capita* pode ser considerados reflexo dos esforços do Governo Federal a partir de 2004 através de ações de combate ao desmatamento, segundo o Ministério do Meio Ambiente, o setor de uso da Terra e Florestas é o que vem apresentando a maior efetividade na diminuição das emissões de GEE (MMA,2017).

A variável com maior flutuação no período, no entanto, é a taxa inversa de desmatamento por hectare da Amazônia Legal. Até 2008 a curva apresentou um crescimento, indicando uma queda na taxa de desmatamento por hectare, o que, conforme supracitado é resultado dos esforços do Governo Federal no combate ao desmatamento. Contudo, entre 2008-2009 a curva apresentou uma queda de aproximadamente 9,75%, seguido de um período de melhora para, entre 2013-2014 apresentar uma grande quebra no padrão de crescimento, caindo cerca de 22,4% após atingir o seu pico, ou seja, a menor taxa de desmatamento por hectare observada, em termos gerais, a variável apresentou uma variação no período de 371,43% em 2014 em relação a 2005, a instabilidade apresentada pela variável pode ser considerada consequência da dificuldade de fiscalização efetiva do território da Amazônia Legal, que compreende cerca de 59% de todo o território brasileiro (IPEA, 2017).

Outro ponto de destaque na análise da dimensão ambiental é o impacto que a taxa de desmatamento por hectare tem na curva da dimensão, o que a torna muito sensível às variações dessa variável; ou seja, quando há um aumento do desmatamento, verificado na figura como uma queda da curva da taxa inversa de desmatamento, há também uma queda no bem-estar ambiental. Isso é, apesar de a taxa inversa de variação do desmatamento da Amazônia Legal ter o menor peso relativo observado, como pode ser visto na Tabela 5, a dimensão ambiental flutua muito de acordo com as mudanças observadas nessa variável.

Vale ressaltar ainda que desde 1988, o governo federal vem monitorando, via satélite, o desmatamento de áreas com vegetação nativa, com o objetivo de embasar ações de fiscalização, controle e combate aos desmatamentos ilegais, o que contribuiu para que essa obtivesse um bom desempenho com relação ao aumento de bem-estar em termos gerais, de 2005 a 2014.

Com relação às variáveis de acesso ao tratamento de água, esgoto e coleta de lixo, todas as variações apresentaram padrões de tímidos avanços. No tocante ao avanço do tratamento de esgoto em relação ao que foi gerado, a variação foi de 28,70% em relação à 2005, a outra variável que apresentou melhora foi a coleta de lixo, que entre 2005 e 2014 variou cerca de 11,32%, esse progresso observado nas variáveis podem ser relacionadas à implantação de uma

Política Nacional de Resíduos Sólidos feita pelo Governo Federal, bem como a Lei do Saneamento Básico, que entrou em vigor em 2007.

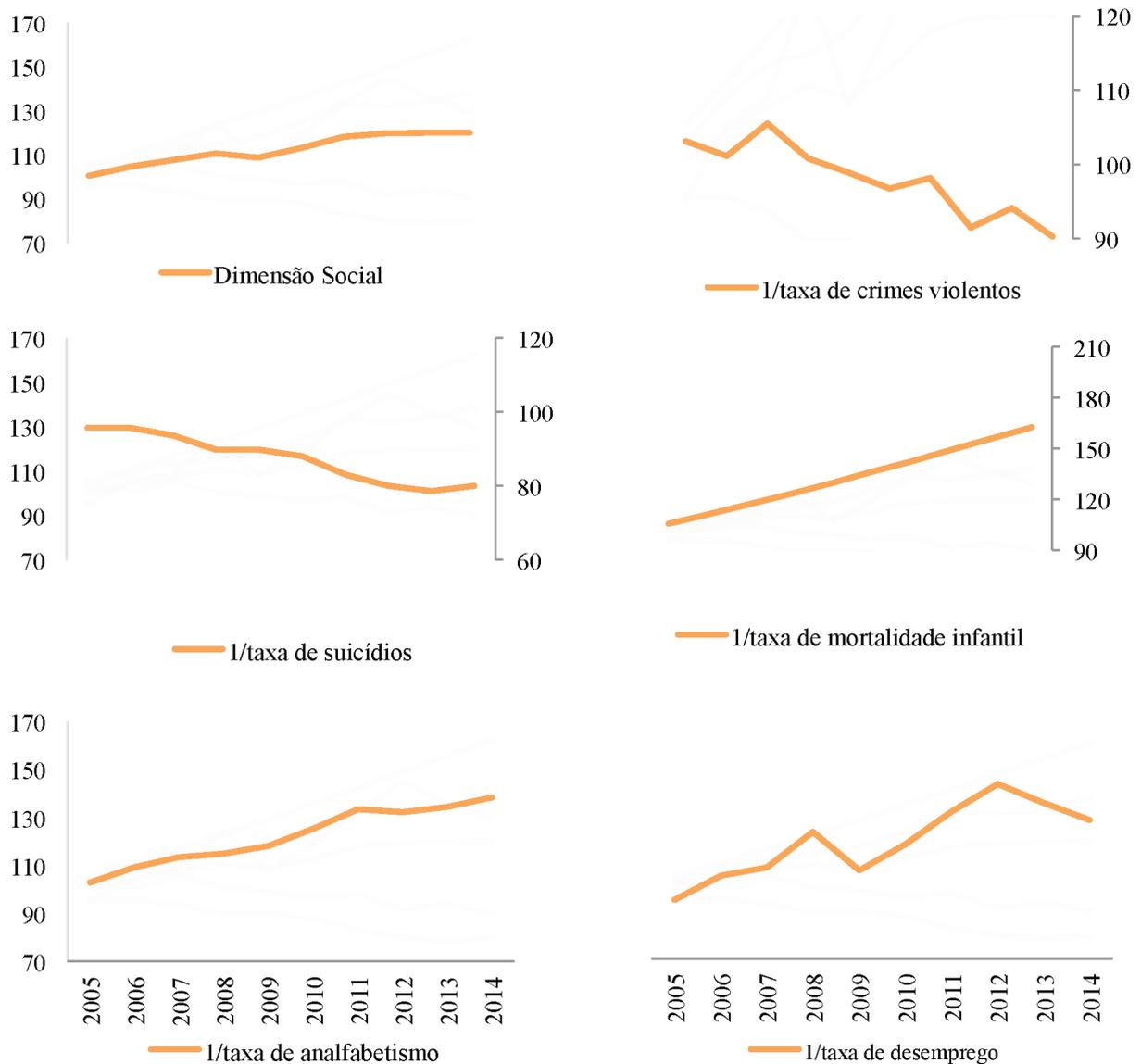
Mesmo assim, tendo em vista as políticas implementadas pelo Governo Federal, as melhorias observadas não obtiveram tanta eficiência quando levados em conta os esforços públicos para melhorar o bem-estar nesse quesito.

