UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NAJA BRANDÃO SANTANA

Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e
inovação tecnológica – uma análise de eficiência por
envoltória de dados para os países do BRICS

São Carlos
2012

NAJA BRANDÃO SANTANA

Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e
inovação tecnológica – uma análise de eficiência por
envoltória de dados para os países do BRICS

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São
Carlos, Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para a obtenção do título de
Doutor em Ciências

Área de concentração: Economia, Organizações
e Gestão do Conhecimento.

Orientadora: Prof. Associada. Daisy A. N.
Rebelatto.

São Carlos
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S232c Santana, Naja Brandão
Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica : uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS / Naja Brandão Santana ; orientadora Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto. -- São Carlos, 2012.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

1. Crescimento econômico. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Inovação tecnológica. 4. Eficiência. 5. DEA. 6. BRICS. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel **NAJA BRANDÃO SANTANA**.

Título da tese: "Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica – uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS".

Data da defesa: 07/08/2012

Comissão Julgadora:

Resultado: **APROVADA**

Profª. Associada **Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto** (Orientadora)
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Prof. Dr. **Aldo Roberto Ometto**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Prof. Associado **Fábio Müller Guerrini**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Profª. Drª. **Luciana Togeiro de Almeida**
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP - Araraquara)

Prof. Dr. **Rogério Gomes**
(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP - Araraquara)

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Prof. Titular **Henrique Rozenfeld**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

AGRADECIMENTOS

A realização dessa tese de doutorado não teria acontecido sem a participação de pessoas importantes que, juntas, formaram uma cadeia encantadora.

Agradeço à minha orientadora e amiga, Professora Daisy Rebelatto, pela agradável parceria na idealização e execução desse projeto e, também, por todo carinho, atenção, oportunidades e momentos felizes que me proporcionou.

Aos meus pais, pela vida, pelo amor, pelas oportunidades presenteadas, confiança depositada, exemplo e incentivo.

Muito obrigada às minhas irmãs, Ava e Iala, que sempre me incentivaram e que sempre estiveram do meu lado, mesmo com toda distância estabelecida. Agradeço, também, aos meus cunhados, Daniel e Victor.

À Ana Elisa, pela caminhada lado a lado, meu eterno e terno agradecimento.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa Enzo Mariano, Flávia Camioto, Herick Moralles e Mariana Almeida, pelo convívio sempre harmonioso, pela troca de experiência e pelos apoios operacionais.

Aos meus queridos amigos, agradeço também! A importância de cada um nesse processo é de conhecimento individual, seja pela amizade, amor, compreensão, apoio e diversão. Sem vocês esse processo não teria tido tantas flores.

Aos meus tios, pela torcida.

À Universidade de São Paulo, em especial aos funcionários do Departamento de Engenharia de Produção, pelo suporte no desenvolvimento do doutorado.

À Coordenação de Apoio de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelas bolsas de doutorado e doutorado-sanduíche concedidas.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pela concessão de apoio financeiro para a execução do projeto.

À Universidade de Salamanca, em especial ao Professor Rafael Muñoz de Bustillo Llorente, pela oportunidade de realização do estágio no exterior.

*“Gente é pra brilhar,
Não pra morrer de fome”.*

Caetano Veloso

RESUMO

SANTANA, N.B. **Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica – uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS.** Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

O crescimento econômico das nações tem sido considerado o principal responsável pelos impactos socioambientais negativos. Devido a essa constatação, alguns estudos têm sido direcionados para mostrar que o atual modelo de desenvolvimento é incompatível com a sustentabilidade do meio ambiente e com a qualidade de vida da sociedade. Em resposta a isso, pesquisadores vêm tratando, cada vez mais, de assuntos relacionados ao bem-estar social e ao meio ambiente. Dessa maneira, é possível observar que o Produto Interno Bruto (PIB), antes considerado o principal indicador de desempenho das nações, é insuficiente para informar sobre o uso de recursos naturais e sobre a qualidade de vida da população. Consequentemente impõe-se a necessidade de que a avaliação do desempenho das nações incorpore indicadores de sustentabilidade, de modo que, além do crescimento econômico dos países, se avalie, também, o seu desenvolvimento. Para o presente trabalho foi assumido o conceito multidimensional do desenvolvimento sustentável, que leva em conta, além da dimensão econômica, as dimensões ambiental e social para a avaliação de determinado sistema. Considerando que a inovação tecnológica é fundamental para o crescimento econômico, e, levando em conta as diferenças conceituais entre crescimento econômico, desenvolvimento e desenvolvimento sustentável, o presente trabalho teve como objetivo geral comparar a eficiência dos países do grupo BRICS em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável. O objeto de estudo foi o grupo BRICS, sigla formada pelas letras iniciais dos países que o compõem, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Para o alcance do objetivo proposto foram utilizados dados do período entre 2000 a 2007, referentes às variáveis PIB, emissão de dióxido de carbono (CO₂), expectativa de vida, formação bruta de capital fixo, população ocupada e gasto com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Por meio da análise econométrica, foi possível observar que os investimentos dos BRICS em inovação tecnológica, implicaram em mudanças positivas no desenvolvimento econômico e social; já no que se refere ao desenvolvimento ambiental, os investimentos em inovação tecnológica desses países se mostraram diretamente associados ao aumento da emissão de CO₂. Por fim, com a Análise por Envoltória de Dados (DEA) foi possível criar *rankings* de eficiência econômica, ambiental e social para os países do BRICS. Isso permitiu elaborar análises comparativas sobre o desenvolvimento sustentável desse grupo de países que trouxeram alguns resultados passíveis de, no mínimo, despertar curiosidade para explorações científicas mais específicas.

Palavras-chave: Crescimento econômico. Desenvolvimento sustentável. Inovação tecnológica. Eficiência. DEA. BRICS.

ABSTRACT

SANTANA, N.B. **Economic growth, sustainable development and technological innovation - an analysis of efficiency data envelopment for the BRICS countries.** Thesis (Ph.D.) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

The economic growth of nations has been considered the main responsible for the negative social and environmental impacts. Due to this fact, some studies have been directed to show that the current development model is incompatible with environmental sustainability and quality of life of society. In this way, social welfare and the environment have been treated increasingly in researches. Thus, one can observe that the Gross Domestic Product (GDP), previously considered the main indicator of performance of nations, is insufficient to report on the use of natural resources and the quality of life. Therefore, for evaluating the performance of nations, sustainability indicators are needed, so that besides the economic growth of countries, one can assess also their development. For the present work the multidimensional concept of sustainable development was applied. This concept takes into account, the economic dimension, and also the environmental and social assessment for the studied system. Considering that technological innovation is fundamental to economic growth, and taking into account the conceptual differences between economic growth, development and sustainable development, this study aimed to compare the efficiency of the BRICS group countries in converting productive resources and technological innovation in developing sustainable. The study object was the BRICS group, an acronym formed by the initial letters of the countries that comprise Brazil, Russia, India, China and South Africa. To fulfill the proposed objective, data were used from 2000 to 2007, relating to variables, GDP, CO₂ emissions, life expectancy, gross fixed capital formation, employed population and total spending on research and development (R & D). Through econometric analysis, we observed that the BRICS investment in technological innovation, resulted in positive changes in economic and social development. In regard to environmental, technological innovation investments in these countries were associated with an increased CO₂ emissions. Finally, with the Data Envelopment Analysis (DEA) were created rankings of economic efficiency, environmental efficiency and social efficiency for the BRICS countries. This comparative analysis allowed us to evaluate on the sustainable development of this group of countries, and have brought some results that, at least, arouse curiosity for more scientific explorations.

Keywords: Economic growth. Sustainable development. Technological innovation. Efficiency. DEA. BRICS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A “faca de dois gumes” da inovação, ...	55
Figura 2 – Pirâmide de informações, ...	59
Figura 3 – Árvore representando o Índice de Desenvolvimento Sustentável com 21 indicadores, ...	83
Figura 4 – Estrutura hierárquica para seleção dos indicadores, ...	84
Figura 5 – Procedimento de avaliação da sustentabilidade, ...	90
Figura 6 – Classificação dos 188 indicadores, ...	91
Figura 7 – Variáveis da análise, ...	146
Figura 8 – Aplicação econômica, ...	159
Figura 9 – Aplicação ambiental, ...	160
Figura 10 – Aplicação social, ...	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais abordagens para desenvolver indicadores de sustentabilidade, ...	66
Quadro 2 – Temas dos indicadores da CDS, ...	69
Quadro 3 – Indicadores para avaliação da qualidade de vida das regiões da Grécia, ...	79
Quadro 4 – Dimensões do Desenvolvimento Sustentável e respectivos indicadores, ...	80
Quadro 5 – Indicadores ambientais e socioeconômicos, ...	81
Quadro 6 – Lista de indicadores em cada dimensão da sustentabilidade, ...	85
Quadro 7 – Indicadores de sustentabilidade para Taipei, ...	87
Quadro 8 – Sistema de indicadores de sustentabilidade para a zona costeira, ...	89
Quadro 9 – Indicadores utilizados quatro vezes ou mais nos 17 estudos, ...	93
Quadro 10 – Etapas e procedimentos do método, ...	132
Quadro 11 – Variáveis selecionadas, ...	133
Quadro 12 – Resumo dos resultados econométricos, ...	151
Quadro 13 – Resumo da validação das variáveis pela regressão linear, ...	155
Quadro 14 – Resumo da validação das variáveis pelo método <i>stepwise</i> , ...	158
Quadro 15 – Resultados da validação das variáveis, regressão e <i>stepwise</i> , ...	158

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – As maiores economias em 2050, ...	108
Gráfico 2 – Projeção crescimento do PIB dos países BRIC, ...	111
Gráfico 3 – PIB per capita projetado para 2050, ...	115
Gráfico 4 – Projeção crescimento do G6 X BRIC, ...	119
Gráfico 5 – Tendência de patente para os países do BRIC (1976 - 2006), ...	127
Gráfico 6 – Formação bruta de capital fixo dos BRICS, ano de 2007, ...	167
Gráfico 7 – População ocupada dos BRICS, ano de 2007, ...	168
Gráfico 8 – Gasto de P & D dos BRICS, ano de 2007, ...	168
Gráfico 9 – Produto interno bruto dos BRICS, ano de 2007, ...	169
Gráfico 10 – Emissão de CO ₂ dos BRICS, ano de 2007, ...	169
Gráfico 11 – Expectativa de vida dos BRICS, ano de 2007, ...	170

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações comparativas do Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, ...	102
Tabela 2 – Avaliação dos mercados com rápido crescimento, ...	120
Tabela 3 – Resultados dos testes de autocorrelação e heterocedasticidade, ...	147
Tabela 4 – Resultados econométricos da função econômica, ...	148
Tabela 5 – Resultados econométricos da função ambiental, ...	149
Tabela 6 – Resultado econométricos da função social, ...	150
Tabela 7 – Coeficiente da variável gasto com P & D, ...	152
Tabela 8 – Resumo dos p-valores, obtidos na análise econométrica, ...	154
Tabela 9 – Correlação entre as variáveis de <i>input</i> e <i>output</i> , ...	155
Tabela 10 – Eficiência média observada no <i>stepwise</i> da aplicação econômica, ...	156
Tabela 11 – Eficiência média observada no <i>stepwise</i> da aplicação ambiental, ...	156
Tabela 12 – Eficiência média observada no <i>stepwise</i> da aplicação social, ...	157
Tabela 13 - Resultados de eficiência das janelas, aplicação econômica, ...	163
Tabela 14 – <i>Ranking</i> da eficiência econômica, ...	164
Tabela 15 - Resultados de eficiência das janelas, aplicação ambiental, ...	164
Tabela 16 – <i>Ranking</i> da eficiência ambiental, ...	165
Tabela 17 – Resultados de eficiência das janelas, aplicação social, ...	165
Tabela 18 – <i>Ranking</i> da eficiência social, ...	166
Tabela 19 – Classificação de eficiência média dos BRICS, anos 2001a 2007, ...	166
Tabela 20 – <i>Input</i> e <i>output</i> , ano de 200, ...	167

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BBC	<i>British Broadcasting Corporation</i>
BCC	Banker, Chanes e Cooper
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CDS	Comissão de Desenvolvimento Sustentável
CIA	<i>Central Intelligence Agency</i>
CO ₂	Dióxido de Carbono
CRS	Retorno Constante de Escala
DEA	Análise Envoltória de Dados
EFM	<i>Ecologica footprint method</i>
FMI	Fundo Monetário Internacional
G6	Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França e Itália
G7	Estados Unidos, Canadá, Japão, Alemanha, Reino Unido, França e Itália
GEE	Gases do Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPG	Indicador de Progresso Genuíno
ISEW	<i>Index of Sustainable Economic</i>
MDM	Metas de Desenvolvimento do Milênio
NBER	<i>National Bureau of Economic Research</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPC	Paridade de Poder de Compra
UN	<i>United Nations</i>
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
VRS	Retorno Variável de Escala

SUMÁRIO

Capítulo 1: Introdução	15
Capítulo 2: Crescimento econômico, desenvolvimento, desenvolvimento sustentável e decrescimento.....	23
2.1 Do crescimento econômico ao desenvolvimento.....	25
2.2 Desenvolvimento sustentável.....	29
2.3 Decrescimento.....	34
Capítulo 3 – Inovação tecnológica.....	41
3.1 Ciência e tecnologia	41
3.2 Inovação tecnológica.....	42
3.3 Importância da inovação tecnológica.....	45
3.4 Inovação tecnológica e o crescimento econômico	46
3.5 Inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável.....	52
Capítulo 4: Indicadores	57
4.1 Indicadores: conceito e utilidades	57
4.2 Indicadores de sustentabilidade	60
4.2.1 Indicadores de desenvolvimento sustentável da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS).....	67
4.2.2 Indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	69
4.2.3 Indicadores das MDM.....	70
4.2.4 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	71
4.2.5 Indicador de Progresso Genuíno (IPG)	73
4.2.6 <i>Ecological footprint method</i> (EFM).....	74
4.2.7 <i>Dashboard of sustainability</i>	74
4.2.8 <i>Barometer of sustainability</i>	75
4.3 Indicadores de sustentabilidade utilizados em estudos empíricos de regiões	76
Capítulo 5: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS)	95
5.1 BRICS: conceito e história.....	95
5.2 Características do BRICS.....	98
5.2.1 Brasil	103
5.2.2 China	107
5.2.3 Índia	111
5.2.4 Rússia.....	114
5.2.3 África do Sul	117
5.3 Crescimento econômico do BRICS	119
5.4 Desenvolvimento socioambiental do BRICS.....	122
5.5 Inovação tecnológica no BRICS	126
Capítulo 6: Método	131
6.1 Delimitação espacial	131
6.2 Delimitação temporal	131
6.3 Passos de procedimento	132
6.3.1 Identificação das variáveis	133
6.3.2 Coleta e organização dos dados	135
6.3.3 Definição do modelo econométrico	135
6.3.4 Procedimentos pós-estimação	138
6.3.5 Aplicação DEA	139
6.3.5.1 Identificação da quantidade mínima de unidades a serem analisadas.....	139

6.3.5.2 Validação das variáveis identificadas	140
6.3.5.3 Construção do modelo DEA	141
6.3.5.4 Processamento DEA	142
6.3.6 Análise dos resultados	142
Capítulo 7: Resultados – apresentação e discussão	145
7.1 Resultados econométricos – apresentação e discussão	145
7.1.1 Estimação do modelo econométrico	145
7.1.2 Procedimentos pós-estimação	147
7.1.3 Resultados econométricos por função	147
7.1.3.1 Função econômica	148
7.1.3.2 Função ambiental	149
7.1.3.3 Função social	150
7.1.4 Resultados isolados para os investimentos em Inovação tecnológica	152
7.2 Resultados DEA – apresentação e discussão	153
7.2.1 Validação das variáveis pré-identificadas	153
7.2.1.1 Resultados econométricos	154
7.2.1.2 Resultados do <i>stepwise</i>	155
7.2.1.3 Definição das variáveis para cada aplicação DEA	158
7.2.2 Aplicação DEA	161
7.2.2.1 Construção das janelas	161
7.2.2.2 Fronteira invertida	162
7.2.2.3 Resultados das janelas	163
7.2.2.3.1 Aplicação econômica	163
7.2.2.3.2 Aplicação ambiental	164
7.2.2.3.3 Aplicação social	165
7.2.3 Discussão dos resultados da DEA	166
7.2.3.1 Análise individual dos países do BRICS	171
7.2.3.1.1 China	171
7.2.3.1.2 Índia	174
7.2.3.1.3 Brasil	175
7.2.3.1.4 Rússia	177
7.2.3.1.5 África do Sul	179
Capítulo 8: Conclusões	181
Referências Bibliográficas	189
Anexo 1 - Indicadores de desenvolvimento sustentável da Comissão de Desenvolvimento Sustentável	209

Capítulo 1: Introdução

Os impactos socioambientais provocados pelo crescimento econômico das nações, em todo o planeta, têm causado preocupações cada vez maiores na sociedade. Tudo isso pode ser observado, diariamente, nos diversos meios de comunicação e sinaliza a necessidade de uma atuação mais responsável do ser humano.

Ainda na década de 1970, Meadows et al. (1972) observaram, em seu trabalho intitulado *The limits to growth*, que o modelo de desenvolvimento vigente estava incompatível com a defesa do meio ambiente. Em outras palavras, os autores quiseram dizer que, caso os países em desenvolvimento passassem a consumir o mesmo nível de recursos que os países desenvolvidos, o planeta logo alcançaria uma situação catastrófica.

O fato é que o crescimento econômico, na maioria das vezes, vem acompanhado do uso excessivo de recursos naturais e de impactos sociais e ambientais negativos, como a desigualdade na distribuição da renda, a exploração de mão de obra, a emissão de gases tóxicos, por exemplo.

Recaem sobre as nações consideradas desenvolvidas, principalmente, os questionamentos sobre o seu modo de crescer sem, contudo, impedir que o crescimento econômico aconteça.

Quando se referem à avaliação de desempenho das nações, os economistas vêm tratando, cada vez mais, de assuntos relacionados ao bem-estar social e ao meio ambiente. No presente trabalho são tratadas questões nesse sentido, onde, numa visão crítica, o crescimento econômico não deve ser considerado como suficiente para o desenvolvimento de uma nação, embora seja considerado de fundamental importância.

O progresso de uma nação, anteriormente medido pelos indicadores econômicos como, por exemplo, o Produto Interno Bruto (PIB), necessita de novos meios de avaliação, uma vez que esses indicadores não trazem resultados suficientes para as novas exigências de medida. Bossel (1999) considerou que o PIB é uma medida de quão rápido os recursos são desperdiçados, e que ele não é capaz de capturar os aspectos vitais do desenvolvimento.

Atendendo às críticas no que diz respeito à utilidade do PIB como um indicador de desempenho de nações, foi criado o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, na tentativa de que pudesse traduzir,

não apenas o aspecto econômico dos diversos países, mas também assuntos relacionados à qualidade de vida das populações.

O que os estudiosos e a sociedade queriam ter à sua disposição eram indicadores que refletissem, de fato, o nível de desenvolvimento dos países. Assim, de acordo com Cracolici et al. (2009), o IDH foi elaborado tendo como base o conceito do desenvolvimento humano, considerando tanto os aspectos econômicos como os aspectos sociais. Além do IDH, o coeficiente de Gini é outro exemplo e, de acordo com Olmedo et al. (2009), é um dos indicadores de desigualdade utilizados em estudos sobre desenvolvimento social, visto que o mesmo informa sobre a distribuição de renda por regiões. Em adição, a expectativa de vida ao nascer é, segundo Sen (1998), um indicador decisivo para verificar o êxito integral de uma sociedade; é um indicador simples que representa a saúde global de uma comunidade e, também, do seu estado de desenvolvimento.

Entretanto, é pertinente ressaltar, que o IDH, o coeficiente de Gini e a expectativa de vida ao nascer não respondem pelos impactos ambientais, causados pela ação do homem. Partindo dessa ressalva, foi intencionalmente assumido, no presente trabalho, o conceito do desenvolvimento sustentável.

A literatura aponta que o desenvolvimento sustentável é considerado um conceito multidimensional onde os aspectos econômicos, sociais e ambientais devem ser levados em consideração de maneira integrada, ao avaliar um sistema (POPE et al., 2004).

Vista sob esse prisma, a avaliação do desenvolvimento sustentável de regiões reivindica o surgimento de outros indicadores, que informem sobre o desempenho ambiental. Um exemplo deles é a emissão de dióxido de carbono (CO₂).

O que se tem observado é que, por um lado, o estilo de vida baseado no modo de produção capitalista visa, cada vez mais, o crescimento econômico e, por outro lado, as preocupações com o meio ambiente e com o bem-estar social são cada vez mais declaradas.

Numa tentativa de buscar respostas para essas inquietações sociais, Sachs (2001) estabelece a diferença entre o conceito de crescimento econômico e de desenvolvimento. O crescimento econômico é tido como necessário, mas tem um valor apenas instrumental, visto que o desenvolvimento não poderá ser alcançado sem o crescimento econômico. Por outro lado, o autor considerou, também, que o crescimento econômico pode implicar no mau desenvolvimento, levando em consideração os pontos negativos decorrentes do crescimento como, por exemplo, as desigualdades sociais, o desemprego e a pobreza.

No entanto, é oportuno salientar que a discussão contida no presente trabalho, e que constitui a sua essência, teve origem na ideia da evolução ocorrida desde o conceito de crescimento econômico para o conceito de desenvolvimento e, mais especificamente, para o conceito de desenvolvimento sustentável. Este último prima pela consideração de três aspectos fundamentais para avaliação de um sistema, uma região ou uma empresa, que são os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A utilização de indicadores para a avaliação da sustentabilidade de nações auxilia na tomada de decisões políticas, de acordo com Kondyli (2009), Boggia e Cortina (2010) e Beratan et al. (2004). Entretanto, essa avaliação, por si só, não resolve os problemas mundiais sobre desigualdade social, pobreza e destruição ambiental. A sociedade parece encontrar-se imersa num círculo vicioso de produção e consumo, e os limites parecem não poder mais ser retomados, estando, por assim dizer, fora de controle.