Em relação ao acesso à água tratada, essas políticas não apresentaram sucesso e essa foi a única variável que apresentou uma piora durante o período analisado, com queda de aproximadamente 3,21% em relação ao período inicial da amostra; ou seja, a proporção do acesso à água tratada em relação à população diminuiu, o que caracteriza uma perda do bem-estar e até mesmo uma diminuição da efetividade das políticas públicas de acesso ao tratamento de água entre 2005 e 2014.

Por fim, em 2014 notou-se uma mudança na tendência da dimensão ambiental, caracterizada por uma queda em sua curva, resultando em perda de bem-estar pela ótica ambiental. Essa mudança não foi observada na mesma magnitude nas outras dimensões do índice e nesse ponto ela pode ser atrelada ao aumento da taxa de desmatamento por hectare.

Contudo, como será observado adiante, isso não significa que as outras dimensões do índice não apresentaram sinais de perda de bem-estar, o que pode significar uma antecipação da crise brasileira. Vale lembrar também que em 2014 o Brasil se encontrava em estado de recessão técnica e isso certamente contribuiu para o aumento da atividade madeireira ilegal, que impacta diretamente a variável da taxa de desmatamento da Amazônia Legal por hectare, uma vez que a taxa de desemprego vinha caminhando de maneira crescente, o que será analisado a seguir.

Figura 4: Decomposição da dimensão social entre 2005-2014.



Fonte: Elaboração Própria. - N.A: As variáveis taxa inversa de crimes violentos; taxa inversa de suicídios e taxa inversa de mortalidade infantil estão em relação aos eixos secundários.

A Figura 4 decompõe a dimensão social do *IBEEsm*. Como primeira conclusão que se pode tirar da análise de decomposição da dimensão acima, é o fato de apenas duas variáveis apresentarem uma trajetória de crescimento, o que significa, uma vez que foram computadas o inverso de suas taxas, que apenas duas dessas variáveis apresentaram contribuem positivamente para o bem-estar. São elas: a taxa de mortalidade infantil e a taxa de analfabetismo, dois dos oito “objetivos do milênio”.

A melhora nas taxas de mortalidade infantil e analfabetismo, com variações no período de 54,02% e 34,58% em relação à 2005, respectivamente, significa que houve um incremento de saúde e educação, se os gastos do governo com educação e saúde *per capita* forem

analisados e se o que Daly e Cobb (1994) afirmaram for levado em conta, houve sim um esforço governamental de aumento dos gastos públicos nessas áreas e com reflexo no aumento de bem-estar nesses dois quesitos; de qualquer forma, o aumento dessas duas taxas reflete uma melhoria de bem-estar especialmente amparada na expectativa de vida da população.

Entretanto, esse incremento não pôde ser observado nas taxas de suicídios e homicídios, que aqui é usada como representação da taxa de crimes violentos, ambas representadas em relação ao eixo secundário na Figura 4. As duas curvas apresentaram uma trajetória de queda, o que significa que não houve um aumento do bem-estar motivado por essas taxas durante o período.

No que diz respeito à taxa de suicídios, o aumento desta pode ser reflexo do aumento da taxa de desemprego, mesmo que não imediatamente. O fato de a oferta de emprego ser instável, ao mesmo tempo em que, como será observado mais a frente, o consumo possui resposta imediata ao desemprego mas voltar a crescer logo depois, além do aumento nas taxas de inadimplência, pode ocasionar mesmo que indiretamente, um aumento na taxa de suicídios frente o aumento do endividamento pessoal e a falta de oferta de emprego; segundo Gonçalves et. al. (2011) o declínio econômico e o aumento do desemprego contribuem para o aumento dos suicídios.

A mesma intuição vale para o caso do aumento dos crimes violentos, que podem ser considerados reflexos do aumento do desemprego. Entretanto, diferentemente da taxa de suicídios, que possui uma resposta mais lenta e indireta à diminuição da oferta de emprego, o impacto na taxa de crimes violentos é direto e mais progressivo que o aumento do suicídio em si, o que causa uma perda de bem-estar maior e mais duradoura que a outra variável em questão.

Segundo Cerqueira e Lobão (2004), “a decisão de cometer ou não o crime resultaria de um processo de maximização da utilidade esperada” (p. 247), onde o indivíduo ponderaria entre os potenciais ganhos resultantes de cometer o crime, o valor da punição e as probabilidades de resultados referentes à prisão e o custo de oportunidade de cometer o crime, que segundo os autores é traduzido pelo salário alternativo no mercado de trabalho, ou, no caso da taxa de desemprego, da falta de um salário.

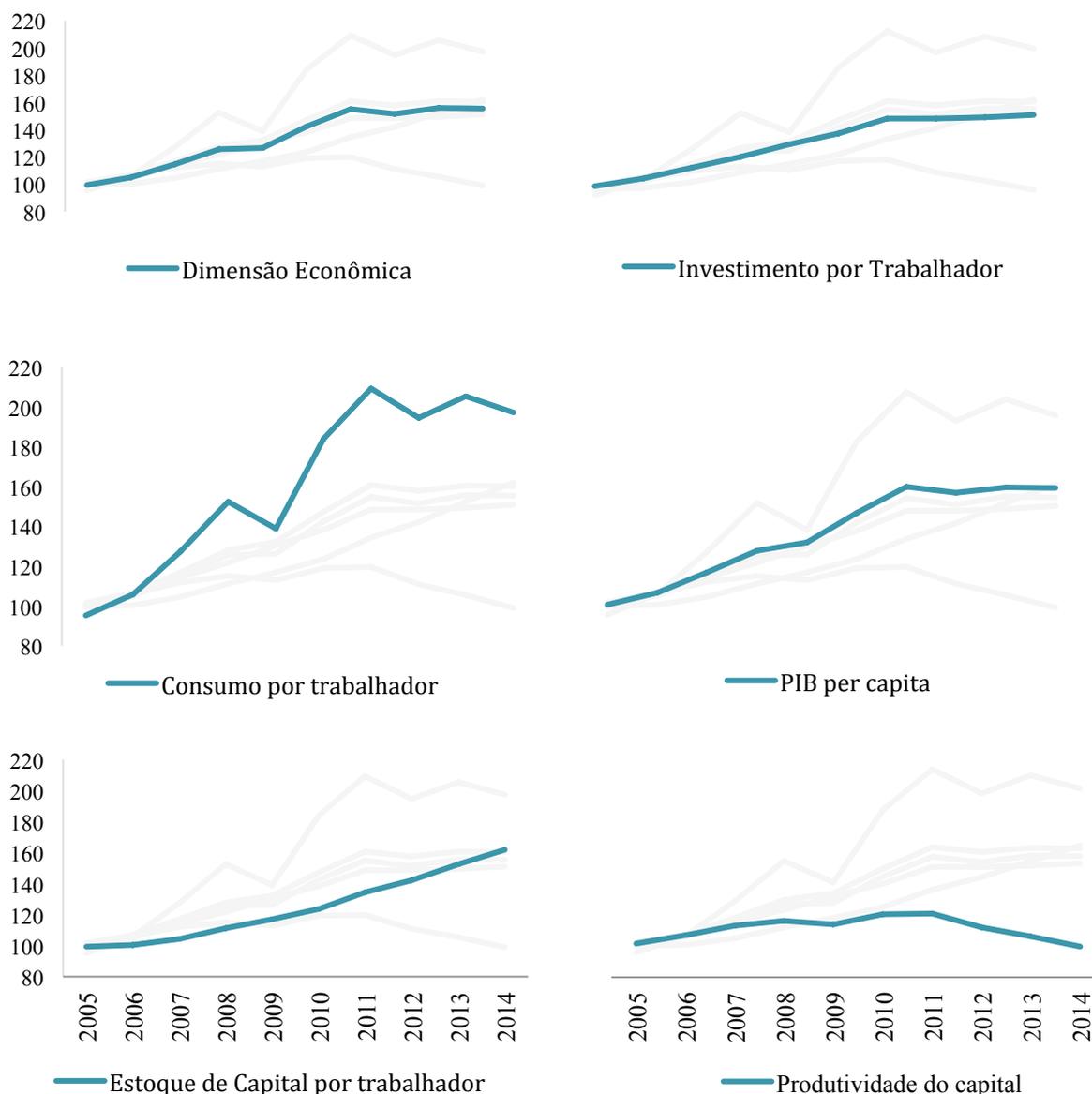
Embora a intuição seja a de inferir que a taxa de homicídios variou mais que a de suicídios, essa apresentou uma variação negativa de 12,41% em relação à 2005, enquanto a variação do inverso da taxa de suicídios por 100.000 habitantes variou negativamente cerca de 16,36% na série histórica.

Quanto à variável representada pelo inverso da taxa de desemprego, essa apresentou uma melhora de aproximadamente 35,99%. Na Figura 4 é possível notar que a taxa apresentou comportamento irregular em certos períodos de análise, em se tratando de desemprego, é possível inferir que a diminuição do bem-estar provocada pela queda do inverso dessa taxa entre 2008-2009 possui caráter exógeno, motivado pela crise internacional; todavia, a curva apresentou rápida recuperação, o que pode ser considerado reflexo da rápida saída do Brasil da crise global, até começar a seguir um trajeto de declínio a partir de 2012.

Essa queda observada na curva a Figura 4, representada pelo crescimento da taxa desemprego é consequência de outro evento exógeno, porém de maior impacto no Brasil, caracterizado pela desaceleração da economia chinesa no final de 2011 e, por conseguinte, o fim do *boom* das *commodities*. É sabido que grande parte da economia brasileira provém do setor agrícola (IBGE, 2017b), sendo assim, quando há uma tendência de queda no volume de exportações de bens primários, o primeiro reflexo é o aumento do desemprego nessas áreas.

Conforme anteriormente mencionado, o Brasil apresentava recessão técnica em 2014, contudo, se analisada a dimensão social nota-se que o bem-estar social, representado pela curva da dimensão na Figura 4 já vinha, desde de 2011 apresentando pouca variação de incremento de bem-estar, ou seja, não estava apresentando resultados significativos, caminhando para a estagnação.

Figura 5: Decomposição da dimensão econômica entre 2005-2014.



Fonte: Elaboração Própria.

Por fim, tem-se a dissociação da dimensão econômica. A dimensão econômica foi a única em que as suas variáveis não precisaram ser transformadas a fim de estar em harmonia com a mensuração do bem-estar, por conta disso, a análise de seus padrões é mais simplificada, uma vez que trajetórias ascendentes significam incremento de bem-estar na dimensão.

Em um primeiro momento nota-se que houve um padrão de trajetória entre a dimensão, o PIB *per capita* e o Investimento por trabalhador. As três curvas seguem a mesma trajetória e possuem padrões similares, se formos levar em conta o percentual da variância como foi feito

na análise da dimensão ambiental, o Investimento por trabalhador tem um percentual de cerca de 77,51%, o que pode explicar o seu padrão ser tal qual o da própria dimensão.