Para estudiosos como Hueting (2009), Alier et al. (2010) e Schneider et al. (2010), a sustentabilidade não seria atingida por meio do elevado nível de crescimento econômico. Pelo contrário, observaram os autores, a busca por um menor nível de produção e consumo pode ser uma das vias para alcançar a sustentabilidade. Assim, a ideia que surge, a partir dessas observações, é a ideia do decrescimento sustentável, ou seja, a diminuição da escala de produção e consumo, na busca do bem-estar social e da melhoria das condições ambientais.

É possível encontrar nos trabalhos publicados por pesquisadores dessa área, como Hueting (2009), Alier et al. (2010) e Schneider et al. (2010), um alerta para os riscos decorrentes da continuidade do crescimento dos países nesse ritmo o que, fatalmente, fará com que o planeta não consiga suportar tamanha carga de consumo de recursos, além da produção de lixo e da emissão de gases poluentes. Tudo isso vem reafirmar as considerações feitas por Meadows et al. (1972) sobre os limites do crescimento.

Considerando os aspectos teóricos que envolvem os conceitos de crescimento econômico, desenvolvimento, desenvolvimento sustentável e decrescimento, o presente trabalho é direcionado para a discussão da importância da inovação tecnológica para o progresso de nações.

A inovação tecnológica vem sendo considerada, há algum tempo, como um meio para alcançar o crescimento econômico. Dessa maneira, é possível constatar que a inovação tecnológica traz benefícios econômicos para a nação e isso é muito discutido na literatura. Alguns autores clássicos, como Karl Marx, Joseph Schumpeter, Richard Nelson e Sidney Winter, são exemplos de estudiosos nessa área.

No atual contexto de elevado crescimento econômico, sem limites relacionados às questões socioambientais, a inovação tecnológica deve ser adotada não apenas como meio de acelerar ainda mais a produção e incentivar o crescimento econômico. Principalmente, a inovação tecnológica deve ser adotada como fomentadora de novas alternativas de produção, que causem menor impacto na natureza e que permitam que os países continuem a produzir sem que isso seja considerada uma ameaça ao planeta.

Nesse ponto, surge uma questão importante e que se relaciona diretamente ao escopo do presente trabalho, podendo ser formulada da seguinte maneira: A inovação tecnológica é capaz de trazer, como resposta, o desenvolvimento sustentável de uma nação, nas suas três dimensões?

Como resultado das incursões feitas na literatura para tentar responder previamente a essa questão, foram encontrados dois pontos de vista, um que responde negativamente, outro que responde afirmativamente.

Autores como Meadows et al. (1972) e Freeman e Soete (1997) apresentam que a inovação tecnológica pode trazer degradação social e ambiental; muito embora esses autores considerem a inovação tecnológica como o principal motor do desenvolvimento industrial.

Além disso, autores como Fokkema et al. (2005) afirmam que a inovação tecnológica poderia ser considerada como um fator fundamental para o desenvolvimento sustentável. Além deles, Hall e Vredenburg (2003) também compartilham da mesma ideia, ao sinalizar que a inovação tecnológica pode ser vista como impulsionadora-chave da sustentabilidade, uma vez que a mesma pode amenizar vários processos produtivos impactantes.

Para dar conta do desafio de atingir o objetivo proposto no presente trabalho serão utilizadas ferramentas econométricas e, também, a Análise Envoltória de Dados (DEA). O estudo se realizará a partir da análise de um grupo de cinco países pertencentes ao BRICS, sigla construída com as suas letras iniciais - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (do inglês *South Africa*) -, em um período de oito anos (2000 a 2007).

Projeções do banco de investimento Goldman Sachs, formuladas pelo economista Jim O'Neill, no ano de 2001, indicaram que o peso dos países do BRIC no PIB mundial cresceria de maneira significativa, de modo a ocupar, em médio prazo, o espaço que vinha sendo ocupado pelo grupo das grandes potências daquela época.

Dessa maneira, tornou-se cada vez mais necessário estudar esse grupo de países, com a finalidade de observar seu comportamento no mercado internacional e analisar, na prática, se as previsões formuladas pelo economista Jim O'Neill estavam adequadas, ou não.

A. Declaração de objetivos

A percepção de algumas mudanças conceituais no que se refere ao desenvolvimento, ao crescimento e à sustentabilidade, além das argumentações feitas anteriormente, combinadas com as previsões de estudiosos no assunto, contribuíram para formular o objetivo geral do presente trabalho na forma que segue: **comparar a eficiência dos países do grupo BRICS em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável.**

O objetivo geral foi desdobrado em objetivos intermediários, como descritos a seguir:

- a) Revisar a literatura relacionada aos conceitos: crescimento econômico, desenvolvimento, desenvolvimento sustentável, decrescimento, inovação tecnológica, indicadores, além dos países-membros do objeto de estudo, o grupo BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul);
- b) Identificar, na literatura, as variáveis que possam contribuir para o alcance do objetivo proposto;
- c) Coletar dados referentes às variáveis propostas;
- d) Efetuar a análise econométrica e a DEA.

B. Justificativas

Além das justificativas teóricas encontradas na revisão de literatura, a proposta de realização do presente trabalho, justificou-se por alguns aspectos práticos.

Inicialmente, devido à lacuna existente, no âmbito da pesquisa empírica, sobre estudos que analisam a relação entre inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável de países.

Outro aspecto relevante para justificar a realização do trabalho aqui relatado se refere à noção, talvez equivocada, de que a inovação tecnológica vem adquirindo importância para frear os impactos negativos do crescimento econômico sem limites, na busca pelo desenvolvimento de países.

Destaca-se também a importância da adoção do conceito de desenvolvimento sustentável, a partir dos indicadores de sustentabilidade, para avaliar o desempenho satisfatório de países. Esse aspecto pretende demonstrar que os indicadores exclusivamente econômicos informam pouco sobre o desempenho de nações.

Por fim, outro fator que justificou a realização do presente trabalho, se refere à importância dos países emergentes do grupo BRICS no cenário econômico internacional.

É de se esperar que as razões e os aspectos apresentados anteriormente descortinem e garantam a relevância de um trabalho dessa natureza e atestem a sua originalidade.

C. Estrutura proposta para o trabalho

Além desse Capítulo 1 que se intitula **‘Introdução’**, o presente trabalho é subdividido em mais sete capítulos, descritos a seguir.

O Capítulo 2, **‘Crescimento econômico, desenvolvimento, desenvolvimento sustentável e decrescimento’** foi elaborado para fazer a apresentação dos seguintes temas: crescimento econômico, desenvolvimento e desenvolvimento sustentável, assim como a trajetória dos conceitos do crescimento econômico associada ao desenvolvimento. Além disso, os conceitos desenvolvimento sustentável e decrescimento também foram apresentados.

O Capítulo 3, **‘Inovação tecnológica’**, apresenta a revisão de literatura relacionada ao tema inovação tecnológica, percorrendo os seguintes assuntos: conceitos de ciência e tecnologia; conceito e trajetória histórica da inovação tecnológica; importância da inovação tecnológica; relação entre inovação tecnológica e crescimento econômico; relação entre inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável e, finalmente, sistema de inovação.

O Capítulo 4, **‘Indicadores’**, apresenta o desenvolvimento dos seguintes tópicos: conceitos e utilidades dos indicadores, conceitos e estudos relacionados aos indicadores de sustentabilidade.

O Capítulo 5, **‘Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS)’**, foi elaborado para descrever o objeto de estudo do presente trabalho. Nele, são apresentados e discutidos o conceito e história do BRICS; as características básicas do BRICS e de cada país-membro; o crescimento econômico no BRICS; o desenvolvimento no BRICS e, por fim, a inovação tecnológica no BRICS.

O Capítulo 6, **‘Método’**, apresenta as delimitações espacial e temporal do presente trabalho. Além disso, o capítulo foi subdividido em partes, de forma a contemplar, detalhadamente, todos os passos de procedimentos e técnicas de pesquisa, adotados para a realização da mesma.

O Capítulo 7, **‘Resultados – apresentação e discussão’**, foi elaborado com o objetivo de descrever a apresentação e discussão dos resultados obtidos com a execução do trabalho aqui relatado. Esse capítulo será subdividido em duas partes; na primeira parte, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos com a análise econométrica; já na segunda parte do capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos com a DEA.

Por fim, no Capítulo 8, '**Conclusões**', serão apresentadas as conclusões obtidas com a realização do trabalho.

Capítulo 2: Crescimento econômico, desenvolvimento, desenvolvimento sustentável e decrescimento

---

Para estudar de forma mais aprofundada dois temas centrais deste trabalho de investigação - crescimento e desenvolvimento -, procedeu-se à revisão da literatura relacionada a eles, que é o objeto do presente capítulo. Neste sentido, ela foi direcionada para a apresentação dos seguintes tópicos: crescimento econômico, desenvolvimento e desenvolvimento sustentável e a trajetória dos conceitos do crescimento econômico associada ao desenvolvimento. Foram estudados, também, os conceitos desenvolvimento sustentável e decrescimento.

É frequente encontrar na teoria econômica certa confusão entre os conceitos de crescimento econômico e desenvolvimento. Na maioria das vezes, o senso comum tem induzido a que se faça o tratamento dessas duas nomenclaturas com um único significado. Entretanto, pautado na sua orientação metodológica, este trabalho enfatiza a importância e a necessidade de distingui-los, considerando, em primeiro lugar, que o crescimento econômico não deve ser confundido com o desenvolvimento e, em segundo, que o primeiro conceito é fundamental para o alcance do segundo, não se constituindo, todavia, no único fator.

Durante muito tempo, quando se falava em crescimento econômico vinha automaticamente a ideia de nações desenvolvidas. Assim, conforme assinalou Jones (1979, p.12) “o crescimento econômico tem sido visto como solução para uma variedade de problemas, argumentando-se frequentemente que ele se constitui na única esperança para a redução ou eliminação da pobreza”. Contextualizando a citação acima, a partir do ano em que foi publicada, e considerando a evolução desse conceito, é perfeitamente aceitável afirmar que o crescimento quantitativo, isolado, tornou-se insuficiente para garantir o desenvolvimento das nações. O fato é que, na atualidade, o crescimento reivindica, além da riqueza material, o cuidado associado à dimensão socioambiental.

É oportuno salientar, como fizeram Meadows et al. (1972), que a busca desenfreada pelo crescimento econômico foi intensificada após a Revolução Industrial e, a partir desse marco de referência, observou-se o elevado crescimento populacional mundial, que pulou de menos de 1 bilhão de habitantes, no ano de 1800, para 6 bilhões de pessoas, em 2000. Do ponto de vista da economia moderna, dois pontos são considerados determinantes para o estudo do desenvolvimento. Em primeiro lugar, a intensificação do crescimento econômico

com a expansão tecnológica e, em segundo, o uso não consciente dos recursos humanos e materiais, culminando na exploração dos trabalhadores e também no excessivo descuido com o meio ambiente.

Em sua análise sobre o tema, Oliveira (2002, p.38) destacou que “o crescimento econômico era visto como meio e fim do desenvolvimento”. Para este autor, com o final da Segunda Guerra Mundial, na década de 1940, os debates sobre o crescimento e desenvolvimento econômico se intensificaram, uma vez que se fazia necessário buscar o progresso social e o equilíbrio mundial devido aos males sociais que assolavam a comunidade no pós-guerra.

Nesse contexto, Oliveira (2002) afirmou que o ano de 1945 se constituiu no marco inicial do processo de discussão e busca do desenvolvimento, fato que é confirmado quando se constata que, naquele ano foi oficialmente criada a Organização das Nações Unidas (ONU). Convém acrescentar ainda que a fundação da ONU contou, inicialmente, com a participação de 51 países, cujo objetivo era melhorar os níveis de qualidade de vida, contribuindo para o desenvolvimento, em todos os aspectos que este termo sugere. Ainda segundo o autor, a partir de então, os países membros da ONU criaram diversos programas e organismos especiais que ajudaram as nações a manter o equilíbrio mundial, a partir da atenção dispensada às questões socioeconômicas.

O que se pode notar é que o progresso de uma nação, anteriormente definido pelos indicadores econômicos como o PIB ou PIB per capita, necessitava de novas medidas que indicassem, de fato, o nível de desenvolvimento das nações.

Paralelamente às preocupações relacionadas com os indicadores sociais para a avaliação do nível de desenvolvimento de uma nação, as questões ambientais também passaram a ser consideradas. Dessa maneira, o conceito de desenvolvimento sustentável se impôs gradualmente, passando, então, a ser considerado ideal para revelar o nível de desenvolvimento de um país.

A partir da compreensão do contexto descrito acima, Bellen (2006, p. 21) afirmou que a noção de desenvolvimento sustentável se refere à “reavaliação do desenvolvimento predominantemente ligado à ideia de crescimento, até o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável”.

2.1 Do crescimento econômico ao desenvolvimento

A obra clássica de Adam Smith – *Uma investigação sobre a natureza e as causas da riqueza das nações* –, do ano de 1776, tem sido, para muitos autores, o ponto de partida para o estudo do crescimento econômico, conforme formulou Hoffmann (2001). Ainda de acordo com este autor, o crescimento econômico passou a ser o tema central da ciência econômica.

Troster e Mochón (2002, p. 317) sintetizaram que “o crescimento econômico é um processo sustentado ao longo do tempo, no qual os níveis de atividade econômica aumentam constantemente”. Para eles, o crescimento econômico é apenas uma parte do processo de desenvolvimento socioeconômico, onde este último é considerado um processo mais abrangente.

De acordo com o que foi apresentado em O’Sullivan et al. (2004) não há outra maneira de elevar o padrão de vida de uma nação que não seja pelo crescimento do PIB. São duas as principais medidas utilizadas para identificar o crescimento econômico: a taxa de crescimento do PIB e o PIB per capita. O primeiro se refere à evolução do PIB de um ano para o outro, já o segundo se refere à divisão do PIB pela população total.

Entre os fatores-chave para o crescimento econômico, O’Sullivan et al. (2004) destacaram o aumento no capital por trabalhador, o progresso da tecnologia e o capital humano. Entretanto, como afirmaram estes mesmos autores, os economistas não têm tido um entendimento pleno dos fatores que são capazes de gerar o crescimento econômico.

Em suas análises sobre a economia capitalista, Sachs (2004) considerou que ela possui o mérito que, sinteticamente, lhe é atribuído devido à sua eficiência em produzir riquezas, mas, em contrapartida, ela também carrega consigo o demérito de gerar males socioambientais.

Na síntese que apresentaram sobre lucros e custos, Troster e Mochón (2002) observaram que alguns lucros e custos são definidos como consequência das altas taxas de crescimento. Estes autores apresentaram que os lucros do crescimento econômico se referem:

- a) ao alcance de um nível de vida mais elevado, a partir do desfrute de maior quantidade de bens e serviços e mais tempo livre;
- b) ao aumento da renda nacional que contribui com o aumento de receitas governamentais por meio de impostos, sem a necessidade da elevação das alíquotas dos impostos, visto que quando houver o crescimento da renda real, não deva existir a obrigatoriedade de um grupo social melhorar sua posição às custas

de outro grupo, considerando que uma maior parte da renda pode ser canalizada para os grupos sociais mais pobres.

Por último, estes mesmos autores indicaram a elevação do nível de emprego como lucro, ou resultado, do crescimento econômico, juntamente com o aumento da produção.

Nessa mesma linha, Troster e Mochón (2002) afirmaram em seu livro-texto que o crescimento econômico traz também alguns custos, ou seja, alguns inconvenientes; os autores consideraram a contaminação do meio ambiente como um segundo inconveniente do crescimento econômico, responsável por afetar a qualidade de vida da população.

Com relação às medidas do crescimento econômico de um país, no livro de Mankiw (2005, p. 502) encontra-se a afirmação de que o PIB traz informação sobre o bem-estar econômico uma vez que informa “o valor de mercado de todos os bens e serviços finais produzidos em um país em dado período de tempo”. Desse modo, como o PIB não informa assuntos como saúde, educação e distribuição de renda, ele se torna um indicador fraco para analisar o desempenho de países. A partir dessa fragilidade é que são discutidas as diferenças conceituais entre crescimento e desenvolvimento.

Cracolici et al. (2009) argumentaram que alguns economistas, como Hobijn e Franses (2001)¹, Neumayer (2003)² e Marchante e Ortega, (2006)³, consideraram o PIB per capita como um indicador limitado do bem-estar de uma nação, já que o mesmo não considera as reais condições da vida da população nem as consequências do crescimento econômico na vida das pessoas, como exemplo, o ar, a poluição, a água, o processo de urbanização e a incidência de doenças raras .

Outra limitação atribuída ao PIB per capita é encontrada em Bergh (2009), para quem esse indicador enfatiza a renda média, mas deixa de lado a distribuição de renda, muito embora ele tenha considerado que uma distribuição desigual implique na desigualdade de oportunidades de desenvolvimento pessoal e bem-estar. O autor observou, ainda, que as externalidades ambientais e o esgotamento dos recursos naturais também são fatores que não estão considerados no cálculo do PIB per capita.

---

¹ Hobijn, B., & Franses, P. H. (2001). Are living standards converging? *Structural Change and Economic Dynamics*, 12, 171–200.

² Neumayer, E. (2003). Beyond income: Convergence in living standards, big time. *Structural Change and Economic Dynamics*, 14, 275–296.

³ Marchante, A. J., & Ortega, B. (2006). Quality of life and economic convergence across Spanish regions, 1980–2001. *Regional Studies*, 40(5), 471–483.

Para o polonês Sachs (2001), considerado um dos economistas que mais tem contribuído nesse debate, o crescimento não indica o desenvolvimento automático, muito menos indica felicidade. Por sua vez, Bresser-Pereira (2008) destacou que o desenvolvimento econômico seria considerado bom, enquanto que o crescimento seria considerado concentrador de renda ou adverso ao meio ambiente.

Num outro trabalho de sua autoria, Sachs (2004) tentou esclarecer a diferença conceitual existente entre os termos crescimento econômico e desenvolvimento com as seguintes palavras:

O crescimento econômico, embora necessário, tem um valor apenas instrumental; o desenvolvimento não pode ocorrer sem crescimento, no entanto, o crescimento não garante por si só o desenvolvimento; o crescimento pode, da mesma forma, estimular o mau desenvolvimento, processo no qual o crescimento do PIB é acompanhado de desigualdades sociais, desemprego e pobreza crescentes (SACHS, 2004, p.71).

Com o intuito de melhor compreender a relação entre crescimento e desenvolvimento, Furtado (1961) escreveu que a disponibilidade de recursos para investimentos está longe de ser condição suficiente para garantir um futuro melhor para a população. Entretanto, o autor considera que, quando o projeto social prioriza a melhoria das condições de vida desta população, o crescimento é transformado em desenvolvimento.

Desse modo, recorrendo a Troster e Mochón (2002, p. 333) foi possível encontrar a síntese de que “desenvolvimento é o processo de crescimento de uma economia, ao longo do qual se aplicam novas tecnologias e se produzem transformações sociais, que acarretam uma melhor distribuição da riqueza e da renda”.

O trabalho do renomado economista Kuznets (1955) apresenta a relação entre a distribuição de renda e o desenvolvimento econômico, a partir da hipótese de que essa seria uma relação não linear. Para o economista, é válido observar a desigualdade de renda nos diversos estágios do desenvolvimento econômico. Assim, a relação entre a distribuição de renda e o desenvolvimento econômico, se configura na forma de um ‘U invertido’ (curva de Kuznets), indicando que a desigualdade de renda é crescente nos primeiros estágios do desenvolvimento. Entretanto, Kuznets (1955) considera que, a partir de determinado momento, a desigualdade de renda decresce, ao passo que o produto continua a aumentar.

A distinção entre crescimento e desenvolvimento econômico, do ponto de vista da concepção schumpeteriana, é para Souza (2005) assim apresentada:

O desenvolvimento schumpeteriano traduz-se por mudanças quantitativas e qualitativas das variáveis econômicas de fluxo circular, alterando sua estrutura e as condições do equilíbrio original. Aumenta a disponibilidade de bens per capita, em razão da maior taxa de crescimento da produção em relação à população. Melhora a qualidade dos produtos e dos serviços, assim como a renda média dos indivíduos. Isso ocorre pela expansão do volume de negócios, pelas inovações e pela disputa por fatores de produção por parte dos empresários. O dinamismo da economia deriva da ação do empresário inovador, que põe em prática novos processos de produção, gera novos produtos e abre novos mercados (SOUZA, 2005, p. 148).

Na tentativa de também fazer essa distinção entre desenvolvimento e crescimento, Sachs (2004), propôs uma reaproximação da economia com a ética, visto que os objetivos do desenvolvimento superam a mera multiplicação de riqueza material. O autor acrescentou que, apesar do crescimento se constituir numa condição fundamental para que a sociedade alcance uma vida melhor, ele não é suficiente para corrigir as desigualdades e cumprir todas as promessas que traduziriam o bem-estar social.

O economista indiano Sen (2000, p.17) apresentou o desenvolvimento “como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam” cabendo esclarecer que essas liberdades às quais o autor se refere não ficam limitadas apenas às riquezas materiais. O autor indica que elas também se referem às capacidades de possuir “condição de evitar privações como a fome, a subnutrição, a morbidez evitável e a morte prematura, bem como as liberdades associadas a saber ler e fazer cálculos aritméticos, ter participação política e liberdade de expressão” (SEN, 2000, p.52).

Nesse caminho, Sachs (2004) defendeu que a igualdade, a equidade e a solidariedade devem estar associadas ao conceito de desenvolvimento. Desde essa perspectiva, o pensamento econômico que se deteve sobre o termo desenvolvimento, reivindicou se diferenciar do modo de pensar que ficou conhecido como economicismo reducionista. A partir dessa ideia, a meta a ser alcançada não deveria ser apenas a maximização do PIB ou do PIB per capita, mas também a promoção da igualdade e a melhoria das condições de vida dos mais pobres.

Nesse sentido, o incremento do nível de renda não deveria ser o único fator favorável ao desenvolvimento, a distribuição da renda, sim, seria fundamental para que uma nação alcance um determinado nível de desenvolvimento.

A literatura dedicada à economia permitiu a Cracolici et al. (2009) sugerirem outras medidas que indicassem o desempenho de um país. Estes autores informaram que uma medida que deveria ser mais utilizada é o IDH. Além do IDH, na literatura é encontrada a possibilidade de compor uma lista de indicadores. Troster e Mochón (2002) apresentaram em

seu livro algumas medidas do grau de desenvolvimento de uma nação que adquiriram relevância, ao longo dos anos, como, por exemplo: renda por habitante; índices de analfabetismo; estrutura sanitária; taxa de poupança por habitante; taxa de desemprego; diferenças na distribuição interna de renda e, por fim, taxa de crescimento da população. Vale ser destacado que essas medidas também não são considerados no cálculo do PIB, apesar da sua relevância para identificar o nível de desenvolvimento de uma nação.

Embora Souza (2005) tenha afirmado que o crescimento da renda per capita seja fundamental para a melhoria dos indicadores sociais, Hoffmann (1998) ressaltou a importância que possuía os indicadores de Gini e o de Theil como indicadores da desigualdade da renda de uma determinada parcela da população, visto que podiam ser utilizados para mensurar o grau de desigualdade de distribuições estatísticas.

2.2 Desenvolvimento sustentável

Autores como Moraes e Barone (2001), já sinalizavam a possibilidade de que a era da teoria econômica que contribuiu de forma significativa para o crescimento quantitativo estava se encerrando, principalmente pelo fato de não estar atendendo satisfatoriamente à simultaneidade dos objetivos econômicos, sociais e ambientais. Os autores afirmavam que a teoria econômica, principalmente a partir dos estudos neoclássicos, enfatizava demasiadamente o crescimento econômico, desconsiderando que os recursos naturais são finitos. Contudo, considerando que estes recursos seriam finitos, e que o crescimento poderia ser limitado por esse fator, fazia-se necessária uma outra forma de se mensurar o progresso.

De acordo com Gürlük (2009), a moderna teoria do crescimento (teoria do crescimento endógeno) considerava como força do crescimento, nas novas formulações, tanto o desenvolvimento econômico e o progresso tecnológico, como os recursos naturais.

Além das considerações anteriormente apresentadas, Gadotti (2000) acrescentou que a forma de desenvolvimento capitalista globalizado, que priorizava o crescimento econômico frente ao desenvolvimento humano, estabelecia a concentração de poder e de recursos, estimulando desigualdades e devastando o meio ambiente.

Para Meadows et al. (1972), no relatório mundialmente conhecido e intitulado *The limits to growth* – resultado de estudos do Clube de Roma, formado por cientistas, intelectuais e empresários, no final dos anos 60 – pode-se acompanhar a discussão da tese da incompatibilidade entre o modelo de desenvolvimento vigente e a defesa do meio ambiente. Segundo estes autores, o planeta chegaria a uma situação catastrófica caso os países

subdesenvolvidos passassem a consumir recursos naturais num nível equivalente àquele dos países desenvolvidos.

Dessa maneira, a ideia do limite do crescimento, defendida por Meadows et al. (1972), passou a ser acompanhada com maior interesse, uma vez que a continuação do crescimento exponencial da economia mundial levaria a desestruturação dos fundamentos naturais da vida e, em menos de cem anos, o limite do crescimento seria atingido.

Como pode ser observado a partir dos resultados obtidos em estudos mais recentes realizados por Moussiopoulou et al. (2010), a pressão antrópica sobre o ambiente urbano atingiu níveis críticos em todo o mundo. Isso tem feito com que sejam adotadas medidas específicas como resposta e enfrentamento a essas questões.

Em relação ao relatório *The limits to growth*, Bellen (2006) formulou uma comparação com o rompimento da ideia dominante até então, sobre o crescimento contínuo da sociedade industrial sem a fixação de limites que inibissem a exploração exacerbada do meio ambiente.

Por outro lado, autores como o economista Sachs (2004) reconheceram que foi a partir dos anos 1970 que a preocupação com a questão ambiental tornou-se determinante para uma nova definição do termo desenvolvimento. Tudo isso, segundo o economista, como consequência da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em Estocolmo no ano de 1972, quando surgiu a ideia direcionada ao ecodesenvolvimento que, posteriormente, foi nomeado desenvolvimento sustentável.

Ao contribuir no debate que estava instalado, Bellen (2006) considerou que o termo ecodesenvolvimento surgiu como uma nova opção à ideia clássica do desenvolvimento, acrescentando que ele significou um avanço significativo para a noção de interdependência, que estava se consolidando, entre desenvolvimento e meio ambiente.

É oportuno salientar que o termo desenvolvimento sustentável foi debatido primeiramente pela *World Conservation Union* no documento intitulado *World's Conservation Strategy*, onde consta que “para que o desenvolvimento seja sustentável devem-se considerar aspectos referentes às dimensões social e ecológica, bem como fatores econômicos, dos recursos vivos e não-vivos e as vantagens de curto e longos prazos de ações alternativas” (BELLEN, 2006, p. 23). Observa-se, assim, que o foco desse conceito está baseado na integridade ambiental e que, segundo o autor, somente a partir da definição do *Relatório Brundtland* foi dada ênfase ao elemento humano, indicando a busca de um equilíbrio entre as dimensões econômica, ambiental e social.

Dessa maneira, a definição do termo desenvolvimento sustentável é encontrada no Relatório *Brundtland*, elaborado pela *World Commission on Environment and Development* (1987), como sendo a modalidade de desenvolvimento que busca a satisfação das necessidades das gerações atuais sem comprometer a habilidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades.

Na literatura específica existe uma riqueza de definições para o desenvolvimento sustentável. Por exemplo, Pope et al. (2004) apresentam a sustentabilidade como um conceito multidimensional onde os aspectos econômicos, sociais e ambientais devem ser levados em consideração e, além do mais, devem estar integrados.

Outras definições de sustentabilidade tem sido publicadas, cada uma com seus nuances próprios, como afirmaram Beratan et al. (2004). De acordo com estes autores, apesar da ampla diversidade de definições é comum encontrar nelas a importância do aumento ou da manutenção das oportunidades econômicas e do bem-estar social, ao mesmo tempo em que o ambiente natural, do qual a economia e as pessoas dependem, seja protegido e restaurado.

Em termos de metas relacionadas ao desenvolvimento, Costantini e Monni (2007) relataram que no ano de 2000, a ONU definiu as Metas de Desenvolvimento do Milênio (MDM) onde foi reconhecida a plena integração do desenvolvimento humano com o meio ambiente, como uma estratégia para atingir as metas de desenvolvimento.

No estudo feito por Cracolici et al. (2009), foi sugerido que a quantificação do desempenho de uma nação não poderia ficar limitada apenas aos aspectos econômicos ou a qualquer aspecto não-econômico, desarticulados entre si. Mais do que isso, esses aspectos deveriam ser levados em consideração de maneira simultânea e consistente.

Nesse contexto, Sachs (2004) considerou que somente as atividades que levassem em consideração a sustentabilidade socioambiental e a viabilidade econômica mereceriam a designação de desenvolvimento. Daí, a pertinência da citação apresentada a seguir:

A força do conceito do desenvolvimento sustentável é que seu significado reflete e evoca uma latente mudança em nossa visão de como as atividades econômicas humanas são relacionadas com o mundo natural – um ecossistema no qual é finito, limitado no crescimento e materialmente fechado [...] Esta chance de visão envolve a recolocação das normas sobre a expansão quantitativa (crescimento) em contrapartida com o incremento qualitativo (desenvolvimento sustentável) como um caminho do progresso futuro (DALY, 1996, p.1-5).

No campo dos direitos, Sen (2001) e Sengupta (2001 e 2002) reivindicaram que o desenvolvimento deveria ser conceituado no contexto das três gerações de direitos humanos, a

saber: os direitos políticos, civis e cívicos; os direitos econômicos, sociais e culturais, e os direitos coletivos relacionados ao meio ambiente e ao desenvolvimento.

Na apresentação do papel que desempenha o desenvolvimento sustentável, Sachs (2004) identificou que ele agrega a dimensão ambiental (sustentabilidade ambiental) à sustentabilidade social. De acordo com o autor, são cinco os pilares do desenvolvimento sustentável:

- a) Social: fundamental pela perspectiva de ruptura social, ameaçadora sobre lugares críticos do planeta;
- b) Ambiental: pelo fornecimento de recursos naturais e por ser “recipiente” de resíduos;
- c) Territorial: no que se relaciona com a distribuição dos recursos, populações e atividades no espaço;
- d) Econômico: a viabilidade econômica é a condição indispensável para o funcionamento do sistema;
- e) Político: a governança como instrumento necessário para o funcionamento do sistema (SACHS, 2004).

Como resultado das suas análises, Sachs (2004) creditou o alcance do papel do desenvolvimento sustentável ao processo de gerenciamento de crises, onde o crescimento, que anteriormente era financiado pelos recursos externos, deveria ser substituído pelo crescimento financiado pelos recursos internos, buscando a baixa importação e o seu funcionamento com o que se dispunha no território nacional.

É importante apresentar alguns eventos que foram significativos para a solidificação da ideia do desenvolvimento sustentável no cenário global. Nesse sentido, ocorreu no ano de 1992 no Rio de Janeiro a Eco-92, com o objetivo de reunir representantes de países para decidir medidas que diminuíssem a degradação ambiental e garantisse a existência de gerações futuras, resultando em acordos importantes sobre a mudança climática, biodiversidade e a criação da Agenda 21. Depois disso, no ano de 2002 foi realizada a Rio+10 na África do Sul, com o objetivo de fazer um balanço dos avanços obtidos pelos países até então. Por fim, está por ser realizada em junho de 2012 a quarta conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida como Rio+20, cujo tema central é a transição para a economia verde, propondo a adoção de um

novo sistema produtivo, baseado na diminuição de poluentes, na eficiência do uso de recursos e na erradicação da pobreza (FOLHA DE SÃO PAULO, 2012d).

A explanação feita ao longo desse capítulo conduz ao questionamento sobre o fato do desenvolvimento sustentável estar na contramão do crescimento econômico. Nesse sentido Sachs (2001) enfatizou:

O fato de que o desenvolvimento não está contido no crescimento econômico não deve ser interpretado em termos de uma oposição entre crescimento e desenvolvimento. O crescimento econômico, se repensado de forma adequada, de modo a minimizar os impactos ambientais negativos, e colocado a serviço de objetivos socialmente desejáveis, continua sendo uma condição necessária para o desenvolvimento... Precisamos de taxas mais altas de crescimento econômico para acelerar a reabilitação social, uma vez que é mais fácil operar nos acréscimos do Produto Nacional Bruto que distribuir bens e rendas numa economia estagnada (SACHS, 2001, p. 157-158).

Essa desmistificação da ideia de oposição entre crescimento e desenvolvimento permitiu a Cracolici et al. (2009) concluírem que o aumento do PIB per capita deva ser considerado um pré-requisito fundamental para a melhoria da qualidade de vida populacional, uma vez que pode proporcionar serviços de saúde de melhor qualidade, maior acesso à educação, segurança, lazer, melhores condições de trabalho, além de prover um ambiente sustentável. Por outro lado, acrescentaram os autores, esses fatores referentes a melhores padrões de vida, citados anteriormente, constituem o alicerce para que a produtividade, e consequentemente, o PIB se elevem.

No intuito de tratar as dimensões não-econômicas, Cracolici et al. (2009) concluíram que elas são explicadas de maneira significativa pelo PIB per capita, contudo a relação inversa, ou seja, a explicação do PIB per capita pelas dimensões não-econômicas nem sempre é verdadeira. Nesse sentido, Cracolici et al. (2009, p.350) indicaram que *“the positive and significant effect of GDP on all social and environmental dimensions highlights that a good level of the economic dimension is a basic condition to achieve a good social–environmental performance”*.

A discussão encontrada na literatura do tema “decrecimento” deveu-se, sobretudo, ao enfraquecimento do apelo que se fazia ao desenvolvimento sustentável, de acordo com as considerações feitas por Alier et al. (2010). Estes autores atribuíram o enfraquecimento a diversos motivos, e isto contribuiu para o sucesso dos trabalhos e iniciativas que estavam relacionados ao tema decrecimento. Reconhecidamente, esse é um paradigma cujo potencial é atraente quando colocado frente ao conceito de desenvolvimento sustentável.

Com isso, ainda de acordo com Alier et al (2010), do ponto de vista dos defensores da ideia de decrescimento, mesmo que o crescimento econômico continue se disfarçando de desenvolvimento sustentável, ele, inevitavelmente, levará a humanidade ao colapso social e ecológico.

2.3 Decrescimento

Nas discussões feitas até agora, foi descrito o processo evolutivo dos conceitos relacionados ao crescimento econômico, expressão que se consolidou como uma categoria inerente ao funcionamento de qualquer nação.

Alguns limites que foram definidos por Meadows et al. (1972) se impuseram ao crescimento econômico, e isso contribuiu com a ampliação do debate atual em torno da ideia do desenvolvimento sustentável. De acordo com Schneider et al. (2010), as preocupações com o meio ambiente apareceram muito tardiamente e sempre estiveram subordinadas aos objetivos do crescimento econômico.

Ao reconhecer e afirmar que o crescimento econômico não é ambientalmente sustentável, Alier (2009) fez algumas ponderações e considerou que a discussão sobre decrescimento foi iniciada pelo matemático e economista, grande mentor da economia ecológica, Nicholas Georgescu-Roegen, em 1979, quando recriminou o uso irresponsável dos recursos naturais.

O discípulo direto de Nicholas Georgescu-Roegen foi Daly (1996), ele apresentou que um maior crescimento econômico é cada vez mais insustentável e, dessa maneira, o objetivo deveria ser alcançar um estado estacionário da economia, buscando o desenvolvimento (qualitativo) e não o crescimento (quantitativo). Assim, o autor considerou a necessidade de mudança no pensamento econômico em resposta à crise ambiental observada.

Victor (2008), por sua vez, afirmou que os países ricos não devem permanecer com o único objetivo de fazer crescer suas economias, mas, também, buscar a melhoria do bem-estar da população. Para o autor, o contínuo crescimento econômico é irreal por conta das restrições ambientais e de recursos observadas.

Outro autor do decrescimento, que contribui para a ideia da desaceleração da economia, é Jackson (2009), para ele é inegável que o crescimento econômico seja essencial para os países mais pobres; no entanto, para as economias ricas, há evidência de que o aumento do consumo acrescenta pouco para o bem-estar da população, podendo até mesmo prejudicá-lo. Como a redução dos impactos ambientais é pouco provável, Jackson (2009)

sugere a criação de um novo caminho para a prosperidade, onde o crescimento econômico contínuo não é a estratégia mais sensata para o desenvolvimento sustentável.

Para aprofundar essa análise, é oportuno apresentar as definições de sustentabilidade fraca e de sustentabilidade forte, que, de acordo com Dietz e Neumayer (2007), diferem sobre a possibilidade de substituição do capital natural. Para os autores, na sustentabilidade fraca o incremento do capital construído pelo homem pode compensar as perdas do capital natural; por outro lado, na sustentabilidade forte o capital natural não é considerado substituível, a perda de algum capital natural pode ser irreversível.

Assim, embora existam autores que discordem, merece ser destacado o posicionamento assumido por Hueting (2009), que apontou a probabilidade de que a sustentabilidade ambiental não seria alcançada com um crescente nível de rendimento nacional, mas, pelo contrário, que a aceitação de um menor nível de produção pode tornar esse objetivo mais fácil ou, pelo menos, possível.

De uma maneira geral, apesar de alguns progressos terem sido observados, persiste uma imagem precária naquilo que diz respeito às questões ambientais surgidas após a difusão do desenvolvimento sustentável, tanto em nível global quanto regional. As mudanças que poderiam reverter os danos, cada vez mais crescentes, que atingem o ecossistema e as biodiversidades não foram colocadas em prática, e também não foram observadas melhorias nas questões relacionadas às mudanças climáticas (ALIER et al., 2010).

De acordo com a Folha de São Paulo (2012d), ao comparar o mundo na época da Eco-92 com a época atual da Rio+20, observa-se o agravamento da crise ambiental, com o aumento de mais de dois graus centígrados, pela concentração de CO₂ na atmosfera (FOLHA DE SÃO PAULO, 2012d).

Nesse contexto, o relatório *Towards a green economy pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication* da *United Nations Environment Programme* – UNEP (2011) apresenta a economia verde como capaz de trazer a melhoria no bem estar humano e a equidade social, reduzindo os riscos ambientais e a escassez de recursos por meio de tecnologias ambientais, priorizando certos setores da economia. De acordo com o relatório, os crescimentos da renda e do emprego devem ser movidos por investimentos, público e privado, que busquem a redução de emissões de carbono, melhorias na eficiência energética e no uso de recursos, prevenindo a perda da biodiversidade.

Desse modo, de acordo com o economista Ricardo Abramovay, em entrevista para a Folha de São Paulo (2012e), os ganhos de eficiência e a tecnologia têm ajudado em questões

ambientais, no entanto está longe de resolver o problema. O que ocorre, segundo o economista, é que os crescimentos da população e do consumo são exponenciais e fazem anular os ganhos obtidos com a eficiência no uso de recursos e com a tecnologia.

Com base nisso, Huetting (2009) enfatizou o risco que ameaçava o planeta atribuindo-o à ilusão cultivada por alguns de que a ideia de crescimento havia sido indevidamente formulada. Por sua vez, Alier et al. (2010) defenderam que a prática mundial de consumismo incontrolável, excessivo uso de materiais e combustíveis fósseis, traria, como resultado, as exigências para que ocorresse, em primeiro lugar, o distanciamento, cada vez maior, do paradigma do crescimento econômico. Em seguida, prosseguiram os autores, deveria haver a adoção de uma visão do decrescimento sustentável, definido como a justa transição para uma menor economia com menos produção e consumo.

É de fácil percepção que, no sistema industrial, o crescimento da produção e do consumo tem como consequência direta o aumento da extração e a eventual destruição de combustíveis fósseis (ALIER, 2009). Para Marcuse (1964), foi a partir da instalação do capitalismo industrial que o homem começou a perder a sua liberdade, se tornando escravo dos bens de consumo que lhes foram sendo impostos à medida que as suas reais necessidades não estavam sendo atendidas.

No aspecto social, tem sido observado que o cumprimento das MDM ocorre mais lentamente que o esperado, principalmente se for considerada a necessidade de um intervalo de tempo para que a introdução de novas políticas produza resultados esperados. É possível ser observado um sucesso parcial dessas políticas ou, simplesmente, o surgimento de algumas iniciativas positivas. Contudo, como destacaram Alier et al. (2010), o que se verificou foi o existência dos mesmos problemas, ou o surgimento de problemas mais graves do que aqueles que já existiam no início da era do desenvolvimento sustentável.

Diante desse quadro, Schneider et al. (2010) reconheceram que o crescimento sustentável, cujo êxito estaria assegurado por meio da eficiência tecnológica e melhorias, não foi alcançado como era esperado. Foi exatamente no contexto da crise econômica ocorrida nos anos 2008 e 2009 que estes autores apresentaram o conceito “decrescimento” e afirmaram, em seu trabalho, que o decrescimento sustentável poderia ser definido como a diminuição da escala de produção e consumo, fato que traria o aumento do bem-estar humano e a melhoria das condições ecológicas, tanto em nível global como em nível local, no curto e longo prazo.

Uma definição de decrescimento é encontrada em Kallis e Schneider (2008, p.3), para quem o decrescimento é “*an equitable downscaling of production and consumption that increases human well-being and enhances ecological conditions at the local and global level, in the short and long term*”.

No texto da *Declaração de Decrescimento da Conferência de Paris de 2008, Research & Degrowth* (2010), o decrescimento é considerado como uma transição voluntária para o alcance de justiça, sociedade participativa e sustentabilidade ambiental. Entre os objetivos do decrescimento são encontrados os seguintes: atender às necessidades humanas básicas; garantir um elevado nível de qualidade de vida e reduzir o impacto no meio ambiente da economia global. Contudo, convém assinalar, o alcance desses objetivos não seria possível por meio de um processo involuntário.

No documento elaborado pela Conferência de Paris de 2008 consta que o processo de decrescimento é caracterizado por:

- a) Ênfase na qualidade de vida;
- b) Cumprimento das necessidades básicas do ser humano;
- c) Mudança social a partir de ações políticas coletivas e individuais;
- d) Substancial redução da dependência da atividade econômica, aumento do tempo livre, das atividades não remuneradas, do convívio, do senso de comunidade e da saúde individual e coletiva;
- e) Incentivo a auto-reflexão, equilíbrio, flexibilidade e generosidade;
- f) Atenção aos princípios da equidade, democracia participativa, respeito dos direitos humanos e das diferenças culturais (*RESEARCH & DEGROWTH, 2010*).

Em seus estudos sobre a relação entre o crescimento e o estado de bem-estar, Fic e Ghate (2005) identificaram uma intuição geral por trás dessa relação, considerando que inicialmente, uma significativa quebra da taxa do crescimento induziria o aumento do estado de bem-estar; ao longo do tempo, a elevação do estado de bem-estar acarretaria o declínio do crescimento e, no longo prazo, menor crescimento amorteceria o estado de bem-estar. Isso se dá porque são necessários impostos mais elevados para financiar o crescimento do estado de bem-estar considerando uma redução do crescimento.

Do ponto de vista do decrescimento, ocorreria um confronto com o paradigma que reivindicava que não haveria progresso humano sem crescimento econômico. Desse modo, ficou evidente a diferença entre o conceito de decrescimento sustentável e o conceito de

decrescimento insustentável, onde este último somente ocorreria quando houvesse recessão econômica, ou mesmo uma depressão, com a deterioração das condições sociais (SCHNEIDER et al., 2010).

Apoiados nessas argumentações, Schneider et al. (2010) propuseram e defenderam que o decrescimento sustentável implicaria na redução do PIB, a partir da diminuição da utilização, que se fazia intensiva, dos recursos das atividades produtivas e, também, do consumo, que seriam pontos chaves para uma futura redução do uso de matéria-prima. Contudo, os autores afirmaram que aquilo que ocorresse com o PIB teria importância secundária, uma vez que o objetivo principal do decrescimento sustentável seria a busca do bem-estar, da sustentabilidade ecológica e da equidade social.