Quanto às variações durante a série histórica, o Investimento por Trabalhador apresentou uma taxa de variação de cerca de 48,73% em 2014 em relação à 2005 e o PIB per capita obteve uma variação perto de 59,87% no mesmo período. Esse aumento, que representa um incremento na renda do trabalhador, pode ser usado para explicar a variável que mais apresentou mudanças em relação à 2005, o consumo por trabalhador. É claro que o aumento do poder de compra do trabalhador, através do PIB per capita, não explica por si só o alto incremento na curva de consumo por trabalhador, que variou cerca de 107,29% no período. O próprio aumento do PIB *per capita* pode ser atribuído ao *boom* anteriormente mencionado, que ocorreu entre 2004 e 2011, puxado pela alta demanda de bens primários proveniente da China e que proporcionou boas taxas de crescimento para o Brasil.

Outro aspecto da curva de consumo por trabalhador é que esta apresentou forte queda entre 2008-2009 como reflexo imediato do aumento da taxa de desemprego no mesmo período, bem como uma rápida recuperação que pode ser motivada pela implementação de políticas de incentivo ao consumo, em especial de bens de consumo duráveis, através da diminuição de impostos (IPI, por exemplo) operada pelo governo como estratégia de saída da crise e em seguida uma nova queda em 2012. Diferentemente da taxa citada, no entanto, o consumo por trabalhador voltou a crescer em 2013, mas teve queda no último ano da série histórica, tendo suas quedas puxadas, especialmente pelo aumento da taxa de desemprego.

Se analisado o incremento no consumo por trabalhador durante a série histórica pela ótica apresentada na função de bem-estar (1), citada no capítulo 2, é possível concluir então que houve um aumento do bem-estar impulsionado por essa variável.

Em relação à curva de estoque de capital por trabalhador, essa apresentou uma trajetória quase linear ao longo do período, não possuindo instabilidades ou quedas durante a série e chegando ao patamar de cerca de 63,04% de variação em relação à 2005, o que pode significar um aumento no nível de investimentos ao longo do período, bem como uma diminuição da depreciação do capital. Novamente, esse aumento pode ser explicado pelas boas taxas de crescimento aprestadas pelo Brasil durante o período analisado na série.

A única variável, no entanto, que apresentou um comportamento fora do padrão das outras variáveis da dimensão foi a produtividade do capital. Essa variável manteve-se estável durante a série, operando na maior parte dos anos entre 110 e 119 pontos do índice, todavia, a partir de 2011, essa variável apresentou trajetória declinante, terminando a série com uma variação negativa de cerca de 1% em relação à 2005, o que significa que o Brasil apresentou

escassez relativa em termos de capital e, antecipou o fim do *boom*, o que pode refletir em uma consequência da diminuição no nível de investimentos, após 2011 e que continuou a cair até 2014, ano em que o Brasil declarou recessão técnica e entrou em trajetória de crise. Vale mencionar também, que em termos gerais da análise, o Brasil não apresentou uma grande variação na taxa de progresso técnico entre 2005 e 2014, o que o deixou mais vulnerável aos choques de demanda externa, uma vez que o crescimento do Brasil é sustentado em uma base agrícola-exportadora e não amparada no aumento do progresso tecnológico.

Em termos gerais, no entanto, não é possível afirmar que a queda dessa variável tenha causado um impacto direto na medida de bem-estar da dimensão, mas se olharmos na variação entre os anos em que a variável começou a decair, observa-se quedas expressivas de 7,27%, 5,05% e 6,12% em 2012, 2013 e 2014 respectivamente.

A queda na taxa de variação da variável em questão acompanhou o processo de desaceleração a partir do fim do *boom*, algo que é visto nas outras variáveis da dimensão econômica, a partir de 2011, o que, conforme anteriormente mencionado, representava sinais de que o bem-estar econômico brasileiro estava entrando em uma situação de desaceleração das taxas de crescimento e posteriormente, taxas de crescimento negativas.

Outro ponto a ser elencado é que, assim como a dimensão social, a dimensão econômica não apresentou grandes modificações no bem-estar após 2012, ano em que apresentou queda; isso leva à conclusão de que a dimensão ambiental, por se demonstrar mais sensível em relação às outras, pôde antecipar o período de crise que viria após 2014, especialmente no tocante ao aumento do desmatamento, causado pelo aumento da atividade madeireira ilegal, que pode ser atribuída como uma consequência do aumento da taxa de desemprego.

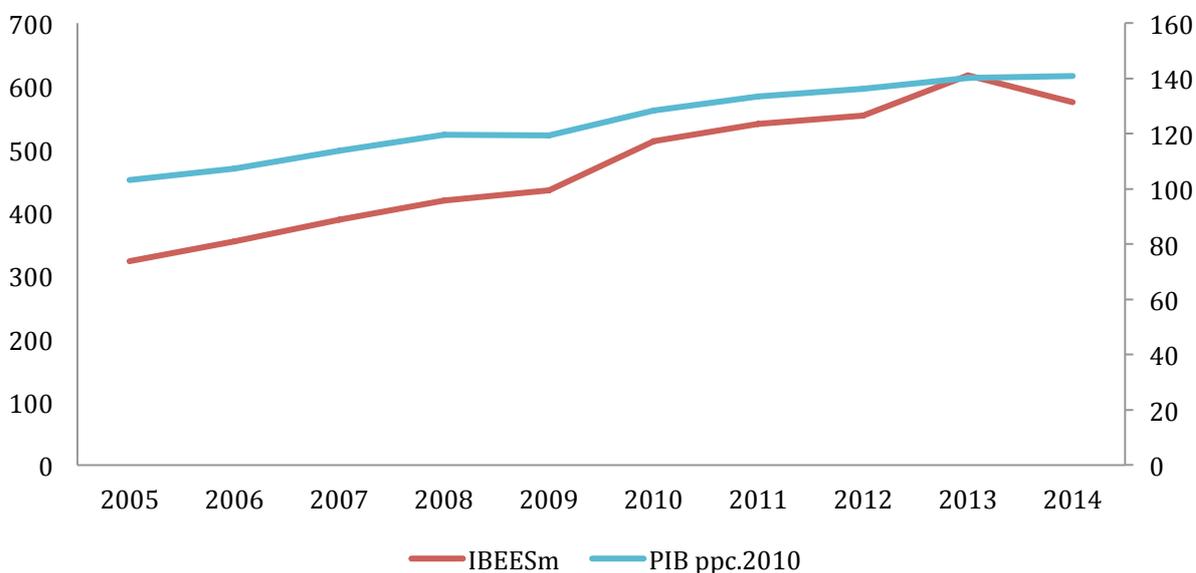
4.2 Comparação com os Indicadores Convencionais