Ao deter-se na análise do assunto, Schneider (2003) tratou de esclarecer que a adoção da ideia do decrescimento não significava qualquer intenção de retornar ao período pré-industrial. O que se pretendia era adotar as pesquisas e as inovações tecnológicas como fatores aliados, que possibilitassem a redução do consumo por meio da mudança do estilo de vida, das medidas políticas e tecnologias que incentivassem o alcance dos limites aceitáveis, ao invés da inovação tecnológica tradicional que somente estimula o consumo.

Os estudos mais recentes, como o de Hueting (2009), indicaram que a sustentabilidade ambiental não seria alcançada com a produção acontecendo em ritmo crescente, se não houvesse uma ampla aceitação da ideia do decrescimento. O autor considerou que, teoricamente, a possibilidade de crescimento da produção e consumo poderia ser combinada com a restauração e manutenção da qualidade ambiental. Contudo, frisou ele, essas combinações são incertas e pouco plausíveis, visto que elas exigiriam, entre outras coisas, a adoção de tecnologia limpa, o não esgotamento dos recursos naturais, a busca de substituto para os recursos não renováveis, a conservação da terra, além da exigência de serem menos dispendiosas do que as tecnologias que já vinham sendo utilizadas.

Uma vez aceito o desafio posto pela sustentabilidade ambiental, cabe considerar que ela não será alcançada apenas com a aplicação da tecnologia limpa. Além dessa aplicação, deverão ocorrer mudanças diretas e radicais como, por exemplo, a substituição do veículo automotivo pela bicicleta e a melhoria do serviço de transportes públicos, tendo em vista que essas mudanças tenderiam a reduzir o crescimento e implicariam em um menor nível de produção (HUETING, 2009).

De acordo com Schneider et al. (2010), assim como Roefie Hueting defende que a sustentabilidade não pode ser alcançada com o aumento da produção, há também, como

exemplo de Jeroen van den Bergh, quem considere que o altruísmo e cooperação que se espera a partir do decrescimento voluntário é irreal diante dos instintos humanos de ganância, egoísmo, agressão e concorrência.

É curioso ressaltar que Alier (2009) considerou a crise econômica de 2008-2009 como uma boa oportunidade para que os países ricos colocassem em prática uma trajetória diferente sobre o uso dos recursos e sobre os fluxos de energia. Um exemplo disso foi a redução da emissão de CO₂ ocorrida naquela época. Além disso, esse autor considerou a crise como uma oportunidade para reestruturação das instituições sociais e destacou que o objetivo dos países ricos deveria ser garantir uma vida digna com qualidade para os seus habitantes, sem submeter-se ao imperativo do crescimento econômico.

Capítulo 3 – Inovação tecnológica

Neste capítulo é apresentada a revisão de literatura relacionada ao tema inovação tecnológica com o objetivo de fazer a apresentação dos seguintes tópicos: conceitos de ciência e tecnologia; conceito e trajetória histórica da inovação tecnológica; importância da inovação tecnológica; relação entre inovação tecnológica e crescimento econômico e, finalmente, inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável.

Como ponto de partida para fazer esta revisão foi escolhida a obra de Schumpeter (1934), que tratou o tema da inovação e abriu caminho para que se iniciasse um rico processo de investigações nesta área. Os estudos do autor foram determinantes para a ciência econômica contemporânea, visto que ele sugeriu a adoção da inovação para que a economia saísse de um estado de equilíbrio e alcançasse a expansão.

Desse modo, e neste trabalho, será encontrada a citação de autores que o acompanharam e o sucederam, estando incluídos na lista dos estudiosos que podem ser identificados como pós-schumpeterianos, ainda que não tenham optado por revisar, ou mesmo reformular, as ideias originais daquele autor.

3.1 Ciência e tecnologia

Para estudar com maior profundidade a inovação tecnológica faz-se necessária uma reflexão prévia sobre os conceitos de ciência e tecnologia. De acordo com a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* – Unesco (1982), entende-se por ciência o conjunto de conhecimentos organizados que se referem à causalidade dos fatos observáveis empiricamente, enquanto que a tecnologia é definida como o conjunto de conhecimentos científicos que podem ser aplicados com o objetivo de produzir ou melhorar bens e serviços.

Enquanto a ciência está direcionada ao conhecimento dos fenômenos e suas causas, ou à comprovação de teorias, a tecnologia faz esse conhecimento sair do papel e se tornar utilizável pela sociedade, estando associada aos impactos socioeconômicos sobre determinada comunidade, a partir da ideia de novos produtos e serviços ou a melhoria dos mesmos (TEIXEIRA, 1983).

Segundo Tornatzky e Fleischer (1990, p. 10) “tecnologias são ferramentas ou sistemas de ferramentas pelas quais transformamos partes do nosso ambiente, derivadas do

conhecimento humano para serem usadas para propósitos humanos”. A partir desses conceitos, e considerando aquilo que formulou Morin (1982), não é possível isolar a ciência da técnica. A técnica se inicia a partir da ciência, é utilizada pela indústria (em seu processamento de bens e serviços) e serve à sociedade. Na sequência desse ciclo, a técnica retorna à ciência, de acordo com a necessidade da sociedade, a partir da evolução e transformação da mesma.

No seu atual estágio de desenvolvimento, a ciência e a tecnologia, muito embora tenham conceitos diferentes, não podem ser tratadas separadamente. Segundo Price (1963), essa relação é semelhante à figura de um par de dançarinos, que assumem seus próprios passos, mas dançam a mesma música. Além do mais, de acordo com Mayr (1987), as duas palavras são usadas juntas com sucesso: “ciência e tecnologia” e não “a ciência e a tecnologia”.

Dentro de um quadro que engloba os setores da produção industrial, agrícola, aeroespacial, armamentos, transportes, energia e o acelerado desenvolvimento do setor das comunicações, Oliveira (2001) definiu a tecnologia como a disciplina científica cujo objetivo é a produção e o desenvolvimento de produtos de alta qualidade com preços competitivos em função da globalização dos mercados. Tudo isso, em dependência direta das teorias e descobertas científicas, de patentes, de políticas nacionais e internacionais, além das propriedades industriais. Na dimensão social, o autor reconheceu diversas implicações da tecnologia, como, por exemplo, o desaparecimento de muitas profissões e a eliminação das fronteiras entre os campos do conhecimento, sem ignorar a elevação do índice de desemprego e o aumento da fome e da violência urbana.

3.2 Inovação tecnológica

Estudioso do tema, Freeman (1982) reconhece que são muitos os conceitos utilizados quando se analisa a categoria inovação. Muitas vezes confundida com invenção, a inovação é o processo de tornar oportunidades em novas ideias e colocá-las em prática. A inovação não é necessariamente técnica, mas sim um fenômeno socioeconômico que desencadeia mudanças e impulsiona o empreendedorismo, como afirmou Drucker (1986).

Ainda de acordo com Freeman (1982), a inovação tecnológica é um dos tipos de inovação, sendo que o termo inovação indica mudanças, enquanto as inovações tecnológicas indicam mudanças tecnológicas em produtos ou processos produtivos. Entretanto, neste

trabalho o termo “inovação” é utilizado, na maioria das vezes, com o significado de “inovação tecnológica”.

Sbragia et al. (1996) consideraram que a inovação tecnológica é o principal agente de mudança no mundo atual. Para estes autores, o êxito de empresas e, conseqüentemente, o progresso socioeconômico de uma nação são determinados a partir do conhecimento tecnocientífico e sua produção, sua difusão e sua incorporação para os bens e serviços.

De acordo com Schumpeter (1934), a inovação é definida como as novas combinações dos recursos e equipamentos já existentes. Entre outros fatores, Schumpeter (1947/1989) considerou que inovação significa fazer coisas novas, ou ainda, fazer as coisas que já estão sendo feitas de uma nova maneira.

Outros autores, como Moreira e Queiroz (2007), destacaram que o termo inovação conta com as ideias de novidade e mudança, na maioria das definições formuladas nos últimos anos. Além disso, é encontrada no trabalho de Tornatzky e Fleischer (1990) a definição de inovação tecnológica os quais consideraram inovação como um evento não-usual onde a empresa modifica o que faz e como o faz.

Em trabalho recente, Jamrog et al. (2006) afirmaram que a inovação é o termo utilizado para descrever a maneira pela qual as empresas criam valor por meio do desenvolvimento de conhecimentos novos, ou ainda, utilizando os conhecimentos já existentes de maneira inédita.

No âmbito das organizações internacionais, o Manual de Oslo (*Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD, 2005, p. 55) destacou que “inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”.

A partir do Manual de Oslo, as inovações são classificadas em quatro tipos:

- a) inovações em produto: introdução de um produto novo ou melhorado, no que diz respeito às questões técnicas;
- b) inovações em processo: implementação de um novo processo, ou melhorado processo, produtivo ou de entrega, naquilo que diz respeito às questões técnicas, equipamentos e/ou software;
- c) inovações organizacionais: se refere aos novos métodos organizacionais;
- d) inovações em marketing: adoção de novos métodos de marketing, no que se refere à promoção de produtos e serviços (OECD, 2005).

A adoção da inovação tecnológica se refere aos novos produtos, serviços e processos, além de mudanças tecnológicas em produtos, serviços e processos já existentes. A inovação tecnológica só ocorrerá se a mesma for, de fato, introduzida no mercado, no caso de inovação de produtos e serviços; ou, se ela for utilizada em um processo produtivo, no caso da inovação de processo. Desse modo, a implantação da inovação tecnológica deve implicar em atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e, por fim, comerciais (OECD, 1992).

Schumpeter (1934) observou que, enquanto não são realizadas na prática, as invenções são irrelevantes e não são consideradas inovações. Contudo, ainda segundo o autor, se forem realizadas no âmbito da esfera econômica, e com o objetivo comercial, as invenções são consideradas inovativas. Essa distinção possui relevância, na medida em que as invenções podem ser realizadas em muitos ambientes, como, por exemplo, nas universidades, sem qualquer intenção de comercialização.

Na compreensão de Fagerberg (2002), ao propor essa distinção conceitual, Schumpeter pretendeu criar um vocabulário que tornasse possível focar na inovação separadamente de outras atividades a ela relacionadas.

Estudos realizados por Utterback (1994) indicaram que existe uma sequência clássica de inovação tecnológica, atendendo a algumas etapas, como: 1) fase de experimentação – entrada de um número crescente de empresas na disputa pelo mercado; 2) ponto de inovação – permanência daquelas empresas que conseguiram destaque por meio da inovação; 3) fase de dominação – quando as empresas começam a perder mercado e consequentemente desaparecem; e 4) fase de estabilização – permanência das empresas que alcançaram plenamente as práticas de inovação.

Rosenberg (1979) destacou que a ideia da inovação tecnológica não deve significar o abandono das práticas tecnológicas anteriores, mas, pelo contrário, deve se constituir num estudo criterioso daqueles aspectos presentes nas práticas antigas que devem ser abandonados ou não.

Assim, partindo dessa compreensão e considerando as contribuições de Tidd, Bessant e Pavitt (2005), pode-se aceitar a inovação como o processo de transformação de oportunidades em novas ideias, colocando-as em prática. A partir do grau de mudança que a inovação consegue provocar, estes mesmos autores classificam as inovações em:

- a) inovação incremental: é aquela que produz pequenas diferenças em relação às práticas de rotina, definida como melhoria do produto ou processo já existente;

- b) inovação radical: é aquela que produz modificações fundamentais nas práticas das organizações, é definida como produtos e processos que adotaram tecnologias novas, causando impacto significativo na economia e na sociedade.

Em contrapartida, Tidd, Bessant e Pavitt (2005), sustentaram que a inovação não implica obrigatoriamente na criação e difusão de grandes avanços tecnológicos, quer dizer, naquilo que define a inovação radical. Mais do que isso, acrescentaram os autores, falar em inovação se refere também à inclusão de mudanças em pequena escala nas tecnologias que já são utilizadas atualmente, fato que caracterizaria a inovação incremental.

Em seu livro, Freire (2002) apresentou que entre esses dois extremos classificatórios da inovação, incremental e radical, a literatura ainda conta com uma classificação intermediária, chamada de inovação sintética. Para o autor, esse nível de inovação é aquele aplicado aos produtos que não contam com tecnologia nova, mas apenas recorrem aos resultados obtidos com a junção de algumas tecnologias já existentes.

3.3 Importância da inovação tecnológica

Numa tendência que foi apontada por Tidd, Bessant e Pavitt (2005), o sucesso que as empresas alcançam ao introduzir inovações em seus produtos, serviços e processos, poderá implicar no progresso econômico empresarial. A introdução de novos produtos, serviços e processos, segundo estes mesmos autores, poderia implicar no melhor desempenho empresarial, com a conquista de maior participação no mercado e, conseqüentemente, maior rentabilidade.

Nelson e Winter (1982) afirmaram que para Schumpeter algumas empresas visavam liderar as inovações tecnológicas, enquanto outras empresas apenas visavam imitar as empresas inovativas. Segundo os autores, este é um aspecto importante, pois ressalta que as empresas inovativas não assumiam apenas custos e riscos maiores, mas também a potencialidade de alcançar um melhor posicionamento no mercado, frente às empresas concorrentes.

Desse modo, e conforme o que foi apontado pela OECD (2005), o processo de inovação é importante para a competitividade empresarial, e fundamental para o desenvolvimento de sistemas socioeconômicos, a partir do desenvolvimento e da transformação do conhecimento em produtos e processos.

No entanto, conforme foi destacado por Schumpeter (1934), o processo de inovação convive com certas resistências por parte dos grupos ameaçados, como por exemplo, o apego às práticas antigas, o poder das velhas ideias e as crenças e rotinas que, por meio da prática repetitiva, foram se enraizando na sociedade. Essas resistências tem originado uma série de dificuldades para alcançar a cooperação necessária, além da dificuldade em encontrar consumidores. Em resumo, para este autor seria necessária uma maior motivação dos empresários, juntamente com a competência de sua gestão, para enfrentar essa resistência e alcançar outro patamar na evolução capitalista.

A inovação aparece como importante fator para considerar e resolver os fatores concorrenciais, seja considerando a mudança de mercado, ou mudanças tecnológicas. Ao considerar uma maior participação nos mercados, e o crescimento e progresso das empresas obtem-se, como consequência direta, na maioria dos casos, o desempenho do país em que a empresa está instalada.

3.4 Inovação tecnológica e o crescimento econômico

Em relação ao crescimento empresarial, Schumpeter (1937/1989) observou que existe uma forte energia dentro do sistema econômico que interrompe qualquer equilíbrio que possa ser atingido. A partir dessa compreensão, Fagerberg (2002) constatou que o objetivo de Schumpeter consistiu em desenvolver uma teoria sobre a evolução econômica como complemento à teoria do equilíbrio estático, sem a intenção de substituí-la.

Ainda segundo Schumpeter (1939), o termo Evolução Econômica se referia às mudanças no processo econômico, trazidas pela inovação, acompanhadas de todos os seus efeitos. A esse respeito, Fagerberg (2002) identificou que a visão dinâmica atribuída aos trabalhos de Karl Marx exerceu uma influência significativa no pensamento de Schumpeter.

Além do dinamismo da obra e do pensamento de Marx, Schumpeter adotou também a ideia de que a evolução capitalista estaria movida pela competição tecnológica entre as empresas. É ilustrativo dessa influência marxista o fato de Fagerberg (2002) ter admitido que Marx defendeu, na obra “O Capital”, que a principal estratégia de uma empresa capitalista, na tentativa de manter a competitividade, seria aumentar a produtividade, por meio da introdução de novas máquinas, conquistando, assim, rendimentos mais altos. Ainda sob a óptica de Fagerberg (2002), atribui-se a Marx a advertência de que aquelas empresas que não adotassem essa estratégia seriam, fatalmente, eliminadas do mercado.

Em Schumpeter (1943) é encontrada a formulação de que a competitividade, alcançada por meio da tecnologia, é a verdadeira natureza da concorrência capitalista, em detrimento da concorrência de preços. Em seu trabalho, este autor enfatizou que o mais importante é a competitividade gerada pela nova mercadoria, nova tecnologia, nova fonte de recurso e novo tipo de organização.

De acordo com Fagerberg (2002), Schumpeter pode ser considerado o principal responsável pela noção mais ampla de inovação. Isso porque, enquanto Marx sugeriu apenas a mecanização associada à ideia da inovação de processo, Schumpeter foi mais além e incluiu o desenvolvimento de novos produtos, novas matérias-primas, novos mercados, novas formas de organização empresarial; Schumpeter contribuiu para o desenvolvimento da compreensão de como a inovação, explicada como um fenômeno social, implicava na evolução econômica.

Nos seus relatos, o autor prosseguiu na constatação de que, no período que sucedeu à morte de Schumpeter, pode-se observar os sintomas de uma “maré baixa” da economia evolucionária, quando os economistas tentavam explicar a economia de um modo tradicional. Entretanto, como descreveu o próprio autor, gradualmente esses profissionais foram se dando conta de que o enfoque do equilíbrio matemático tinha pouco a dizer sobre as mudanças qualitativas na economia. Com isso, ainda segundo Fagerberg (2002), os pesquisadores se sentiram obrigados a procurar outra vertente que explicasse tais fatos, como, por exemplo, o crescimento econômico e o comércio internacional. O que de fato eles estavam fazendo era adotar as ideias de Marx e Schumpeter sobre a competição tecnológica, sem reconhecer, contudo, a origem de tais ideias.

Deu-se, assim, o revigoramento da teoria do equilíbrio econômico que, para Fagerberg (2002), significou a junção do modelo de competição tecnológica com a teoria do crescimento. Dentro dessa perspectiva, Fagerberg (2002) identificou que Nelson e Winter (1982) seguiam defendendo a ideia de Schumpeter ao considerar o capitalismo como um motor da mudança, embora partilhassem a opinião de que o termo neo-schumpeteriano seria a designação mais adequada para a abordagem evolutiva.

Ao reconhecer que esses autores tinham algo em comum com Schumpeter, ou seja, o foco na competição tecnológica como força motriz do desenvolvimento capitalista, Fagerberg (2002) observou que eles sugeriam que as empresas reinvestissem seus lucros em novas tecnologias e em equipamentos mais produtivos, trazendo, com isso, a recompensa dos lucros elevados e o crescimento frente àquelas empresas que não o praticassem.

É inegável que existem diferenças significativas entre os dois pontos de vista, aquele de Nelson e Winter e o de Schumpeter. Elas se referem, principalmente, à relação da teoria da evolução biológica com a economia, a uma perspectiva teórica mais elaborada do comportamento das empresas e, por fim, à minimização da importância de grandes descontinuidades na evolução econômica (FAGERBERG, 2002).

Ainda no que diz respeito às diferenças de tratamento sobre a inovação, Hodgson (1993) e Andersen (1994) afirmaram haver diferenças entre os schumpeterianos e os neo-schumpeterianos, contudo defenderam que estas diferenças não excluem um núcleo comum. Para Fagerberg (2002), esse núcleo comum é definido como um conjunto de dois argumentos. Um deles diz respeito ao fato de que a inovação é o principal fator que acompanha o desenvolvimento econômico a longo prazo. O outro argumento se refere à relação que existe entre inovação e imitação, e também ao fato de que os inovadores são recompensados no início do processo, sublinhando que essas vantagens tendem a ser eliminadas uma vez que os imitadores entrem em cena.

Nesse aspecto, Ruffoni et al. (2004) afirmaram que, apesar da relação entre o progresso tecnológico e o crescimento econômico nem sempre ter sido apresentada nos modelos teóricos do crescimento econômico, seria possível afirmar que essa é uma relação positiva. Para estes autores, os estudos pioneiros sobre o crescimento econômico consideravam apenas as categorias capital e trabalho como variáveis determinantes porém, salientaram eles, somente elas não explicavam o crescimento econômico, havendo, por assim dizer, uma parte considerada ainda não devidamente explicada que foi nomeada de resíduos. Desse modo, considera-se que os anos 1950 significam o momento inicial em que a variável tecnologia passou a ser considerada determinante para o crescimento econômico.

Assim, Fagerberg e Srholec (2008) indicaram que o trabalho que ganhou destaque por ter considerado o progresso tecnológico na Teoria Econômica foi o de Solow, em 1956. No entanto, o modelo desenvolvido por Solow tem a característica de acrescentar na função produção o fator progresso técnico apenas como variável resíduo, mas que acabou explicando melhor a variação do PIB.

É importante salientar que, de acordo com O'Sullivan et al. (2004), por muito tempo os economistas que estudavam o progresso tecnológico o faziam independente dos que estudavam os modelos de crescimento econômico.

Contudo, segundo Fagerberg e Srholec (2008), economistas como Lucas (1988)¹ e Romer (1990)², iniciaram o desenvolvimento de modelos de crescimento, com foco na tecnologia como força motriz do crescimento e desenvolvimento; a inovação tecnológica passou a ser considerada uma variável essencial, iniciando a ‘nova era do crescimento’. Essa iniciativa complementou os modelos neoclássicos e seus postulados básicos e ajudou a defender a tese da necessidade de rigorosa proteção aos direitos de propriedade intelectual. Para Barro e Sala-i-Martin (1995, p. 1) o principal ponto dessa nova era do crescimento “é que ela endogeniza as taxas de mudanças tecnológicas, uma variável que é desconsiderada no modelo neoclássico de crescimento”.

Estudiosos que buscaram relacionar as inovações tecnológicas com o crescimento econômico, como Romer (1986), defenderam que o conhecimento, seja na forma de tecnologia ou de capital humano, seria uma importante fonte de crescimento. Eles se baseavam a partir nas descobertas de que o conhecimento, diferente de outros insumos produtivos, pode ser utilizado por outras pessoas ou organizações em um mesmo momento.

O papel desempenhado pela inovação tecnológica adquiriu maior visibilidade a partir da utilização dos dados sobre atividades tecnológicas (P&D e estatísticas de patentes), baseada na noção schumpeteriana de inovação como força motriz da mudança econômica. Tudo isso fez com que a inovação tecnológica passasse a ser considerada como o principal fator do comércio internacional e desempenho econômico (FAGERBERG, 2002).

Assim, partindo da importância da inovação tecnológica para o desempenho de nações, a elaboração do Manual de Oslo teve como objetivo obter indicadores mais precisos de inovação, para que fosse possível efetuar comparações internacionais. É importante ressaltar que o Manual não se limita aos gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para medir a inovação tecnológica, reconhecendo outras categorias, dentre elas a aquisição de *know-how*, a capacitação relacionada a atividades inovativas em tecnologias de produto e processo, além dos gastos de comercialização de produtos novos ou aperfeiçoados. O Manual de Oslo também sugere a utilização de estatísticas de patentes como indicador de inovação tecnológica, uma vez que o número de patentes concedidas a uma empresa ou nação pode refletir o dinamismo tecnológico (OECD, 2005).

---

¹ LUCAS, R. E. (1988) On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics* 22: 3-42.

² ROMER, P. M. (1986) Increasing Returns and Long-run Growth. *Journal of Political Economy* 94: 1002-1037.

De acordo com o pensamento de Schumpeter (1943), a tecnologia não é um bem público, ou seja, o acesso a ela é restrito e, para desenvolvê-la, é preciso que a nação se esforce, residindo aí a origem das diferenças do PIB entre as nações. Com isso, a relação que se estabeleceu entre a inovação tecnológica e o crescimento de uma nação fez com que os chefes de governo atentassem para esse tipo de investimento.

Ao se deter na competitividade e na busca de hegemonia política e econômica, Porter (1993) destacou que a inovação tecnológica, fator decisivo na competitividade que se estabelece entre as empresas, podia ser observada também a nível nacional. O autor observou que a inovação tecnológica também poderia ser considerada um elemento fundamental para a competitividade entre países.

Em se tratando dos progressos pessoal, empresarial e nacional, Viotti (2005) considerou em seus estudos que eles estavam atrelados à produção e utilização de conhecimentos técnico-científicos e inovações. Para o autor, os países que mais se desenvolveram foram aqueles que se dedicaram aos avanços conseguidos na área de inovação tecnológica.

Autores como Viotti e Macedo (2001) reconheceram que a ciência, a tecnologia e a inovação compunham o tripé fundamental para o desenvolvimento e competitividade entre empresas e países. Outro fator relevante, segundo eles, é que esses componentes tinham uma participação direta no alcance da qualidade de vida da população, acrescida da possibilidade de contribuir para solucionar problemas sociais e ambientais.

Nessa mesma direção, Fagerberg (1987, 1988) recorreu às experiências que tiveram lugar em países com diferentes níveis de desenvolvimento econômico e tecnológico, para concluir que a importação de tecnologia, ainda que necessária, tem sido insuficiente. Em outras palavras, as empresas e as nações precisavam aumentar a atividade tecnológica nacional para alcançar o desempenho econômico pretendido.

No campo da competitividade internacional, Fagerberg e Verspagen (2003) se basearam nos estudos (NELSON e PHELPS 1966, FAGERBERG 1987, BARRO e SALA-I-MARTIN 1995)¹ para considerar que a inovação e a difusão da tecnologia se constituíam em forças motrizes, naquilo que se referia às diferenças nos crescimentos de países. Os autores

---

¹ NELSON, R.R.; PHELPS, E. (1966). Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth, American Economic Review, v.56, p.69-75.FAGERBERG, J. (1987). A Technology Gap Approach to Why Growth Rates Differ. Research Policy, v.16, p.87-99. (reprinted as chapter 1 in FAGERBERG, J. (2002). Technology, Growth and Competitiveness: Selected Essays, Edward Elgar).BARRO, E. J.; SALA-I-MARTIN, X. (1995). Economic Growth. New York: McGraw-Hill.

concluíram que esse fato conduzia à hipótese de que muitos países e muitas regiões reduziram seu poder na competitividade internacional, se não atentassem para o devido desenvolvimento tecnológico.

Fagerberg e Verspagen (2003) se propuseram a analisar o crescimento econômico como consequência dos seguintes fatores:

- a) Difusão, ou seja, potencial de explorar conhecimentos que foram desenvolvidos em outros lugares;
- b) Inovação, significando a criação de novos conhecimentos no âmbito interno do país;
- c) Fatores complementares, que seriam capazes de afetar a habilidade de explorar o potencial de conhecimentos, independente do local de criação.

O estudo realizado por Fagerberg (1987) permitiu comprovar a hipótese da existência de uma relação positiva entre o nível de crescimento econômico e o nível de desenvolvimento tecnológico de um país, uma vez que confirmou a existência de uma estreita correlação entre o desenvolvimento econômico, representado pelo PIB per capita, e o nível de desenvolvimento tecnológico, mensurado por dados de P&D e patentes em um grupo de 25 países. Além disso, o autor concluiu que, para esses países estudados, as diferenças entre suas taxas de crescimento poderiam ser explicadas, em grande parte, por diferenças nos modelos de tecnologia adotados.

Em estudo realizado por Ruffoni et al. (2004), foi possível observar que gastos elevados em P & D levavam o país a alcançar níveis altos de renda enquanto a manutenção desses gastos fazia com que o país mantivesse seus níveis de renda. Contudo, acrescentaram, deveria haver um ponto ótimo de investimentos em P & D que gerasse impacto relevante na renda per capita de um país.

Além do mais, cabe ressaltar que existe um limite para que os investimentos tecnológicos gerem crescimento econômico. Foi possível notar que os países que apresentaram maiores investimentos tecnológicos foram aqueles que se encontraram no limite da geração do crescimento econômico, a partir dessa variável. Já aqueles que apresentaram menores investimentos tecnológicos foram os que demonstraram maior potencialidade de transformar esse tipo de investimento em crescimento econômico. Com isso, surgiu o entendimento de que haveria um limite para que esse tipo de investimento potencializasse o objetivo de crescimento econômico (RUFFONI et al., 2004).

Outra questão relacionada ao crescimento econômico se refere àquilo que na literatura específica se tornou conhecido como “longas ondas” as quais, de acordo com Fagerberg (2002), refletiram a queda da atividade econômica mundial na década de 1970, ocasião em que a ideia da evolução capitalista como uma sucessão de revoluções industriais, de Schumpeter, veio à tona e virou moda. De acordo com o autor, a inovação veio em cachos que deram origem a um longo período de crescimento sustentado, contudo, mais cedo ou mais tarde, o potencial de crescimento da indústria de ponta tornou-se esgotado, o crescimento desacelerou e inevitavelmente, veio a depressão. Foi possível, então, supor que uma nova onda de inovação, no futuro, superasse tal depressão.

Considerando o que foi apresentado na presente seção, é válido acrescentar que, segundo a OECD (2005), o desenvolvimento tecnológico e a inovação são fatores determinantes para o crescimento da produtividade e, também, do emprego. Desse modo, e na busca da compreensão sobre a influência da inovação tecnológica para o desenvolvimento sustentável, a próxima seção apresenta o referencial teórico sobre o assunto.

3.5 Inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável

Com base nas informações obtidas na revisão da literatura apresentada na seção anterior, pode-se afirmar que a inovação tecnológica tem sido um fator decisivo na promoção do crescimento econômico, uma vez que há evidências de que ela é um fator determinante para o crescimento econômico de uma nação e para os padrões do comércio internacional (OECD, 2005).

A ideia que se constituiu no fio condutor do presente trabalho de investigação se reportou a outra dimensão que vai além do crescimento. Ainda que o aspecto econômico tenha predominado, também foram considerados os aspectos socioambientais promovidos pela inovação tecnológica para, dessa maneira, incluí-los no ideário que se busca construir para atingir o desenvolvimento sustentável.

Merece ser destacada a conclusão à qual Freeman e Soete (1997) chegaram com base nos estudos realizados. Em sua visão balanceada sobre o potencial de danos e benefícios da inovação tecnológica, os autores afirmaram que, muito embora a inovação tecnológica seja reconhecida como um motor do desenvolvimento industrial, ela também é vista como um fator causador da degradação social e ambiental.

Naquilo que diz respeito ao aspecto empresarial, Hall e Vredenburg (2003) afirmaram que as inovações tecnológicas por um lado podem ser consideradas como vantagem

competitiva sustentável, mas, por outro lado, pode também ser considerada como fontes de risco, degradação competitiva e fracasso empresarial.

Meadows et al. (1972) também alertaram para os riscos da tecnologia sobre o meio ambiente, considerando que a mesma tecnologia desenvolvida e aplicada para aumentar o bem-estar da sociedade pode acarretar também efeitos indesejáveis.

Com um olhar mais direcionado à dimensão socioambiental, Fokkema et al. (2005) afirmaram que a tecnologia seria um fator crucial para o desenvolvimento sustentável, embora muitos críticos argumentassem que a tecnologia é a raiz da causa da falta de sustentabilidade na sociedade moderna. De acordo com os autores, a partir da necessidade de assegurar um salto qualitativo na eficiência ambiental e na produção de bens e serviços, as mudanças tecnológicas deveriam ser o cerne das preocupações para a garantia do desenvolvimento sustentável.

Dentro de uma perspectiva mais preventiva, Thiollent (1994) sugeriu que a inovação tecnológica buscasse introduzir novas técnicas produtivas que proporcionassem efeitos positivos não apenas na rentabilidade econômica, mas, também, nos aspectos socioambientais.

Nesse contexto, é importante apresentar a afirmação de Barbieri (2004) sobre o fato de que os avanços na área de ciência e tecnologia trazem consigo a possibilidade de produtos e processos que impliquem no uso eficiente de recursos e, também, na redução de emissão de poluentes.

Ao trilhar simultaneamente o caminho do desenvolvimento tecnológico, a inovação tecnológica passou a ser vista como a impulsionadora-chave da sustentabilidade. Por isso, de acordo com Hall e Vredenburg (2003) a inovação tecnológica, quando é direcionada para o desenvolvimento sustentável, opõe-se à ideia convencional de inovação. Para o autor, a inovação tecnológica convencional está voltada para o mercado, enquanto a inovação tecnológica direcionada para o desenvolvimento sustentável requer a adoção das pressões sociais e ambientais, assimilando-as, além de considerar as gerações futuras e a sua sobrevivência com qualidade de vida. A partir daí, é possível observar que a inovação tecnológica tradicional vem, gradualmente, se tornando insuficiente quando se faz referência às exigências relacionadas à sustentabilidade. Desse modo, segundo Freeman (1996), as pressões sociais e ambientais tem tornado a inovação para a sustentabilidade mais complexa do que aquelas inovações que se voltam exclusivamente para o mercado.

Como pode ser visto, os problemas ambientais devem ser considerados como determinante para a competitividade. Não basta somente a capacidade de gerar, introduzir e difundir inovações, mas sim, a capacidade de assumir questões ambientais e encontrar soluções para elas (ROMEIRO e SALLES FILHO, 1997).

Desse modo, considerando a necessidade de adoção de tecnologias ambientais, algumas definições devem ser apresentadas. A primeira delas é da ONU (1992) que apresenta que as tecnologias ambientais, quando comparadas com as tecnologias tradicionais, buscam a proteção do meio ambiente, são menos poluentes, utilizam recursos de modo mais eficiente, reciclam resíduos e realizam tratamento dos dejetos. Olson (1991) destacou alguns requisitos que a tecnologia ambiental deve atender. Esse tipo de tecnologia deve ser sustentável na sua essência, utilizar energia limpa e inesgotável, utilizar recursos de forma eficiente e adotar a prática de reciclagem. Assim, para Jabbour (2010) a definição sintética de tecnologia ambiental diz respeito ao desenvolvimento de hardwares ou softwares, equipamentos e procedimentos operacionais, que incorporem práticas de melhoria no desempenho ambiental, por meio da utilização eficiente de recursos naturais com baixo impacto ambiental, fomentando o reaproveitamento e baixos níveis de desperdícios.

É possível encontrar na literatura autores que definem tipologias de tecnologia ambiental. Para Klassen e Whybark (1999) a tecnologia ambiental é apresentada em três categorias: a) prevenção da poluição; b) controle da poluição e c) sistemas de gestão. Já para Kuehr (2007), existem quatro categorias nesse tipo de tecnologia: a) tecnologia de mensuração ambiental; b) tecnologias de controle da poluição; c) tecnologias mais limpas e d) tecnologias ambientais de impacto nulo.

Como um recurso ilustrativo, na Figura 1 são mostradas as ideias que foram desenvolvidas por Hall e Vredenburg (2003), indicando que a inovação tecnológica tanto pode ser considerada uma oportunidade de criação de novas vantagens competitivas sustentáveis (quadrantes 1 e 3), como uma fonte de ruptura competitiva, de fracasso empresarial e distúrbios sociais e ambientais (quadrantes 2 e 4). Além do mais, a inovação tecnológica pode também sofrer influências das forças de mercado (quadrantes 1 e 2) e de políticas públicas (quadrantes 3 e 4).

Figura 1 – A “faca de dois gumes” da inovação
 Fonte: Hall e Vredenburg (2003), adaptação.

Este esquema foi utilizado por Hall e Vredenburg (2003) para afirmar que os quadrantes 1 e 2 são tradicionalmente focalizados pelas empresas, já os quadrantes 3 e 4 são focalizados pelos elaboradores de políticas públicas. Entretanto, a inovação tecnológica que pretende o desenvolvimento sustentável deve considerar os quatro quadrantes e isso pode se constituir numa vantagem competitiva.

Cumprasse assinalar que a ideia da inovação tecnológica sustentável ainda não é devidamente explorada e isso faz com que novas proposições e alternativas sejam elaboradas sem levar em conta as dimensões que lhes são inerentes. Na síntese apresentada por Nobelius (2004), elaborada a partir dos estudos dos modelos genéricos de gestão tecnológica, observa-se que estes não acrescentam, em suas análises, a perspectiva de desenvolvimento sustentável, por não tratarem dos seus conceitos e princípios próprios. Assim, de acordo com o autor, a omissão das variáveis ambientais e sociais nas alternativas tecnológicas representa uma limitação dos modelos propostos.

De acordo com Kemp e Soete (1990), existem alguns obstáculos para a oferta e a demanda desse tipo de tecnologia, entre eles se encontram a incerteza sobre a demanda, os mercados automatizados e a exclusão das questões ambientais quando o assunto é maximizar lucros. Assim, os autores acreditam que a difusão da tecnologia ambiental vem exigindo mais apoio dos tomadores de decisão do que as tecnologias tradicionais de produção.

Desse modo, a transição para a sustentabilidade, de acordo com Martens e Rotmans (2002), exige uma renovação de toda a sociedade, tendo em vista que os processos sociais são complexos. Dessa maneira, para Fokkema et al. (2005), o processo de inovação tecnológica sustentável envolve todas as partes interessadas de uma empresa, desde o início do processo de concepção tecnológica, começando com a formulação do problema a ser resolvido. Isso requer, de acordo com o autor, que sejam adotadas ações de curto, médio e longo prazo, partindo para a otimização, melhoria e redesenho.

Em resumo, consegue-se perceber que as inovações tecnológicas, assumidas no âmbito das empresas e diretamente relacionadas e comprometidas com o desenvolvimento sustentável, devem levar em conta outras dimensões outrora ausentes no seu planejamento. Essa ação deliberada deve considerar, sobretudo, os papéis desempenhados tanto pelas forças de mercado, como pelas forças das políticas públicas, as quais lançam o seu olhar para a dimensão social e ambiental e podem assegurar a sustentabilidade que deve acompanhar a inovação tecnológica na sua atual etapa de desenvolvimento.

Capítulo 4: Indicadores

A relevância dos indicadores de sustentabilidade para este trabalho de investigação impôs a necessidade de uma revisão da literatura específica com o objetivo de estudar em maior profundidade o tema. Os resultados alcançados com esta revisão constituem o objeto deste capítulo, cuja organização conduz ao desenvolvimento dos seguintes tópicos: indicadores - conceitos e utilidades - e os conceitos e estudos relacionados aos indicadores de sustentabilidade.

4.1 Indicadores: conceito e utilidades

A palavra *indicador*, proveniente do latim *indicare*, significa descobrir, apontar, anunciar, estimar (HAMMOND et al., 1995); indicador tem o significado de uma medida capaz de resumir informações relevantes de um dado fenômeno, ou algo que possa substituir tal medida (MCQUEEN e NOAK, 1988).

Ainda no âmbito da relevância das informações fornecidas pelos indicadores, os indicadores significam uma expressão de valores que representam informações valiosas, permitindo compreender e lidar com o ambiente dinâmico (BOSSEL, 1999).

No que diz respeito ao alcance das metas planejadas por uma organização, Hammond et al. (1995) consideraram que os indicadores têm, por um lado, a possibilidade de informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta e, por outro lado, pode ser entendido como um recurso que clarifica uma tendência ou fenômeno que não seja detectado imediatamente.

Na dimensão política, a United Nations (2007) considera que os indicadores servem como sinais rápidos e visíveis para os tomadores de decisões políticas e também para o público em geral.

Os indicadores fazem parte da vida de todos e são usados intuitivamente para monitorar sistemas complexos; as mães, os pilotos, os médicos, os mecânicos e os economistas utilizam diversos indicadores no seu dia-a-dia, uma vez que eles são partes necessárias do fluxo de informações utilizado para entender o mundo, tomar decisões e planejar ações (MEADOWS, 1998).

No que diz respeito ao papel que os indicadores podem desempenhar na projeção do futuro, Bossel (1999) afirmou que os indicadores são facilitadores para a orientação em um mundo complexo, uma vez que eles fornecem informações sobre o curso das coisas e dos possíveis desenvolvimentos futuros; os indicadores são o resumo das informações completas do valor a ser observado, na medida em que condensam a complexidade de informações significativas e servem para direcionar as ações do homem.

Entretanto, em seus documentos, a United Nations (2007) considera que os indicadores-chave podem ser tendenciosos mas, ao mesmo tempo, faz a ressalva de que, se bem utilizados, eles atraem a atenção da mídia e sensibilizam o público.

Cabe salientar que o processo de tomada de decisão permite ao agente responsável escolher quais indicadores adotar, cabendo também observar que indicadores mal escolhidos podem acarretar problemas. Além disso, é importante ressaltar que o indicador não mede o real estado do sistema, ou seja, não traduz a realidade completa (o PIB, como indicador econômico, é um exemplo), e isso acontece porque os indicadores são reflexos parciais da realidade, baseados em modelos incertos e imperfeitos (MEADOWS, 1998).

Alguns fatores podem levar à má escolha dos indicadores. Meadows (1998), por exemplo, se ocupou em apontar alguns, dentre os quais se destacam: os indicadores podem conter informações agregadas; a política orientada a mensurar aquilo que é mensurável, ao invés de mensurar o que é importante; a dependência de modelos falsos; a falsificação deliberada; o hipnotismo que toma conta das pessoas e, por fim, o excesso de confiança.

Convém observar que, se essas questões não forem levadas em consideração, decisões tomadas a partir da utilização de indicadores tendem a ser ineficazes, e de quase nada adiantará a sua utilização para apoiar a tomada de decisões.

Entretanto, ainda em Meadows (1998) é encontrada a ressalva dada a afirmação de que as dificuldades encontradas não devem implicar na não utilização dos indicadores para, em seguida, acrescentar que não há escolha, ou seja, sem os indicadores a humanidade “voa cega”.

Com base na premissa de que se impõe a necessidade de escolher bons indicadores, Meadows (1998) considerou que, para que sejam considerados bons é necessário que eles:

- a) possuam valores e conteúdos claros;
- b) sejam convincentes, relevantes, viáveis, suficientes, oportunos, adequados na escala, democráticos, suplementares, participativos, hierárquicos, físicos, entre outras características.

Aliado a isso, Meadows (1998) se posicionou no sentido de que os indicadores podem assumir formas diversas, não sendo apenas números, mas também podem ser sinais, símbolos, imagens e cores.

No que diz respeito à aprendizagem dos indicadores, Bossel (1999) considerou que a mesma seja intuitiva, informal e subconsciente. O autor citou o exemplo da percepção da mãe sobre o bem-estar do filho e do agricultor sobre a sua colheita. Contudo, ponderou o autor, no caso de sistemas mais complexos, existiria a necessidade de instrumentos para a quantificação, uma vez que a intuição já não seria o suficiente.

Bossel (1999) classificou os indicadores em dois tipos; o primeiro se refere à viabilidade de um sistema, o segundo à sua contribuição para o desempenho de um outro sistema. Para esse autor, os sistemas dependem de outros sistemas que dependem de outro conjunto de sistemas, e assim por diante.

O exemplo do funcionamento de um avião, proposto por Bossel (1999), ilustra bem tal situação. No contexto sugerido, o autor define, como o primeiro indicador, o estado funcional e a integridade do avião, por meio da conferência do combustível e pressão de óleo, necessários para controles ocasionais; já o segundo indicador, se refere à posição do avião e a sua posição em relação ao destino escolhido pelo piloto, por meio de dados de velocidade e altitude, os quais requerem atenção contínua. Desse modo, e aceitando a analogia, os indivíduos e as organizações, por serem considerados sistemas complexos e dinâmicos, necessitam de uma grande diversidade de indicadores com informações essenciais sobre: 1) o estado do sistema em si; e 2) sua posição em relação às metas individuais e societárias.

Outra consideração importante é feita por Hammond et al. (1995) ao proporem que a relação entre os dados primários e indicadores seja bem definida, como se vê ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Pirâmide de informações
Fonte: Hammond et al. (1995).

Para esses autores, a pirâmide de informações é adequada para ilustrar bem esta relação, visto que os indicadores e os índices altamente agregados se encontram no topo da pirâmide e são derivados dos dados primários e dos dados analisados, que se encontram na base da pirâmide.

Tanguay et al. (2010) também destacaram a importância em deixar claras as nuances existentes entre os dois conceitos, indicadores e dados. Esses autores consideraram que um dado só se transforma em um indicador no momento em que o seu papel, na avaliação de determinado fenômeno, esteja estabelecido.

Tanguay et al. (2010) ilustraram essa ideia por meio do exemplo do número de desempregados, considerado um dado chave na economia. Os autores observaram que, no momento em que o aumento do número de desempregados é utilizado para indicar desempenho econômico negativo para uma determinada região, esse número é transformado em indicador.

Continuando, Tanguay et al. (2010) se detiveram em definir índice como uma espécie de indicador composto, ou seja, o resultado de uma síntese de indicadores que exige a agregação de diversos dados ou resultados de variáveis em um índice apenas.

Ao destacar a importância dos diversos níveis onde os indicadores podem ser utilizados, Hammond et al. (1995) afirmaram que os indicadores podem ser utilizados para diversas finalidades tanto no nível setorial, como nos níveis nacional ou internacional.