Para a realização da comparação entre o $IBEES_m$ e os indicadores convencionais, foram retirados os dados do Banco Mundial referentes ao Produto Interno Bruto em paridade do poder de compra com US\$2010 e os dados referentes ao IDH no período, retirados dos Relatórios de Desenvolvimento Humano do PNUD. Para que se pudesse ser analisada a evolução da curva, os valores de 2004 foram fixados em 100 pontos, e a partir daí a análise foi feita.

Desse modo, é possível analisar na Figura 6 que tanto o PIB com paridade do poder de compra a US\$2010, como o $IBEES_m$ possuem trajetórias semelhantes de ascendência e

sensibilidade às quedas em certos períodos das série, como entre 2008-2009, tal queda é verificada em ambas as curvas dada a crise internacional que teve seu início em 2008.

Figura 6: Comparativo entre IBEESt_m e PIB ppc US\$2010 2005-2014.



Fonte: Elaboração própria.

Ao se analisar a variação do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado entre 2005 e 2014, nota-se que houve uma mudança de cerca de 77,96% durante a série histórica, enquanto o PIB, representado em relação ao eixo secundário, apresentou uma variação incremental de cerca de 36,53% no mesmo período.

Isso significa que, apesar de o PIB e o IBEESt_m possuírem trajetórias parecidas, o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado é mais sensível em sua variação, dadas as variáveis sociais e ambientais que podem fazer com que ele não seja tão modificado pelos incrementos econômicos e produtivos o que, por fim, não significa que há uma melhora do bem-estar na mesma proporção que esses incrementos.

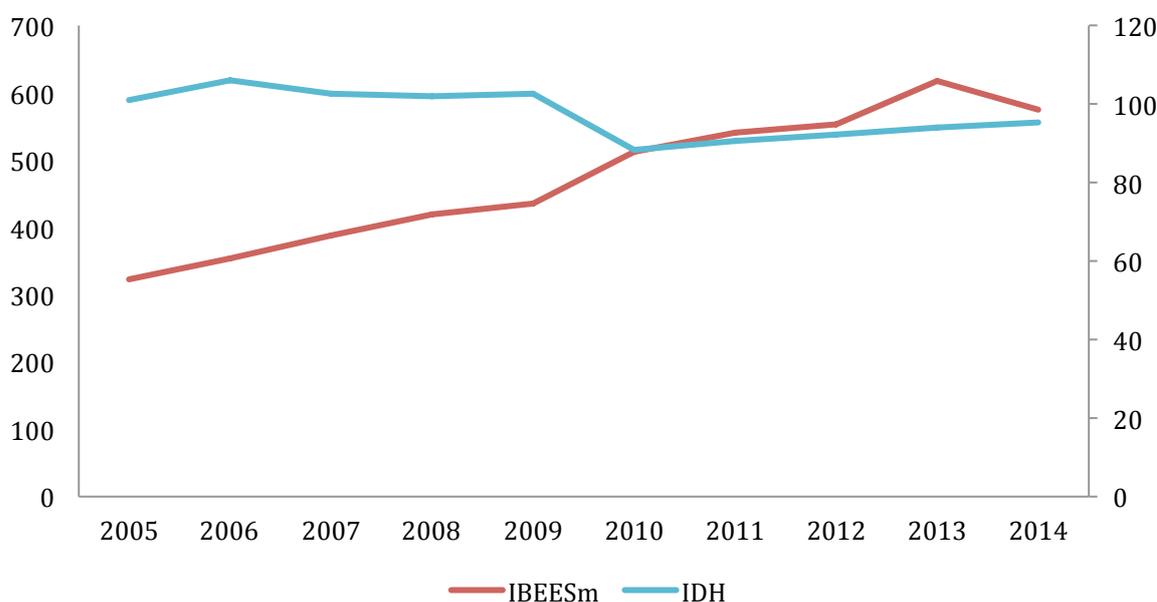
A utilização do PIB como indicador de melhora do bem-estar, no entanto, parece errônea pois, dados os argumentos explicitados durante todo este estudo, o PIB só é sensível às variações econômicas, o que faz com que ele não aborde temas latentes do bem-estar, como a parte social e ambiental.

Por conta disso, a utilização do PIB pode passar a impressão errada de bem-estar, embora este tenha aumentado durante o período analisado; todavia, é importante lembrar que, conforme mencionado anteriormente, durante a maior parte do período de análise, o Brasil

estava vivenciando e colhendo os bons resultados do *boom* das *commodities* e só entrou em recessão técnica no último ano da análise.

Essa desaceleração é muito visível no *IBEES_m*, que parece ter antecipado o período de recessão técnica, reagindo com uma perda de bem-estar mais nítida que se avaliado em termos do PIB, uma vez que este estava apenas começando a dar sinais de desaceleração de crescimento. Além disso, as modificações ambientais e sociais não são captadas pelo PIB, o que faz com que a mensuração de bem-estar fique superestimada.

Figura 7: Comparativo entre *IBEES_m* e IDH 2005-2014.



Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 7 compara o *IBEES_m* com o IDH, que está representado em relação ao eixo secundário. Se o bem-estar for levado em conta pela ótica do Índice de Desenvolvimento Humano, pode-se afirmar que houve uma piora do bem-estar em durante o período, enquanto o Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado afirma o contrário.

Nesse caso, a utilização IDH como medida de bem-estar pode levar o leitor a interpretá-lo de maneira errônea. O IDH tem um vício muito parecido com o do PIB, mas, ao invés de este abranger somente a dimensão econômica, ele está mais atrelado à dimensão social do *IBEES_m*, sendo mais sensível a questões como educação, saúde e expectativa de vida.

Assim, se for levado em conta o IDH como medida de bem-estar ele parece superestimar o bem-estar em um primeiro moento, onde este apresentou bons resultados em relação ao *IBEES_m* até 2010, porém, em uma trajetória de tendência de queda, para então

praticamente estagnar o seu valor entre 2010 e 2014, subestimando o bem-estar em relação ao IBEEStm.

Além disso, em termos gerais e pela ótica do IDH, entre 2005 e 2014 houve uma perda de bem-estar na economia brasileira, o que vai na contramão do que o outro indicador convencional, o PIB, afirmou na Figura 6.

Se o conceito de desenvolvimento sustentável considerado com base no que foi exposto no Capítulo Dois, o próprio Dasgupta afirma que “as mudanças no IDH não revelam nada sobre desenvolvimento sustentável.” (DASGUPTA, 2008, p.148).

Ambos os indicadores convencionais não captam as flutuações ambientais propostas pelo IBEEStm e, como foi analisado durante este estudo, especialmente no caso brasileiro, a questão do bem-estar está muito atrelada ao desmatamento da Amazônia Legal.

Se a intenção é medir o bem-estar econômico e sustentável para o Brasil, então, esses indicadores podem passar a ideia errada, uma vez que a questão da sustentabilidade e do uso dos recursos naturais, em especial para o Brasil, não são englobados por esses indicadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se ao longo deste estudo que a preocupação com o meio ambiente tem se consolidado cada vez mais, fazendo com que a literatura de Economia do Meio Ambiente se ramifique em várias vertentes, englobando diversos conceitos para definir a noção de desenvolvimento sustentável. O desafio, no entanto, é encontrar uma maneira de mensurar a evolução do desenvolvimento sustentável de uma forma que aborde, tanto quanto possível, todos os pontos pertinentes ao bem-estar. Motivado por essas condições, o objetivo do presente trabalho foi analisar como se comportou o Índice De Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado no Brasil no período entre 2004 e 2014.

A imersão na literatura relevante permitiu que fossem reconhecidos os diversos indicadores que procuraram, de alguma forma, medir o desempenho do bem-estar buscando interligá-lo com o desenvolvimento sustentável. Nesse ponto, duas dificuldades emergem. A primeira se relaciona com a dificuldade de traduzir os vários conceitos de desenvolvimento sustentável em indicadores quantitativos. Escolhas teóricas são necessárias, mas acabam condicionando os resultados. Uma vez escolhida a corrente teórica, a segunda dificuldade está relacionada a ponderação das variáveis e dimensões que formam o índice global.

Buscando contornar esse ponto, o presente estudo utilizou a análise dos componentes principais para obter pesos para as variáveis que comporiam o índice proposto. Nesse sentido, definir um Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável, aos moldes do que Daly e Cobb (1994) fizeram, se mostrou uma tarefa muito mais complexa do que apenas a busca de dados, que nem sempre é possível pois não existe um padrão universal de dados para todos os países, o que torna a aplicação do ISEW um trabalho ainda mais complexo. Nesse sentido, uma adaptação do índice à realidade estatística brasileira foi necessária.

O Brasil possui características únicas, como é o caso da Amazônia Legal e de esta ter uma área que se estende em mais de 50% de todo o território brasileiro; não levar em conta as mudanças ocorridas na questão do desmatamento, por exemplo, seria ignorar todo um sistema influenciado por diversas características e variáveis que influenciam no bem-estar, mas que são deixados de lado pelos indicadores convencionais. Incluir a questão ambiental e a questão sustentável dentro da análise de bem-estar, amparada na ideia trazida pela literatura ecológica de que os sistemas vivem dentro de uma biosfera e para que haja harmonia dentro desta, os sistemas devem estar em equilíbrio, foi o que este estudo buscou fazer. Os indicadores

convencionais abordam as dimensões apenas separadamente, e não como parte de um sistema maior.

Quanto principais resultados com a aplicação do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado, o que se pode dizer é que houve uma melhora no bem-estar entre 2005 e 2014. Os resultados referentes a dimensão ambiental demonstram que dados os esforços do governo federal em políticas públicas em gestão do saneamento básico, da água tratada, do lixo coletado e no combate a desmatamento se mostraram eficazes e resultaram em um incremento bem estar ambiental.

É interessante também mencionar que, os esforços na redução das emissões de gases efeito estufa capita estão muito atrelados às políticas de combate ao desmatamento na Amazônia Legal, uma vez que, a preservação da área florestal não significa apenas uma área de cultivo de vegetação nativa, mas que esta presta um serviço supranacional de regulação climática, manutenção da biodiversidade e do sistema de chuvas, especialmente para a América Latina.

Algumas observações averiguadas neste estudo, porém, demonstram que apesar de o Brasil estar cumprindo e quase chegando no objetivo da sua meta de reduzir o desmatamento da Amazônia em 80% até o ano de 2020, compromisso assumido na conferência de Copenhague, quando se trata dos objetivos do desenvolvimento sustentável, outras metas que o Brasil assumiu como compromisso, o acesso à água e esgoto tratado ainda parece um longo caminho até o ideal. Embora políticas públicas têm sido implementadas e legislações tenham sido criadas, o saneamento básico precisa ser visto com mais atenção aos olhos do poder público.

No tocante às mudanças no bem-estar social, o presente estudo pode servir de base para a elaboração de políticas de segurança e saúde pública, buscando analisar com um olhar mais crítico o impacto direto do crime e dos suicídios na sociedade, podem ainda servir como base para o cálculo do custo social dessas taxas a população e no sistema econômico em si.