Alguns autores se dedicaram a estudar a utilidade dos indicadores como, por exemplo, Meadows (1998) que comprovou que os indicadores não garantem resultado, entretanto os resultados são impossíveis de serem alcançados sem indicadores apropriados.

4.2 Indicadores de sustentabilidade

O debate científico sobre os indicadores de sustentabilidade foi iniciado há mais ou menos 40 anos, a partir de um trabalho considerado motivador, ainda na atualidade (VEIGA, 2010). Trata-se do capítulo “*Is growth obsolete?*”, publicado em 1972 por William Nordhaus e James Tobin, em *Economic Research: Retrospect and Prospect*, do *National Bureau of Economic Research* (NBER), dos Estados Unidos.

O trabalho publicado por William Nordhaus e James Tobin não tinha o foco em indicadores, mas sim na ideia de que o crescimento econômico poderia ter se tornado obsoleto (VEIGA, 2010). Isso porque, de acordo com Nordhaus e Tobin (1972, p.1), “devemos adotar

um estilo de vida que tenha como objetivo o máximo de liberdade e felicidade para o indivíduo, não um máximo Produto Nacional Bruto”.

Para alcançar o objetivo que propuseram, Nordhaus e Tobin (1972) efetuaram correções no método de cálculo do PIB no sentido de retirar fatores que não contribuem para o bem-estar e incluir fatores que contribuem para o bem-estar e, dessa maneira, construíram uma *Measurement of Economic Welfare*.

Na sequência, em 1989 foi criado o *Index of Sustainable Economic* (ISEW), pelo economista ecológico Herman Daly. Entretanto, nesse índice as questões de danos ambientais, de ganhos de lazer e de trabalho doméstico, ou voluntário, se mostraram bastante especulativas (VEIGA, 2010).

Muito embora tenham sido observados alguns avanços em relação ao indicador de 1972 por Nordhaus e Tobin, o índice criado em 1989 por Herman Daly não favoreceu a criação de um indicador que avaliasse efetivamente a sustentabilidade (VEIGA, 2010).

De todo modo, os esforços para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade aumentaram no início da década de 1990. O desenvolvimento de tais indicadores foi frequentemente conduzido por processos intergovernamentais e, mais recentemente, tem sido realizado a partir de projetos de pesquisa que, na sua maioria, são financiados pelos países da União Europeia e buscam ferramentas para avaliação da sustentabilidade (RAMETSTEINER et al., 2009).

Desse modo, o desenvolvimento teórico e o uso de indicadores passaram a se constituir na principal preocupação no âmbito de decisão e de formulação de políticas. No que diz respeito à busca global pela sustentabilidade nas políticas públicas, o que se observou foi o crescimento da importância do subconjunto identificado por “indicadores de sustentabilidade” (HEZRI e DOVERS, 2006).

Autores como Lee e Huang (2007) enfatizaram que os indicadores de sustentabilidade são concebidos como uma ferramenta que simplifica a comunicação, orientando a decisão política para o desenvolvimento sustentável. Assim, os indicadores de sustentabilidade cumprem a função de estruturar as questões-chave sobre o desenvolvimento sustentável e informar as tendências consideradas (RAMESTSTEINER et al., 2009).

A avaliação da sustentabilidade se tornou cada vez mais importante para indicar a trajetória que conduz ao desenvolvimento sustentável e é definida como um processo pelo qual as implicações das iniciativas de sustentabilidade são avaliadas (POPE et al., 2004); os

indicadores de sustentabilidade são um meio eficaz de identificar se determinada região está se movendo em direção ao desenvolvimento sustentável (LEE e HUANG, 2007).

A avaliação da sustentabilidade se constitui numa ferramenta que auxilia os responsáveis pela tomada de decisões, principalmente na seleção de ações e na busca de uma sociedade mais sustentável e o seu principal objetivo é assegurar que os planos e as atividades políticas contribuam de maneira significativa para o desenvolvimento sustentável (DEVUYST, 2001 e VERHEEM, 2002).

O que se observava, conforme identificaram Pope et al. (2004), é que o processo de avaliação da sustentabilidade implicava na expansão da avaliação ambiental, incluindo considerações sociais e econômicas, fato que reflete a ideia do “*triple bottom line*”.

Combinado com a avaliação da sustentabilidade, o emprego adequado de indicadores se constitui em um importante instrumento de avaliação do progresso na busca do desenvolvimento sustentável, como observaram Moussiopoulou et al. (2010). Além disso, um objetivo importante de programas de indicador é reforçar e estabelecer laços de comunicação entre agências, organizações e indivíduos, com sobreposição de responsabilidades e interesses (BERATAN et al., 2004).

Os indicadores podem assumir muitas funções, de um lado, eles podem levar a melhores decisões e a ações políticas mais efetivas, uma vez que clarificam e tornam disponíveis as informações agregadas aos responsáveis pela tomada de decisões; por outro lado, eles possibilitam a incorporação do conhecimento das ciências físicas e sociais na tomada de decisão, ajudando a medir e ajustar o progresso em direção às metas de desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2007). Além disso, os indicadores podem oferecer um sistema de alerta precoce para prevenção de danos econômicos, sociais e ambientais (LEE e HUANG, 2007).

A grande parte dos indicadores que existe foi elaborada por motivos específicos, para responder às questões ambientais, econômicas, de saúde e sociais, separadamente. Desse modo, eles não são considerados indicadores de sustentabilidade por si só; a natureza complexa do desenvolvimento sustentável exige indicadores inter-relacionados ou indicadores agregados (BELLEN, 2006).

A partir da coletânea editada por Philip Lawn, em 2006, não havia um indicador que apresentasse de maneira simultânea o grau de sustentabilidade socioeconômica e o grau de qualidade de vida. Além disso, não há, de acordo com Veiga (2012), a previsão de métodos

contábeis ou estatísticos capazes de criar uma formula sintética, única, onde seriam expressos esses dois graus.

Embora as pesquisas sobre indicadores de desenvolvimento sustentável estejam trazendo como resultado um grande número de indicadores que fornece informações econômicas, sociais e ambientais, o que se tem observado é que, na maioria das vezes, as relações entre esses indicadores são perdidas (MOUSSIPOULOS et al., 2010).

Entre as exigências que se colocaram para definir indicadores de sustentabilidade, Dahl (1997) observou que a proposta para defini-los se referia à transformação do conceito abstrato de desenvolvimento sustentável em uma definição mais operacional, funcionando como ferramenta para tomada de decisão diária no processo de desenvolvimento.

Desse modo, como foi sugerido por Bossel (1999), um único indicador não pode contar toda a história de determinada situação. O PIB, por exemplo, não pode capturar os aspectos vitais do desenvolvimento sustentável. De acordo com o autor, esse indicador é atualmente uma medida de quão rápido os recursos são desperdiçados e convertidos em fluxo de dinheiro, independentemente de seu efeito sobre a sociedade. Para Bossel (1999) dificilmente o PIB se constituirá num indicador de riqueza nacional e de bem estar.

Diante da incapacidade do PIB em traduzir o bem estar social, Meadows (1998) defendeu que o indicador de desenvolvimento tem que ser mais do que um indicador de crescimento e, para isso, deve levar em consideração a eficiência, suficiência, equidade e qualidade de vida.

Bossel (1999) alertou para a crítica aos indicadores populares de desenvolvimento sustentável, indicando que falta neles informações vitais. Frente a isso, o autor se referiu aos indicadores agregados e considerou que uma de suas vantagens seria o fato de que eles somam itens que não podem ser medidos na mesma unidade. A criação desses indicadores agregados tende a apresentar um quadro mais preciso de bem estar social, em resposta às lacunas identificadas no PIB. Um exemplo disso é o ISEW, onde o PIB é corrigido quando se subtrai os males sociais e se soma o valor dos serviços não remunerados. Outro exemplo é o IDH que inclui, além do fluxo monetário, índice de alfabetização e expectativa de vida (BOSSSEL, 1999).

Bossel (1999) argumentou que os indicadores agregados são considerados um aperfeiçoamento na área da sustentabilidade, contudo fez a ressalva de que esses indicadores podem esconder graves deficiências, podendo até ameaçar a saúde global do sistema. De

acordo com as United Nations (2007), a seleção e o peso das variáveis são exemplos de problemas que envolvem os indicadores agregados.

Ao contribuir para o estudo e a compreensão dos indicadores, Wall et al. (1995) observaram que, apesar dos indicadores agregados serem necessários para melhor avaliação dos aspectos ambientais, os indicadores desagregados são fundamentais para ações específicas. Dessa maneira, em resposta à deficiência do conceito de indicador agregado, Bossel (1999) informou que alguns pesquisadores preferem trabalhar com uma lista mais ou menos extensa de indicadores sobre a área do problema investigado, o que não significa que esteja ocorrendo a devida reflexão sobre o sistema total.

No que diz respeito aos requisitos universais para a proposta do sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável Gallopin (1996) destacou que:

- a) os indicadores devem ser mensuráveis;
- b) os dados para cálculo devem estar disponíveis;
- c) a metodologia para coleta de dados e construção dos indicadores deve ser transparente e padronizada;
- d) os meios para construção e monitoramento dos indicadores devem estar disponíveis;
- e) os indicadores devem ser viáveis financeiramente;
- f) os indicadores devem ter aceitação política.

Além disso, Gallopin (1996) enfatizou uma maior participação dos agentes na construção dos indicadores como outro fator importante relacionado à definição de indicadores. Com isso, a participação do poder público e da sociedade civil, na definição de indicadores, conferiria legitimidade desejada aos sistemas de indicadores.

Com a atenção voltada para a Natureza, Hardi e Barg (1997) apontaram inúmeras razões para a criação de indicadores e a avaliação do progresso rumo à sustentabilidade. Uma delas, como não poderia deixar de ser, se refere à responsabilidade na utilização dos recursos naturais. Além disso, os autores consideraram também o compromisso de um governo mais eficiente no trato das questões socioambientais.

A necessidade do desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade se refere ao fato de que deve haver uma base segura de dados que permita a comparação entre os países e a avaliação de políticas adotadas por eles, de acordo com Jesinghaus (1999). Além disso, o autor alertou para a importância da comparação do presente com o passado, com base nos

objetivos que foram estabelecidos, buscando a comparação entre regiões e observando as tendências a partir de políticas diferentes.

Bellen (2006) apresentou uma variedade de sistemas de indicadores de sustentabilidade atuando nas suas diferentes dimensões de modo a contribuir para que o desenvolvimento sustentável seja mensurado e avaliado. Alguns exemplos desses sistemas de indicadores de sustentabilidade são: o modelo *Pressure, State, Response, Total Material Consumption, Total Material Input, System of Integrated Environmental and Economic Accounting, Monitoring Environmental Progress, Human Development Index, Capability Poverty Measure, Drive Force, State, Response, Ecological Footprint Method, Dashboard of Sustainability e Barometer of Sustainability*.

Em Bellen (2006) é encontrado um estudo comparativo entre três ferramentas de avaliação reconhecidas internacionalmente. Para a seleção das três ferramentas, entre as diversas de que dispunha, o autor utilizou questionários respondidos por profissionais ligados a organizações dos setores público, privado, educacional e da sociedade civil. Como resultado desse estudo, as três metodologias mais lembradas pelos profissionais foram: *Ecological Footprint Method, Dashboard of Sustainability e Barometer of Sustainability*. Essas três ferramentas de avaliação da sustentabilidade cobriram mais de um terço das indicações dos profissionais consultados (BELLEN, 2006).

Hezri e Dovers (2006) identificaram que há diversas maneiras de classificar os indicadores de sustentabilidade. Partindo da sistematização dos trabalhos publicados na revista *Ecological Economics* esses autores construíram o Quadro1, onde são destacados os principais indicadores de sustentabilidade.

Temas de abordagem	Exemplo de indicadores	Estudos publicados no "Ecological Economics Journal"
Contas nacionais	Quadro de contabilidade ambiental, poupança líquida ajustada, indicador de progresso genuíno, índice de bem estar econômico sustentável	El Serafy, 1997; Hamilton, 1999; Hueting e Reijnders, 2004; Pearce e Atkinson, 1993.
Contas biofísicas	Pegada ecológica	van den Bergh e Verbruggen, 1999; Wackernagel and Rees, 1997.
Índices ponderados	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e outros indicadores.	Fearnside, 2002; Morse, 2003a; Neumayer, 2001.
Eco eficiência e desmaterialização	Fluxos de recursos e materiais	Dellink e Kandelaars, 2000; Hinterberger et al., 1997.
Conjunto de indicadores	Lista de indicadores atomísticos e relatórios do estado do meio ambiente	Azar et al., 1996; Friend e Rapport, 1991; Gustavson et al., 1999.

Quadro 1 – Principais abordagens para desenvolver indicadores de sustentabilidade
Fonte: Hezri e Dovers (2006), traduzido.

Para Hardi e Zdan (1997), tem havido um interesse crescente no aprendizado sobre o progresso dos indicadores objetivando uma melhor compreensão da relação entre o homem e o meio ambiente, e também para aumentar a compreensão dos complexos sistemas que interagem no desenvolvimento.

Com relação a isso, Bellen (2006) observou que um ponto importante, a respeito dos indicadores de sustentabilidade, se refere à grande dependência de dados confiáveis e de qualidade significativa. Além disso, segundo o autor, outro desafio diz respeito à interpretação desses indicadores e à definição das reais necessidades de mudanças.

Algumas recomendações sobre o uso de indicadores para avaliar a sustentabilidade foram feitas por Veiga (2010, p.49), quem apresentou uma lista como a que segue:

- a) a avaliação da sustentabilidade requer um pequeno conjunto bem escolhido de indicadores, bem diferente dos que podem avaliar qualidade de vida e desempenho econômico;
- b) a característica fundamental dos componentes desse conjunto deve ser a possibilidade de interpretá-los como variações de estoques e não de fluxos;
- c) um índice monetário de sustentabilidade até pode fazer parte, mas deve permanecer exclusivamente focado na dimensão econômica da sustentabilidade;
- d) os aspectos ambientais da sustentabilidade exigem acompanhamento específico por indicadores físicos.

No caso da interpretação dos resultados, Wilson et al. (2007) argumentaram que diferentes métodos de avaliação de sustentabilidade podem levar a diversas interpretações sobre a sustentabilidade das nações. Além disso, enfatizaram eles, essa diversidade metodológica deixa clara a falta de direção, a nível global, no que diz respeito a uma estratégia de desenvolvimento sustentável.

Desse modo, Zhen et al. (2009) concluíram que as estratégias para a seleção de indicadores, valores de referência e as funções de agregação são os grandes responsáveis para uma boa avaliação da sustentabilidade.

A seguir são apresentados alguns indicadores e grupos de indicadores que aparecem com frequência na literatura.

4.2.1 Indicadores de desenvolvimento sustentável da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS)

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro no ano de 1992, destacou a importância dos indicadores para a tomada de decisão política sobre desenvolvimento sustentável. A partir daí, a CDS aprovou em 1995, a nível internacional, o Programa de Trabalho sobre Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e, desde então, foi desenvolvido o primeiro conjunto de indicadores da CDS entre os anos de 1994 e 2001 (United Nations, 2007). É importante ressaltar que esse conjunto de indicadores tem sofrido atualizações constantes.

Dessa maneira, considera-se que a Conferência de 1992 significou o pontapé inicial para a criação de indicadores de desenvolvimento sustentável. De acordo com a United Nations (2007), o capítulo 40 da Agenda 21, documento que foi elaborado na citada Conferência definiu uma política específica, considerando que os países e as organizações internacionais (governamentais ou não) deveriam reunir esforços para a criação de indicadores de desenvolvimento sustentável que seriam considerados a base sólida para a tomada de decisão em todos os níveis.

O primeiro projeto de indicadores de desenvolvimento sustentável, desenvolvido pela Divisão de Desenvolvimento Sustentável e Divisão de Estatística das Nações Unidas, resultou em um conjunto de 134 indicadores. No período entre 1996 e 1999, 22 países testaram voluntariamente tais indicadores. Nos anos de 1999 e 2000 esses testes foram avaliados e os indicadores revistos. A primeira constatação a que se chegou foi que a garantia do sucesso de

tais indicadores exigiria uma integração dessas iniciativas com as políticas nacionais de desenvolvimento, de modo que elas fossem transformadas em programas de trabalho permanente (UNITED NATIONS, 2007).

Outra constatação, ainda da United Nations (2007), obtida a partir das informações chegadas da maioria dos países que participaram do teste, foi que o conjunto inicial de indicadores da CDS era demasiado grande para ser controlado. Considerando tudo isso, Moussiopoulou et al. (2010) concluíram que a multiplicidade de indicadores cria grandes dificuldades de interpretação, além do aumento da dificuldade de se concentrar naquilo que é essencial.

Tudo isso fez com que ocorresse a revisão desses indicadores, segundo a United Nations (2007), o que permitiu uma redução de número, caindo de 134 para 58 indicadores. Estes foram apresentados à CDS em 2001 e inseridos em um quadro de políticas orientadas para temas e subtemas o que, posteriormente, deu origem à sua publicação na segunda edição do “livro azul”. Também é oportuno ressaltar que desde a publicação do primeiro grupo de indicadores observou-se um aumento significativo do conhecimento e da experiência com indicadores de desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2007).

No ano de 2005 foi feita outra revisão nos indicadores da CDS, uma vez que as perspectivas de aplicação de indicadores continuaram evoluindo nesse período, cenário em que muitos países criaram conjuntos próprios de indicadores, em grande parte baseados nos indicadores da CDS (UNITED NATIONS, 2007).

A partir dessa segunda revisão, foi elaborada uma análise preliminar dos quadros de indicadores e foram estabelecidas as opções para um caminho em direção aos indicadores da CDS. Uma lista provisória de indicadores já revistos foi definida e algumas alterações foram propostas ao quadro. Os países foram convidados a considerar tais indicadores revisados, ou mesmo a desenvolver novos indicadores nacionais de desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2007).

Os indicadores de desenvolvimento sustentável da CDS pós-revisão constituem a reunião de 50 indicadores que fazem parte de um conjunto maior de 96 indicadores e se reúnem em temas e subtemas, os quais podem ser vistos no Quadro 2.

• Pobreza	• Riscos naturais	• Desenvolvimento econômico
• Governança	• Atmosfera	• Parceria econômica global
• Saúde	• Terra	• Padrões de consumo e produção
• Educação	• Oceanos, mares e costas	
• Demografia	• Água doce	
	• Biodiversidade	

Quadro 2 – Temas dos indicadores da CDS

Fonte: United Nations (2007), traduzido.

Para a United Nations (2007), a categorização de indicadores feita com base em quatro temas – social, econômico, ambiental e institucional –, não é mais explicitada na nova revisão dos indicadores da CDS. Essa mudança foi atribuída e justificada pela natureza multidimensional do desenvolvimento sustentável que busca a integração dos pilares, fato que contribuiu para que novos temas fossem definidos. O ANEXO 1 ilustra a estruturação dos indicadores de desenvolvimento propostos pela CDS, apresentando os temas, os subtemas, os indicadores principais e os indicadores alternativos.

Uma breve análise do conjunto que é apresentado no ANEXO 1 permite afirmar que, de acordo com a United Nations (2007), os critérios para os principais indicadores da CDS se referem ao tratamento de questões relevantes para o desenvolvimento sustentável na maioria dos países e, ainda mais, que os indicadores podem ser calculados pela maioria dos países, com dados que sejam prontamente disponíveis ou que possam ser disponibilizados num curto prazo e com um custo razoável.

De acordo com a linha de argumentação dos seus documentos, a United Nations (2007) tem afirmado que a disponibilidade e a confiabilidade dos dados são consideradas problemas em muitos países, apesar dos significativos avanços observados nessa área. Além disso, a United Nations concluiu que os indicadores da CDS exigem dados que são coletados rotineiramente pelos países, seja por meio de serviços nacionais de estatísticas ou por meio de processos internacionais (UNITED NATIONS, 2007).

4.2.2 Indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Segundo dados do IBGE (2010), um dos principais desafios para os estudos relacionados ao desenvolvimento sustentável diz respeito à criação de instrumentos de mensuração. Os indicadores de desenvolvimento sustentável que foram elaborados pelo IBGE com o objetivo de viabilizar o acesso a informações de temas relevantes para o

desenvolvimento, são instrumentos importantes para realização de estudos sobre a avaliação do progresso relacionado ao desenvolvimento sustentável (IBGE, 2010).

As informações divulgadas pelo IBGE (2010) dão conta de que a iniciativa de desenvolver os indicadores de sustentabilidade não foi isolada, sendo inspirada no movimento internacional, ocorrido em 1992, liderado pela CDS das Nações Unidas, que contou com a participação dos governos nacionais, instituições acadêmicas, organizações não-governamentais (ONG), ONU e especialistas de todo o mundo.

Assim, os IDS, sugeridos pelo IBGE, indicam o desenvolvimento sustentável com base em quatro dimensões principais:

- a) a dimensão social: corresponde aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, melhoria da qualidade de vida e justiça social e contém dados referentes à população, ao trabalho e rendimento, à saúde, à educação, à habitação e à segurança;
- b) a dimensão ambiental: diz respeito ao uso dos recursos naturais e à degradação ambiental, está relacionada à preservação e conservação do meio ambiente e contém dados referentes à atmosfera, à Terra, à água doce, aos oceanos, aos mares e às áreas costeiras, à biodiversidade e ao saneamento;
- c) a dimensão econômica: trata do desempenho macroeconômico e financeiro e dos impactos no consumo de recursos materiais e uso de energia primária, contendo dados referentes à estrutura econômica e aos padrões de produção e consumo;
- d) a dimensão institucional: diz respeito à orientação política, à capacidade e aos esforços despendidos para as mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável, contendo dados referentes à estrutura institucional e à capacidade institucional (IBGE, 2010).

4.2.3 Indicadores das MDM

Prosseguindo na leitura dos documentos da United Nations (2007), foi observado um grau de coerência entre os indicadores da CDS e os indicadores das MDM. As MDM, surgidas a partir da Declaração do Milênio das Nações Unidas de 2001, traduzem o esforço para a sistematização de uma série de compromissos concretos referentes, basicamente, ao meio ambiente e ao desenvolvimento. Os indicadores quantitativos das MDM se referem a oito metas, apresentadas a seguir:

- 1) erradicar a pobreza extrema e a fome;
- 2) atingir o ensino básico universal;
- 3) promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres;
- 4) reduzir a mortalidade infantil;
- 5) melhorar a saúde materna;
- 6) combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças;
- 7) garantir a sustentabilidade ambiental;
- 8) estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento (United Nations, 2007).

De acordo com a United Nations (2007), tanto os indicadores da CDS como os indicadores das MDM foram desenvolvidos por meio de um processo colaborativo dentro das Nações Unidas para serem aplicados em nível nacional tendo, como principal motivação, a sua relevância política. Para a United Nations (2007) essas semelhanças podem ter criado confusão por parte dos tomadores de decisões políticas, e também pelos profissionais, sobre a relação entre esses dois conjuntos e sobre a necessidade da existência de ambos.

Entretanto, a United Nations (2007) buscou esclarecer que os indicadores das MDM foram desenvolvidos objetivando o monitoramento global do progresso para que as metas, estabelecidas internacionalmente, fossem alcançadas. De um lado, os indicadores da CDS abrangem um vasto leque de questões que se relacionam com os pilares do desenvolvimento sustentável e, por outro lado, os indicadores das MDM são específicos para as oito metas citadas anteriormente.

4.2.4 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

O IDH foi criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em 1990. De acordo com Guimarães e Jannuzzi (2005), a sua criação foi motivada pela deficiência observada nos chamados Indicadores de Primeira Geração (PIB e PIB per capita), de natureza restrita e simplificadora.

Com base nos seus estudos sobre crescimento econômico, Guimarães e Jannuzzi (2005) puderam confirmar que o crescimento econômico, por si só, não traz aumento na qualidade de vida populacional, e esse fato foi capaz de incentivar a procura por novos indicadores que fossem mais abrangentes do que o PIB per capita, para transmitir o bem-estar populacional.

O IDH tem se destacado como uma medida do desenvolvimento humano, considerando os aspectos de renda, a partir do PIB per capita; da longevidade, a partir de dados da expectativa de vida ao nascer; e da educação, por meio de dados de alfabetização de adultos e anos médios de escolaridade (PNUD, 2010).

Dessa maneira, considerando as contribuições de Cracolici et al. (2009), o IDH se baseia no conceito do desenvolvimento humano, levando em conta tanto a dimensão econômica quanto a dimensão social. Além do mais, os autores acrescentaram que o IDH foi inspirado na teoria de desenvolvimento de Sen, a qual associa o desenvolvimento de uma nação à ideia de crescimento econômico de longo prazo, além de oportunidades para a população, sejam elas nos altos ou mesmo nos baixos estágios do ciclo de crescimento (SEN, 1984).

Muito embora o IDH seja um índice útil para mensurar o desenvolvimento de uma nação, ele necessita de aperfeiçoamento, visto que é uma medida que não leva em consideração todos os fatores que devem ser observados quando se avalia o desenvolvimento humano de uma nação, como por exemplo, as diferenças internas de cada país e a distribuição de renda. Além disso, o fato de ser afetado pela variação cambial, e de não captar aspectos essenciais como educação, saúde e meio ambiente fazem-no possuidor de algumas desvantagens (GUIMARÃES e JANNUZZI, 2005).

Já para Veiga (2003) o defeito principal do IDH repousa no fato de que o seu cálculo é feito com base numa média aritmética de três índices específicos, que devem captar renda, escolaridade e longevidade. Para esse autor, é duvidoso que essa média aritmética possa ser considerada o melhor meio de verificar o grau de desenvolvimento de determinada nação.

Ainda no que se refere às desvantagens do IDH, Bergh (2009) indicou que a principal delas é o descaso quase absoluto com o qual esse índice lida com as questões da sustentabilidade ambiental, quando comparado com outros indicadores alternativos.

Diante disso, e considerando as contribuições de Cracolici et al. (2009), o IDH tem sido relevante para os países em desenvolvimento, uma vez que, para os países desenvolvidos, algumas necessidades como padrão de vida decente, longevidade e educação primária já foram superadas por grande parte da população. Dessa maneira, outros indicadores relevantes, que levem em consideração distintos aspectos da vida, mostram-se necessários.

4.2.5 Indicador de Progresso Genuíno (IPG)

O IPG é um indicador que surgiu a partir da necessidade de um indicador alternativo, para substituir o PIB, que conseguisse retratar não só o aspecto econômico de dada região, mas também os aspectos socioambientais (GASPARATOS et al., 2008). Dentre os indicadores agregados de sustentabilidade, Danilishin e Veklich (2010) consideram que o IPG seja o principal deles e declaram que tal indicador merece atenção especial de teóricos no desenvolvimento de ferramentas para a análise plena da realidade econômica, social e ambiental.

Muito embora o IPG não seja, de acordo com Bagstad e Shammin (2012), um abrangente indicador de sustentabilidade, ele pode implicar num maior conhecimento sobre elementos que contribuem para a sustentabilidade quando comparado com o PIB. O IPG inicia com uma medida de consumo pessoal ponderada (para explicar a desigualdade de renda) e soma ou subtrai o valor econômico associado aos diversos benefícios e custos econômico, ambiental e social (BAGSTAD e SHAMMIN, 2012).

Desse modo, de acordo com Hanley et al. (1999), o IPG é assim demonstrado:

$$GPI = C_{adj} + G + W - D - S - E - N$$

Onde: C_{adj} é o consumo pessoal ajustado para contabilizar distribuição de renda; G é o crescimento do capital; W se refere às contribuições não monetárias para o bem-estar; D são os gastos privados em defesa; S é o esgotamento do capital social; E são os custos da degradação ambiental e, por fim, N se refere ao esgotamento do capital natural.

A adição das variáveis citadas anteriormente faz com que o IPG seja melhor do que o PIB para tratar sobre questões como equidade, bem-estar social e meio ambiente dentro do cenário econômico (BAGSTAD e SHAMMIN, 2012). Além disso, segundo Danilishin e Veklich (2010), o IPG serve também para a efetiva tomada de decisões relativas ao desenvolvimento sustentável.

4.2.6 Ecological footprint method (EFM)

O EFM que, traduzido para o idioma português, significa *método da pegada ecológica*, é uma ferramenta proposta por Wackernagel e Rees (1996) que é utilizada para retratar o espaço ecológico necessário para sustentar um dado sistema.

Essa metodologia se refere à contabilização dos fluxos de matérias e energia que entram e saem de determinado sistema econômico e transforma tais fluxos em área natural correspondente para sustentar tal sistema (BELLEN, 2006). Em outras palavras, “é a área de ecossistema necessária para assegurar a sobrevivência de uma determinada população ou sistema” (BELLEN, p.103, 2006).

De maneira semelhante, Hardi e Barg (1997) identificaram que a proposta do EFM se refere à definição da área necessária para a manutenção de um sistema específico.

Dessa maneira, os estudos feitos por Bellen (2006) fizeram-no perceber que o EFM reafirma a condição de que a natureza é finita e, além disso, contribui para acabar com a ilusão de que o crescimento sem limites é realizável, uma vez que esse método permite indicar a velocidade da utilização dos recursos naturais frente às suas capacidades regenerativas.

A comparação que é feita entre a biocapacidade de dado território e as pressões a que seus ecossistemas são submetidos, a partir do aumento do consumo de energia e recursos naturais, garante ao EFM a característica de ser um indicador de simples compreensão, além de se tornar cada vez mais popular (VEIGA, 2010).

O fato de ser um entusiasta do EFM não fez com que Bellen (2006) se comportasse de modo acrítico. Algumas das críticas a esse método foram direcionadas, principalmente, à subestimação da área necessária para sustentar determinado sistema, além da subestimação dos preços que são atribuídos aos recursos naturais.

De modo semelhante à Bellen (2006), Bossel (1999) formulou as suas críticas e apontou que, apesar de o método da pegada ecológica representar de maneira eficiente a dimensão ambiental, ele falha quando não leva em consideração as dimensões social e econômica da sustentabilidade

4.2.7 Dashboard of sustainability

O *dashboard of sustainability* foi considerado por Bellen (2006) como uma relevante ferramenta para auxiliar na tomada de decisões, públicas e privadas, uma vez que permite a

comparação com “vizinhos” (regiões similares) e a comparação ao longo do tempo. De acordo com esse autor, os estudos sobre o *dashboard of sustainability*, que é traduzido para o idioma português como *painel de sustentabilidade*, foram iniciados na metade dos anos 1990.

Estudiosos, como Hardi (2000), reconheceram que a ideia central desse sistema foi construída a partir de uma metáfora relacionada ao painel de um automóvel. A recente representação ilustrativa desse sistema se configura em um painel visual com três *displays*, que se referem às três dimensões da sustentabilidade, e tem a pretensão de ilustrar a performance sustentável de regiões e empreendimentos (BELLEN, 2006).

Para obter o índice global de sustentabilidade, Bellen (2006) sugeriu que o painel de sustentabilidade fosse um índice agregado de diversos indicadores no interior de cada *display*. A agregação desses indicadores implicava em um índice para cada dimensão da sustentabilidade, sendo que, a partir daí, uma função adicional elaborava a média de tais índices para obter o índice global.

Apesar das vantagens trazidas pelo painel de sustentabilidade, Bellen (2006) descobriu que esse sistema apresentava uma série de limitações. Uma delas se referia ao fato de que as três dimensões da sustentabilidade - econômica, social e ambiental -, apresentavam o mesmo peso para o cálculo do índice global de sustentabilidade. Outras limitações se referiam aos dados necessários para alimentar tal sistema, uma vez que eles não eram padronizados e muitas vezes indisponíveis.

4.2.8 *Barometer of sustainability*

Esta ferramenta, cuja denominação traduzida para o idioma português é *barômetro de sustentabilidade* tem sido, de acordo com Bellen (2006), destinada às agências governamentais, ou não governamentais, aos tomadores de decisões e a todos os agentes envolvidos com as questões que se referem ao desenvolvimento sustentável.

Uma característica importante dessa ferramenta foi destacada por Prescott-Allen (1999), que se referiu à sua capacidade de combinações de indicadores, permitindo que o usuário chegasse a conclusões a partir de uma quantidade significativa de dados considerados.

Com base nessa característica identificada por Prescott-Allen (1999), Bellen (2006) atribuiu ao barômetro de sustentabilidade a capacidade de avaliar a sustentabilidade de regiões a partir da integração de indicadores biofísicos e sociais e, com isso, tornou-se possível a elaboração do índice de bem-estar do ecossistema e o índice de bem-estar humano.

Nesse aspecto, para Bossel (1999), o objetivo do barômetro de sustentabilidade é a avaliação conjunta dos principais componentes da sustentabilidade.

Numa espécie de analogia, Bellen (2006) expôs a sua compreensão de que o barômetro de sustentabilidade é um gráfico de duas dimensões, onde os índices de bem-estar do ecossistema e de bem-estar humano estão colocados em escalas que variam de 0 a 100, trazendo a informação desses índices desde ruim até bom, no tocante a sustentabilidade. A tendência observada é que essas informações poderão representar o progresso, ou o retrocesso, de cidades, estados e nações.

Apesar de considerar vantajosa a aplicação do barômetro de sustentabilidade, Bossel (1999) considerou que a questão dos pesos de cada um dos índices tem levado alguns autores a não considerá-la científica. Além disso, para fundamentar as suas ressalvas, esse autor também fez ponderações sobre a complexidade dos cálculos, como também sobre o fato dos mesmos só poderem ser realizados se houver metas numéricas ou padrões previamente estabelecidos.

4.3 Indicadores de sustentabilidade utilizados em estudos empíricos de regiões

A seleção de indicadores válidos se constituiu numa questão central para Kondyli (2009), que afirmou que a informação desempenha um papel crítico no desenvolvimento sustentável, uma vez que apoia a identificação de objetivos e avaliação de políticas. Para esse autor, a seleção tem sido fundamental para contribuir com a racionalidade na tomada de decisão. Com isso, acrescentou ele, as políticas ineficazes podem deixar de ser implementadas e, ao mesmo tempo, busca-se fornecer soluções mais pertinentes para as questões referentes a sustentabilidade. Somado a isso, Boggia e Cortina (2010) conseguiram perceber que os resultados, ou seja, as medições da sustentabilidade, dependem substancialmente dos indicadores utilizados.

Entretanto, foi a partir dos estudos de Beratan et al. (2004) que os indicadores passaram a ser tratados como um meio de comunicação, e esta função que eles tem exercido parece ter maior impacto do que seus próprios valores. De acordo com os autores, devido aos desafios da complexidade conceitual, ainda não foi possível desenvolver um conjunto de indicadores de sustentabilidade que possa ser considerado ideal. Diante dessa constatação, autores como Beratan et al. (2004) conseguiram perceber outras falhas quando se faz uso dos indicadores, na medida em que as informações provenientes de um bom grupo de indicadores certamente serão utilizadas para a elaboração de políticas, entretanto pode ocorrer que as

conexões sociais e as discussões do processo de elaboração de um indicador possam ter maior importância para os tomadores de decisão.

Faz-se necessário destacar que, à luz desses estudos e formulações acima referidos, nessa seção serão apresentados novos estudos e experiências mais atualizadas, ocorridas em diversas regiões do planeta, que se orientaram pela proposta de avaliar o desenvolvimento sustentável de regiões, a partir da utilização de indicadores sociais, ambientais e econômicos.

De início, merece ser destacado o estudo feito por Liargovas e Fotopoulos (2009) sobre a qualidade de vida das regiões da Grécia. Nele, os autores conseguiram identificar que a renda, habitação, emprego e consumo são os índices socioeconômicos mais importantes para a avaliação da qualidade de vida.

Em relação ao quesito emprego, Liargovas e Fotopoulos (2009) observaram que ele não oferece apenas a renda necessária para a população, mas também apoia as ações sociais individuais. Além disso, ainda segundo os autores, o emprego possibilita a obtenção de receita pública por meio de taxas e impostos, importantes para o desenvolvimento de uma região e, por outro lado, com respeito ao seu oposto – o desemprego –, os autores lhe atribuíram a principal responsabilidade pela baixa qualidade de vida.

Além dos índices socioeconômicos, Liargovas e Fotopoulos (2009) utilizaram também indicadores para considerar aspectos dos serviços disponíveis para a população como saúde, educação, transporte, comunicação, segurança e cultura, como causas determinantes para a qualidade de vida populacional.

Além do mais, em seu estudo, Liargovas e Fotopoulos (2009) destacaram a influência que o ambiente natural e urbano exerce na vida da população, contribuindo para a sua qualidade. De acordo com os autores, a maioria dos estudos aos quais eles tiveram acesso buscou a construção de índices que representassem a extensão dos danos ambientais, a exemplo do grau de poluição e os níveis de emissão de CO₂. Para os autores, os indicadores mais utilizados se referiam aos espaços abertos, às águas e condições meteorológicas. Entretanto, como não foi possível a obtenção desses dados históricos, foram utilizados dois indicadores de ambiente urbano, a proporção de residentes na capital e a densidade populacional.

Entre os aspectos necessários para atingir os recursos materiais e não materiais de uma determinada região, Liargovas e Fotopoulos (2009) consideraram a igualdade e a coesão social, enfatizando que a ausência desses dois aspectos contribui para a diminuição da qualidade de vida, uma vez que favoreceria o crescimento do grupo marginalizado, elevando

as tensões e aumentando a criminalidade. A educação e a informação são outros aspectos que os autores julgaram necessários para alcançar os recursos materiais e não materiais. De acordo com eles, pessoas bem informadas e educadas tendem a aproveitar mais as oportunidades. O Quadro 3 mostra a compilação dos indicadores utilizados por Liargovas e Fotopoulos (2009) em seu estudo sobre a qualidade de vida na Grécia.

Recursos materiais e não materiais	Indicadores
<i>Situação socioeconômica geral</i>	
Renda	1. PIB per capita;
Habitação	2. Número de casas novas por 1.000 hab. 3. Número de dormitórios de casas novas por 1.000 hab.; 4. Volume em milhares de m ³ por 1.000 hab.;
Emprego	5. Percentual de desemprego;
Consumo	6. Consumo doméstico de eletricidade por 1.000 hab.;
	7. Carros por 1.000 hab.;
<i>Serviços disponíveis</i>	
Saúde	8. Número de leitos hospitalares por 1.000 hab.; 9. Número de médicos por 1.00 hab.; 10. Número de dentistas por 1.000 hab.; 11. Número de farmácias por 1.000 hab.;
Educação	12. Número de escolas públicas por 1.000 hab.; 13. Número de professores em escolas públicas de ensino elementar por 1.000 hab.; 14. Número de alunos em escolas públicas de ensino elementar por professor; 15. Número de alunos no ensino fundamental em escolas públicas por professor; 16. Número de alunos no ensino médio público;
Transporte	17. Táxis por 1.000 hab.; 18. Ônibus urbanos por 1.000 hab.;
<i>Ambiente natural e ambiente urbano</i>	19. Número de residentes na capital por número de residentes na região; 20. Densidade populacional, pessoas por pelo m ² ;
<i>Atratividade</i>	21. Camas de hotel por hab.; 22. Estadia de estrangeiro por hab.; 23. Estadia de turistas domésticos por hab. 24. Novos nascimentos por pessoa;
Processos utilizados para alcançar os recursos materiais e não materiais	
<i>Igualdade e coesão</i>	25. Diferença entre população urbana e rural;
<i>Informação</i>	26. Linhas de telefone fixo por 1.000 pessoas.

Quadro 3 – Indicadores para avaliação da qualidade de vida das regiões da Grécia
Fonte: Liargovas e Fotopoulos (2009), adaptado.

Além de contribuir com seus estudos sobre a importância da comunicação no estudo do desenvolvimento sustentável, Kondyli (2009) defendeu, em seu trabalho de medição e avaliação do desenvolvimento sustentável, em uma região da Grécia, a ideia de indicadores agregados para a avaliação do desenvolvimento sustentável, visto que muitos dos métodos

utilizados para sustentabilidade se concentravam em uma ou duas dimensões, deixando de lado o aspecto multidimensional do conceito.

Com isso, ele propôs um indicador composto – o índice de sustentabilidade global –, que foi desenvolvido a partir de três subindicadores das dimensões do desenvolvimento sustentável (a econômica, a social e a ambiental). Para o autor, um indicador composto é uma agregação de indicadores ou subindicadores que não contam nem com uma unidade de medida comum nem com uma forma óbvia de atribuição de pesos. Dessa maneira, o autor reconheceu que existe desvantagem na utilização de indicadores agregados quando comparada com a utilização do indicador individual.

A seleção dos três subindicadores foi feita por Kondyli (2009), levando em consideração as especificidades da localidade onde o estudo foi realizado, e também se baseando no conceito da sustentabilidade como um sistema integrado, o Quadro 4 apresenta os indicadores listados pelo autor.

Dimensão	Indicadores
Econômica	% de empregados na população ativa
	% de empregados nos subsetores
	Coefficiente de especialização de subsetores econômicos
Social	Taxa de crescimento da população
	Índice de crescimento sustentável da população
	Índice de envelhecimento
	Índice de dependência financeira
	Média da renda tributável
	% de desemprego
	% de mulheres desempregadas
	% de desemprego juvenil
	% de mulheres economicamente ativas
	% de pessoas com direito a voto nas eleições municipais
Ambiental	Quantidade de recursos hídricos disponíveis por habitante
	Índice de avaliação baseada na pressão
	% de amostras de água do mar compatíveis com os padrões de qualidade estabelecidos
	Nº de espécies por km ²

Quadro 4 – Dimensões do Desenvolvimento Sustentável e respectivos indicadores
Fonte: Kondyli (2009), adaptado.

Outros investigadores, como Boggia e Cortina (2010), fizeram a medição e a avaliação da sustentabilidade utilizando o modelo multicritério em uma região da Itália. Esse modelo mostrou-se adequado para esse tipo de medição, uma vez que não se refere mais exclusivamente a um único indicador monetário, mas sim a um grupo de indicadores, onde alguns podem ter natureza econômica enquanto outros têm natureza não monetária.

Para os autores, a avaliação multicritério é utilizada com sucesso para a solução de problemas complexos, no sentido de avaliar todas as variáveis, tanto individualmente quanto coletivamente. Nesse sentido, eles elaboraram um conjunto de indicadores ambientais e socioeconômicos para que a análise fosse realizada. O conjunto de indicadores utilizado por Boggia e Cortina (2010) pode ser visto no Quadro 5.

Indicadores Ambientais	Indicadores Socioeconômicos
Emissões de CO ₂	Densidade populacional
Área de superfície artificial	Taxa de desemprego
Índice de fragmentação territorial	Taxa de desemprego das mulheres
Uso de energia elétrica	Acidente de trabalho
Triagem de resíduos	Índice de ensino superior
Uso de água	Índice de atração turística
Total de cargas em potencial	Índice de dependência demográfica
Empresas certificadas (ISO 14001 e EMAS)	Atividade empresarial
Instituições públicas certificadas	Renda disponível

Quadro 5 – Indicadores ambientais e socioeconômicos

Fonte: Boggia e Cortina (2010), adaptado.

A metodologia utilizada pelos autores para levar adiante a análise consistiu em quantificar os indicadores e agregá-los separadamente - os ambientais e os socioeconômicos-, utilizando a avaliação multicritério. A partir daí, foram construídos os *rankings* dos municípios, tanto em relação ao índice de meio ambiente quanto em relação ao índice socioeconômico. Posteriormente, os resultados ambientais foram cruzados com os resultados socioeconômicos e se estabeleceu uma classificação dos municípios em relação ao nível de sustentabilidade alcançado (BOGGIA E CORTINA, 2010).

Tudo isso fez com que os autores considerassem que uma classificação dos municípios poderia ser realizada, também, a partir da agregação de todos os indicadores, ambientais e socioeconômicos, utilizando também uma avaliação multicritério. A desvantagem em se fazer isso reside no fato de que a análise é feita com apenas um índice de sustentabilidade, ao invés de utilizar os dois separados, podendo implicar na perda de informação. Isso foi observado, segundo os autores, no *UN Dashboard of Sustainability*, criado no âmbito da *United Nations Commission on Sustainable Development* (BOGGIA E CORTINA, 2010).