O Brasil tem obtido bons resultados na redução do analfabetismo e a mortalidade infantil, reforçando os compromissos assumidos pelas Nações na criação dos objetivos do milênio e que mais tarde foram atualizadas para os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Este estudo buscou mensurar, então, o bem-estar visto de uma ótica multidimensional está parado na literatura ecológica ideia da biosfera e no equilíbrio entre os sistemas que a compõem; além de elencar a importância da consideração dos aspectos ambientais na mensuração do bem-estar, algo que é captado pelos indicadores convencionais.

O PIB é uma ótima medida para captar os avanços econômicos e o IDH é um ótimo indicador para monitorar as mudanças sociais que ocorrem dentro de uma sociedade, todavia após a análise feita no capítulo 4, foi concluído que, quando se busca fazer uma análise que englobe o bem-estar econômico sustentável, analisando o PIB, o IDH e o IBEEsm, o Índice De Bem-Estar Econômico Sustentável Modificado ainda parece ser, dentro de todos os parâmetros estabelecidos neste estudo e na revisão da literatura em economia do meio ambiente - e mesmo com todas as dificuldades impostas pela falta de dados disponíveis- , a maneira mais adequada de verificar o comportamento do bem-estar sustentável em relação aos indicadores convencionais, pois esses deixam de estimar, superestimam e/ou subestimam variáveis e dimensões importantes para a análise do bem-estar em si, especialmente para o Brasil.

Salienta-se ainda a necessidade da aplicação do Índice em estudos para outros países, a fim de que se possa comparar efetivamente, em um determinado período temporal e de maneira mais eficiente, o comportamento do Bem-Estar Econômico Sustentável.

Dessa forma, o presente estudo pode servir como base para as extensão da análise do IBEEsm para outros países e para a comparação dos valores obtidos pelo índice entre cada país, a fim de analisar e averiguar qual foi o incremento no bem-estar destas nações durante diversos períodos e correlaciona-los às políticas operadas por estes países com foco em melhoria do bem-estar - como redução de emissões, por exemplo- , para verificar o nível de eficiência apresentado por esses esforços, sob a ótica do bem-estar econômico sustentável.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento Sustentável: Qual a estratégia para o Brasil? *Novos Estudos*, v.87, CEBRAP, 2010, p. 97-113.

ASHEIM, G. Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics, *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, v.2, 2013, p.314-320.

BANCO MUNDIAL *Brasil: Aspectos Gerais*. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/pt/country/brazil/overview>>. Acesso em: 22 de junho de 2017a.

BANCO MUNDIAL *GDP (Constant 2010 USD)*. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?end=2016&locations=BR&start=2004&view=chart>>. Acesso em: 12 de novembro de 2017b.

BEÇA, P.; SANTOS, R. A comparison between GDP and ISEW in decoupling analysis, *Ecological Indicators*, v.46, 2014 p. 167-176.

BEÇA, P.; SANTOS, R. Measuring sustainable welfare: A new approach to the ISEW *Ecological Indicators*, v. 69, n. 15, 2010 p. 810-819.

CALLEN, H. *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics* 2ªed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1985.

CASTAÑEDA, B. An economic index of sustainable welfare (ISEW) for Chile. *Ecological Economics*, v. 28, n. 2, 1999, p. 231-244.

CERQUEIRA, D; LOBÃO, W. Determinantes da criminalidade: arcabouços teóricos e resultados empíricos. Dados. *Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, v. 47, n.2, 2004, p. 233-269.

COSTANZA, R; DALY, H; BARTHOLOMEW, J,A. Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics. In: COSTANZA, R. (Org.) *Ecological economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991. p.1-21.

CROCCO, M, A; GALINARI, R; SANTOS, F; LEMOS, M, B; SIMÕES, R. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, 2006, p.211-241.

DALY, H; COBB, J. B. *For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community, the Environment and a Sustainable Future*, 2 ed. Beacon Press, Boston, 1994.

DALY, H. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Beacon Press, Boston, 1997.

DALY, H. The Economics of Steady State. *The American Economic Review*, v. 64, n. 2, 1974, p.15-21.

DASGUPTA, P. *Economia*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2008.

DataSUS – Ministério da Saúde. *Indicadores de Mortalidade: TME para homicídios*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?idb2012/c09.def>> Acesso em 07 de Novembro de 2017.

DataSUS – Ministério da Saúde. *Indicadores de Mortalidade: TME para suicídios*. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?idb2012/c09.def>> Acesso em 01 de Novembro de 2017.

ENGLAND, R. W. Measurement of Social Well-Being: Alternatives to Gross Domestic Product, *Ecological Economics*, v.25, no.1, 1998 p. 89-103.

ESI – 2002. *2002 Environmental Sustainability Index: An Initiative of, The Global Leaders of Tomorrow Environmental Task Force – World Economic Forum*. In collaboration with: Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University; Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. <http://www.ciesin.columbia.edu>

GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and Economic Myths. *Southern Economic Journal*, v. 41, n. 3, 1975, p.343-381.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GONÇALVES, L, R, C; GONÇALVES, E; OLIVEIRA JR., L, B. Determinantes espaciais e socioeconômicos do suicídio no Brasil: uma abordagem regional. *Nova Economia*, v. 21, n. 2, Belo Horizonte, 2011, p.281-316.

GROSSMAN, M; KRUEGER, A. Economic Growth and the Environment . *The Quarterly Journal of Economics*, v.110, n. 2, 1995, p. 353-377.

HAIR, J, F; BLACK, W; BABIN, B; ANDERSON, R,E; ROLPH, E; TATHAM, R, L. *Análise Multivariada de Dados*. Bookman, 6. ed, São Paulo, 2009.

HARTWICK, J. Intergenerational equity and investing rents from exhaustible resources. *American Economic Review*, n. 66, 1977, p. 972–974.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - *Área Territorial Brasileira*. 2017a, Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em: 22 de junho de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. – *Brasil em Síntese*, 2017b. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/taxas-de-mortalidade-infantil.html> Acesso em 10 de novembro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IDS- Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. 2017c, Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>>. Acesso em 05 de outubro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *População residente enviada ao Tribunal de Contas da União*. 2017d, Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/serie_2001_2017_tcu.sh> Acesso em 07 de novembro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE, vários anos 2004 a 2014, 2017e.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*, IPCC, Geneva, Switzerland, 2008.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – *Ipeadata social*. 2017. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em 10 de novembro de 2017.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; FBSP – Fórum Brasileiro de Segurança Pública. *Atlas da Violência 2017*. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/download/2/2017>>. Acesso em 07 de novembro de 2017.

JANCOVICI, Jean-Marc. *What gases are greenhouse gases?* . Disponível em: <<https://jancovici.com/en/climate-change/ghg-and-carbon-cycle/what-gases-are-greenhouse-gases/>>. Acesso em: 31 de Outubro de 2017.

MARCONI, M, A; LAKATOS, E, M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5ª. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARGULIS, S. *Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos*. Rio de Janeiro, IPEA: Brasília, IPEA/PNUD, 1990.

MARQUETTI, A; FOLEY, D. *Extended Penn World Tables 6.0 – EPWT*. No prelo 2018.

MATTHEW C.; ISLAM, S. M. N. Diminishing and negative welfare returns of economic growth: an index of sustainable economic welfare (ISEW) for Thailand, *Ecological Economics*, v.54, n.1, 2005, p. 81-93.

MMA. *Ministério do Meio Ambiente*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 22 de junho de 2017.

MOITA NETO, J, M; MOITA, G, C. Uma Introdução À Análise Exploratória De Dados Multivariados. *Química Nova*, v. 21, n. 4, 1998, p.468-469.

NEUMAYER, E. *Weak versus Strong Sustainability: Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*. 4ª. ed, Edward Elgar, Cheltenham, 2013.

NORDHAUS, W; TOBIN, J. Economic Research: Retrospect and Prospect, v.5, *Economic Growth*, NBER, 1972, p. 1-80.

ONU – Organização das Nações Unidas. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável* , 2015 Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em 14 de novembro de 2017.

PAGE, T. *Conservation and Economic Efficiency: An Approach to Materials Policy*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1977.

PEARMAN, R; MA, Y; MCGILVRAY, J; COMMON, M. *Natural Resources and Environmental Economics*. 3ª. ed. Essex, England. Pearson Education Limited, 2003.

PEZZEY, J. Sustainability: An Interdisciplinary Guide. *Environmental Values*, v. 1, n. 4, 1992, p. 321-362.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Relatório do Desenvolvimento Humano*. (vários anos) 2006 a 2015, New York, USA.

PULSELLI, F M; CIAMPALINI, F; TIEZZI, E; ZAPPIA, C. Application and use of the ISEW for assessing the sustainability of a regional system: A case study in Italy *Journal of Economic Behavior & Organization*, v.81, n.3, 2012, p. 766-778.

REDEFINING PROGRESS. *Redefining Progress. The Nature of Economics*. Disponível em: <<http://rprogress.org/index.htm>> Acesso em 31 de outubro de 2017.

SACHS, I. Estratégias de Transição para o Século XXI. In: BURSZTYN *et. al.* (Org.). *Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável*. 1. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 29-59.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2004*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2004>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2005*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2005>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2006*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2006>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2007*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2007>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2008*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2008>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2009*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2009>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2010*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2010>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2011*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2011>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2012*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2012>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2013*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2013>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico Anual de Água e Esgotos 2014*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>> Acesso em 06 de Novembro de 2017.

SOLOW, R. An almost practical step toward sustainability, *Resources Policy*, v 19, n 3, 1993, p 162-172.

SOLOW, R. On the intergenerational allocation of natural resources. *Scandinavian Journal of Economics* n.88, v.1, 1986, p.141–149.

STOCKHAMMER, E; HOCHREITER, H; OBERMAYR, B; STEINER, K. The index of sustainable economic welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of the Austrian (revised) ISEW calculation 1955–1992, *Ecological Economics*, v. 21, n. 1, 1997, p. 19-34.

SVS – Ministério da Saúde. *Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM*. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/mortalidade>> Acesso em 31 de Outubro de 2017.

UNSD – United Nations Statistics Division. *Population and Vital Statistics Report*. Disponível em: <<https://unstats.un.org/unsd/demographic/products/vitstats/default.htm>>. Acesso em: 20 maio 2017.

VEIGA, J. E. *Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VEIGA, J. E. Indicadores de Sustentabilidade. *Estudos Avançados*, v. 24, no. 68, São Paulo, 2010 p. 39-52.

APÊNDICE A

O Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável, é representado por meio da seguinte equação proposta por Daly e Cobb (1994, p. 462-463):

$$ISEW_t = D_t + E_t + F_t + G_t + H_t - I_t - J_t - K_t - L_t - M_t - N_t - O_t - P_t - Q_t - R_t - S_t - T_t - U_t + V_t + W_t \quad (A.1)$$

Tabela A.1: Variáveis do ISEW

(continua)

Variável	Item	Impacto
B	Consumo Pessoal	
C	Desigualdade distributiva	
D	Consumo pessoal ponderado (B/C)	+
E	Trabalho Doméstico	+
F	Bens de consumo duráveis	+
G	Rodovias e Ruas	+
H	Aumento nos gastos públicos com saúde e educação	+
I	Gastos em bens de consumo duráveis	-
J	Despesas privadas defensivas em saúde e educação	-
K	Custos com deslocamento	-
L	Custo do controle da poluição pessoal	-
M	Custo dos acidentes automobilísticos	-
N	Custo da poluição da água	-
O	Custo da poluição do ar	-
P	Custo da poluição sonora	-
Q	Perdas de zonas úmidas	-
R	Perdas de terras agrícolas	-
S	Diminuição dos recursos não renováveis	-
T	Dano ambiental de longo prazo	-

Tabela A.1: Variáveis do ISEW

(continuação)

Variável	Item	Impacto
U	Custo da diminuição do ozônio	-
V	Crescimento de capital líquido	+
W	Mudança na posição internacional líquida	+

Fonte: Daly e Cobb (1994, p. 462-463)