Outra preocupação apresentada por Boggia e Cortina (2010) diz respeito à independência que deve ser assegurada para os aspectos sociais, econômicos e ambientais, ainda que eles devam ser considerados de maneira integrada no conceito do desenvolvimento sustentável. Com isso, enfatizaram os autores, a avaliação da sustentabilidade se tornaria mais precisa.

O trabalho desenvolvido por Roldán e Valdés (2002) é outro exemplo de avaliação do desenvolvimento sustentável por meio de indicadores. Os autores avaliaram a sustentabilidade de uma região do México a partir da proposta de criação de um índice de desenvolvimento sustentável.

Na seleção dos indicadores necessários para essa avaliação, os autores se basearam na proposta da Agenda 21 e na metodologia da OECD, assumindo os seguintes critérios:

- a) disponibilidade e confiabilidade dos dados;
- b) utilização de dados mais atualizados;
- c) escolha de indicadores que contemplasse as três dimensões: ambiental, social e econômica;
- d) inclusão de fatores quantitativos e qualitativos (ROLDÁN e VALDÉS, 2002).

A proposta formulada por Roldán e Valdés (2002) consistiu em criar um índice de desenvolvimento sustentável a partir da organização dos indicadores principais, de acordo com o modelo *driving forces, state, and response*. A pesquisa utilizou 21 indicadores que foram selecionados de maneira dinâmica e abrangente, integrando e correlacionando os aspectos ambientais, sociais e econômicos. De acordo com Roldán e Valdés (2002), o número de indicadores utilizados foi definido pela disponibilidade de dados e pelo potencial de representar uma característica relevante para a região. Com base nesses critérios, a seleção das variáveis se baseou no diagrama apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Árvore representando o Índice de Desenvolvimento Sustentável com 21 indicadores
Fonte: Roldán e Valdés (2002), traduzido.

O caminho metodológico escolhido, a partir da Figura 3, consistiu em projetar a função utilidade de cada um dos indicadores com o objetivo de relacionar as diferentes variáveis com as diferentes unidades analisadas. Para a definição das funções utilidade foram adotados parâmetros internacionais ou padrões oficiais para comparação. Uma vez projetadas todas as funções utilidade, o índice de desenvolvimento sustentável foi definido (ROLDÁN e VALDÉS, 2002).

Outro trabalho que está relacionado aos impactos provocados pela atividade econômica foi realizado por Zhen et al. (2009). Nele, foram analisados os impactos social, ambiental e econômico em duas sensíveis zonas rurais da China, decorrentes da intensa atividade econômica observada a partir de 1978. Para alcançar o seu objetivo, os autores utilizaram o modelo pressão-estado-resposta.

Nesse trabalho, o critério utilizado pelos autores para a seleção dos indicadores é mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Estrutura hierárquica para seleção dos indicadores
 Fonte: Zhen et al. (2009), traduzido.

Como é possível observar na Figura 4, Zhen et al. (2009) tomaram como ponto inicial a definição do objetivo global, o qual, no seu estudo, se refere ao desenvolvimento sustentável. Cumprida essa primeira etapa, os autores estabeleceram os princípios que serviram para orientar a seleção do indicador que, no caso das regiões chinesas, foram os princípios da consistência, mensurabilidade, independência e capacidade de conduzir comparações. No momento subsequente, foram definidos os critérios de maneira mais explícita, que se referiram à disponibilidade e quantificação dos dados, à relevância para o público-alvo e à comparabilidade.

Para Zhen et al. (2009), no momento da escolha do indicador deve-se levar em conta o critério de inter-relação entre as dimensões da sustentabilidade. Os indicadores utilizados pelos autores podem ser observados no Quadro 6.

Dimensão	Indicadores
Econômica	PIB per capita
	Investimento (proporção do PIB)
	PIB do setor não agrícola (proporção do total)
Social	Relação entre a renda per capita das áreas urbana e rural
	Renda líquida por habitante rural
	Renda líquida por habitante urbano
	Coeficiente de <i>Enger</i>
	Taxa de mortalidade infantil
	Expectativa de vida
	Nível de escolaridade
	Área, por pessoa
	Densidade de estradas
	Densidade populacional
	Taxa de crescimento natural da população
	Proporção do total da população representada por residentes em áreas urbanas
	Gastos em pesquisa e desenvolvimento
	Número de cientista por 10.000 pessoas
	Receita per capita
Ambiental	Área cultivada per capita
	Área de pastagem per capita
	Área de floresta como uma porcentagem da área total
	Percentual de terras degradadas
	Consumo anual de água doce
	Descarga de águas residuais
	Emissão de poluição de ar
	Porcentagem da área total que está protegida

Quadro 6 – Lista de indicadores em cada dimensão da sustentabilidade

Fonte: Zhen et al. (2009), adaptado.

Nesse estudo, os valores de referência se referem ao nível desejado de sustentabilidade para cada indicador, obtido a partir de fontes internacionais, nacionais e locais.

A seleção dos indicadores feita por Zhen et al. (2009) foi realizada a partir de consulta a um número significativo de especialistas. Inicialmente, os autores desenvolveram um conjunto de indicadores que cobria as três dimensões da sustentabilidade, e esse procedimento teve como base uma rica revisão de literatura.

Num segundo momento, os autores convidaram especialistas da comunidade científica chinesa e responsáveis políticos para que fossem discutidos e aceitados os indicadores inicialmente selecionados. Os autores objetivaram com isso ajustar a seleção inicial para utilizar apenas indicadores que fossem aplicáveis, tanto do ponto de vista científico como do ponto de vista das condições de execução prática. No final do processo, como pode ser lido em Zhen et al. (2009), foi selecionado um total de 27 indicadores.

A partir dos subíndices de cada uma das três dimensões da sustentabilidade, Zhen et al. (2009) desenvolveram um índice global de desenvolvimento sustentável. Os autores

pretendiam acompanhar as tendências de desenvolvimento das duas regiões da China, comparando uma área desenvolvida com outra área em processo de desenvolvimento.

A criação do índice global de desenvolvimento sustentável, proposto por Zhen et al. (2009), foi possível a partir da agregação de indicadores de cada uma das dimensões de sustentabilidade. Cada indicador foi normalizado com base no seu valor de referência, em um valor adimensional, para que todos pudessem ser comparados entre si. Além disso, os três subíndices construídos foram submetidos a estudos ponderados, para que pudesse refletir a sua importância individual para a sustentabilidade regional.

O estudo realizado por Siche et al. (2009) é outro exemplo que ilustra a utilização de indicadores de sustentabilidade para a avaliação do desenvolvimento de regiões. Os autores utilizaram a ferramenta da *pegada ecológica* para medir o impacto do homem sobre a natureza na região do Peru.

De acordo com Siche et al (2009), o fator de capacidade de carga obtido, por meio da utilização da ferramenta da pegada ecológica, foi de 4,23. Isso significou que, no período estudado, o Peru possuía a capacidade de suportar uma população de 4,23 vezes maior, considerando o estilo de vida que foi adotado no ano de 2004.

Entretanto, como se comportaram outros autores citados ao longo desse trabalho, Siche et al (2009) também fizeram a ressalva de que a pegada ecológica não deva ser considerada como o único indicador para avaliar a sustentabilidade, uma vez que não há um único indicador, ou metodologia, que seja suficiente para realizar essa avaliação. Os autores defenderam que é correta a utilização de diferentes indicadores e metodologias, mesmo considerando que a ferramenta pegada ecológica possua muitos pontos positivos.

Situado no período de uma década, especificamente entre os anos de 1994 e 2004, o trabalho de Lee e Huang (2007) avaliou a sustentabilidade da cidade de Taipei, Taiwan, a partir da utilização de 50 indicadores, com o objetivo de identificar a tendência do desenvolvimento sustentável.

A partir de *workshops* realizados pelo governo municipal, apoiados na revisão da literatura sobre indicadores de sustentabilidade e nos debates existentes entre profissionais e acadêmicos, Lee e Huang (2007) adotaram a estrutura “3E1I” (*environment, equity, economy and institution dimensions*) para a seleção dos 50 indicadores de sustentabilidade que estão apresentados no Quadro 7.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Dimensão econômica	1. Renda média per capita
	2. Emprego feminino/masculino
	3. Taxa de desemprego
	4. % de domicílios com internet
	5. % de locais públicos com acesso a internet sem fio
	6. Consumo de água per capita (excluindo o uso industrial)
	7. Consumo de energia elétrica per capita
Dimensão social	8. Densidade populacional urbana
	9. Expectativa de vida feminina/masculina
	10. Número de famílias abaixo da linha de pobreza
	11. Disparidades de riqueza
	12. Taxa de criminalidade
	13. Mortes anuais por calamidade pública
	14. Número anual de acidentes de transporte
	15. Atendimento de arte e atividades culturais/pessoa
	16. Número médio de alunos por sala de aula
	17. Proporção da população com educação de nível universitário
	18. Taxa de expansão de terras de desenvolvimento urbano
	19. Área de residências particulares per capita
	20. Razão da área pública para instalação de áreas de terrenos urbanos
	21. Parques e áreas verdes per capita
	22. Parque com rios e áreas verdes per capita
	23. Esgotos e resíduos removidos eficientemente
	24. Taxa de esgotamento para o total do sistema de esgotos
	25. Taxa de motorização
	26. Taxa de posse de motocicletas
	27. Áreas cobertas por sistema de transporte público
	28. Índice per capita de passarela de pedestres
	29. Índice de bicicleta per capita
	30. Número de bicicletas <i>kickstands</i>
Dimensão ambiental	31. N° de espécies de aves que vivem naturalmente no meio ambiente
	32. Número de espécies de peixes que vivem naturalmente no meio ambiente
	33. Índice de recursos verdes
	34. Taxa de permeáveis em terras urbanas
	35. N° de dias com <i>PSI</i> > 100
	36. Emissão de CO ₂ per capita
	37. Proporção de rios poluídos
	38. Qualidade da água do reservatório
	39. Qualidade de água da torneira
	40. Produção diária de resíduos per capita
	41. Quociente de reciclagem para resíduos sólidos
	42. Proporção de resíduos sólidos para produção de compostagem de resíduos
	43. Taxa de utilização de recursos renováveis

Dimensão institucional	44. Execução de planos locais de meio ambiente
	45. Cooperação internacional conjunta, em relação ao desenvolvimento sustentável
	46. Proporção do orçamento ambiental com o orçamento total
	47. Proporção das despesas sociais em relação ao total despendido
	48. Gastos do governo com a prevenção da poluição e reciclagem de recursos
	49. Avaliações de sustentabilidade concluídas
	50. Estatísticas de processos judiciais relacionados com a poluição ambiental

Quadro 7 – Indicadores de sustentabilidade para Taipei

Fonte: Lee e Huang (2007), adaptado.

Como é possível perceber, Lee e Huang (2007) consideraram útil a análise dos 51 indicadores para a avaliação do desenvolvimento sustentável da região. Entretanto, os autores defenderam que os indicadores de sustentabilidade necessitam ser simplificados para se chegar a um índice de sustentabilidade que seja facilmente compreendido pelos cidadãos e pelos grupos privados.

Dessa maneira, Lee e Huang (2007) classificaram os 50 indicadores nas dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais. A partir disso, os autores calcularam um indicador para cada dimensão. Com a adoção do método de igual peso para os indicadores de cada dimensão da sustentabilidade, finalmente foi construído o índice de sustentabilidade de valor único.

Vale acrescentar que Lee e Huang (2007) utilizaram práticas de padronização de indicadores com valores diferentes, por meio da normalização. O estudo utilizou o desvio padrão como o método básico para que o índice de sustentabilidade fosse calculado.

Outro estudo contido na literatura consultada foi a análise de sustentabilidade de uma região da China, feita por Shi et al. (2004). Nele, os autores estudaram a sustentabilidade de região costeira da China (Shanghai Municipality e Chong Ming Island) e observaram que sistemas eficazes de indicadores de sustentabilidade, bem como métodos de avaliação, são imprescindíveis para que se obtenham informações relevantes para a tomada de decisão por parte dos dirigentes políticos. Devido às características próprias daquela região costeira, os autores propuseram e desenvolveram um sistema de indicadores de sustentabilidade, uma vez que esse tipo de região apresentava carências sendo, por isso, merecedora de atenção especial em termos de sustentabilidade regional.

Segundo Shi et al. (2004), o desenvolvimento sustentável da zona costeira depende da integração dos três subsistemas, o econômico, o social e o ambiental. Dessa maneira, um conjunto de indicadores integrados foi utilizado, ao invés dos indicadores individuais. O

Quadro 8 apresenta os três níveis em que se baseou o sistema de indicadores de sustentabilidade proposto por Shi et al. (2004).

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Índice de sustentabilidade ambiental e de recursos	Qualidade ambiental	Índice de qualidade da água doce
		Índice de qualidade do ar
		Índice de qualidade da água do mar
		Área de espaço público aberto, per capita
	Níveis de recursos	Produtos da aquicultura per capita
		Área de terra alagada per capita
		Terra arável per capita
	Gestão ambiental e de recursos	Descarga resíduos industriais na água/ 10.000
		<i>RMB output</i>
		Taxa de utilização de resíduos sólidos industriais
		Descarga de resíduos industriais gasosos/capita
Índice de sustentabilidade do desenvolvimento econômico	Características econômicas	Produto Interno Bruto (PIB)
	Estrutura econômica	% da indústria primária no PIB
		% da indústria secundária no PIB
		% da indústria terciária no PIB
	Benefícios econômicos	PIB per capita
		Valor da prod. Agrícola/ unidade de área arável
	Prosperidade econômica	Volume de negócios de commodities
	Intensidade econômica	PIB por consumo de energia
		PIB por consumo de água
Índice de sustentabilidade da sociedade	Índice populacional	Número da população
		Taxa de natalidade natural
	Nível de infraestrutura	Consumo de energia per capita
		Consumo de água per capita
		Linhas telefônicas por mil pessoas
		Transporte de passageiros por mil pessoas
	Nível de educação	Número de estudantes por mil pessoas
	Nível de saúde	Números de leitos hospitalares por mil pessoas
	Padrão de vida	Renda per capita

Quadro 8 – Sistema de indicadores de sustentabilidade para a zona costeira
Fonte: Shi et al. (2004), adaptado.

Em suas argumentações, Shi et al. (2004) enfatizaram que os três níveis do sistema foram assim definidos:

1. O primeiro nível contém três índices: índice de sustentabilidade ambiental e de recursos, índice de sustentabilidade do desenvolvimento econômico e índice de sustentabilidade da sociedade;

2. O segundo nível contém 13 sub-indicadores responsáveis por fornecer mais informações sobre os índices do primeiro nível;
3. O terceiro nível contém 28 indicadores que traduzem as características dos três subsistemas.

Dessa maneira, o índice de sustentabilidade foi determinado a partir dos seguintes passos:

- a) coleta de todos os dados para um período de cinco anos;
- b) normalização de todos os dados;
- c) análise de componentes principais para eliminar o risco de sobreposições em indicadores básicos.

Por fim, as taxas de contribuição dos principais componentes foram utilizadas para calcular os indicadores do primeiro nível (SHI et al., 2004).

Em termos ilustrativos, a avaliação da sustentabilidade da área costeira realizada por Shi et al. (2004) seguiu os passos indicados na Figura 5.

Figura 5 – Procedimento de avaliação da sustentabilidade
Fonte: Shi et al. (2004), traduzido.

Para fomentar a discussão da ambiguidade existente na literatura sobre o conceito desenvolvimento sustentável, Tanguay et al. (2010) realizaram um trabalho no qual eles reconheceram, inicialmente, a diversidade e a popularidade que desfruta o uso de indicadores

de desenvolvimento sustentável. Em seguida, se depararam com o problema da ambiguidade antes referida, e da dificuldade do acesso aos dados qualitativos e quantitativos. Para levar adiante o seu objetivo, eles efetuaram análises de 17 estudos referentes a cidades situadas em países ocidentais desenvolvidos da Europa, mais os EUA e o Canadá.

Tanguay et al. (2010) limitaram a sua análise aos estudos que utilizaram indicadores urbanos de desenvolvimento sustentável. A justificativa que eles apresentaram para isso se referiu ao fato de que as cidades deveriam ser o objeto de controle, pois a maioria da população de economias desenvolvidas vive em cidades. Outra justificativa, para a utilização de indicadores urbanos, disse respeito ao fato da disponibilidade de dados, uma vez que alguns indicadores de desenvolvimento sustentável, que seriam considerados, só contavam com dados para as aglomerações urbanas.

Cada um dos estudos analisado por Tanguay et al. (2010) utilizou entre 10 e 68 indicadores de desenvolvimento sustentável e isso pode servir de alerta para a dificuldade de se chegar a um consenso sobre a quantidade ótima de indicadores a serem utilizados em estudos dessa natureza.

Os indicadores reunidos por Tanguay et al. (2010) nos 17 estudos analisados totalizaram 188 e, como um indicador pode ser medido de diferentes maneiras, foi possível fazer a definição de indicadores distintos.

No corpo do seu estudo, Tanguay et al. (2010) realizaram a análise da frequência de uso desses 188 indicadores, o que confirmou a falta de consenso sobre o uso dos indicadores de desenvolvimento sustentável. A Figura 6 apresenta a distribuição dos indicadores nas três dimensões do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de identificar os indicadores e suas inter-relações em duas ou três dimensões.

Figura 6 – Classificação dos 188 indicadores
Fonte: Tanguay et al. (2010), traduzido.

O que se pode observar, com base na Figura 6, é que essa inter-relação não foi considerada na maioria dos estudos sobre indicadores de desenvolvimento sustentável, discutidos até aqui.

A distribuição da frequência dos indicadores, ilustrada na Figura 6, é classificada, de forma separada, nas três dimensões da sustentabilidade. Considerando os 188 indicadores que apareceram em todos os estudos analisados, observa-se que apenas 40 deles (21,3%) são definidos como indicadores de desenvolvimento sustentável, ou seja, indicadores que consideram as três dimensões, a econômica, a social e a ambiental.

Ainda no que se refere a frequência dos indicadores nos estudos analisados por Tanguay et al. (2010), o Quadro 9 informa os 32 indicadores que foram utilizados quatro vezes ou mais nos 17 estudos analisados. De acordo com os autores, do total de 32 indicadores, apenas oito deles podem ser considerados de desenvolvimento sustentável, ou seja, são indicadores que consideram as dimensões econômica, social e ambiental, simultaneamente.

Frequência de uso	Indicador	Dimensão do Desenvolvimento Sustentável
8	Taxa de desemprego	Equitativa
7	Usuários de transportes coletivos	Sustentável
	Densidade populacional urbana	Sustentável
	Quantidade de resíduos	Habitável
	Taxa de criminalidade	Equitativa
	Renda familiar per capita	Econômica
	Criação de emprego para todos os setores combinados	Econômica
6	Participação de cidadão nos assuntos públicos	Social
	Famílias de baixa renda	Equitativa
	Concentração de partículas PM10	Habitável
	Empresa com certificação ambiental	Viável
	Quantidade de resíduos reciclados	Viável
	Consumo diário de água por pessoa	Sustentável
5	Famílias que gastam 30% ou mais da renda com moradia	Equitativa
	Emissões de gases de efeito estufa (excluindo transporte)	Viável
	Qualidade da água	Habitável
	Políticas ou estratégias de desenvolvimento sustentável	Sustentável
	Taxa de participação nas eleições municipais	Social
	Taxa de participação para todos os setores	Econômica
	Relação entre população de renda baixa com população de renda alta	Equitativa
	População que recebe assistência social	Equitativa
	População com 18 anos ou mais com menos de um diploma de ensino médio	Equitativa
	Espaço atribuído à conservação da natureza em relação à área total	Sustentável
4	Distância média percorrida por todos os meios de transportes, per capita	Sustentável
	Vítimas de acidentes de trânsito	Habitável
	Espaço verde por 1.000 habitantes	Habitável
	Parques por 1.000 habitantes	Habitável
	Eventos culturais	Social
	Capacidade média das classes de ensino primário e secundário	Equitativa
	Diversidade de novas habitações construídas	Equitativa
	Taxa de mortalidade prematura	Sustentável
	Pegada ecológica	Sustentável

Quadro 9 – Indicadores utilizados quatro vezes ou mais nos 17 estudos

Fonte: Tanguay et al. (2010), adaptado.

Dessa maneira, Tanguay et al. (2010) afirmaram que os exercícios de classificação e categorização dos indicadores permitem a escolha de indicadores reconhecidos e

complementares, ao mesmo tempo em que são capazes de abranger os diversos aspectos do desenvolvimento sustentável.

É inegável que a escolha de indicadores está sujeita a arbitrariedades de diversas espécies, considerando a contradição existente entre a necessidade da obtenção de indicador que permita a comparação entre regiões e a obtenção de indicadores que reflitam preocupações locais (TANGUAY et al., 2010).

Para Davidson (2010), o que se tem observado é que a fraca definição de sustentabilidade e a falta de indicadores capazes de incluir as contradições e tensões entre as dimensões da sustentabilidade, são razões para que os indicadores contenham indícios inválidos quando utilizados para avaliar a sustentabilidade. Além disso, o autor defendeu que o desenvolvimento de indicadores é considerado historicamente limitado, por conta dos dados estatísticos disponíveis.

Ao se deter na análise das esferas política e técnica, Rametsteiner et al. (2009) consideraram que, no desenvolvimento dos indicadores, o desafio fundamental não está essencialmente no campo técnico, mas sim no âmbito político. De todo modo, o que tem sido observado é que as decisões sobre indicadores são tomadas por um número limitado de pessoas, especialistas em uma área específica, que precisam selecionar um número limitado de indicadores frente a uma rica diversidade.

Numa reflexão plena de conteúdo político, Davidson (2010) considerou que, enquanto a definição e o controle do desenvolvimento sustentável estiverem relacionados com o conceito neoliberal da sustentabilidade, ou seja, aquele que considera que os recursos são substituíveis e que os valores deles são monetários, a avaliação da sustentabilidade continuará sendo realizada “às cegas”.

Assim, a sustentabilidade e a sua avaliação, sejam elas analisadas sob diferentes prismas - técnicos ou políticos -, continuam desafiando pesquisadores, organizações e nações na busca de uma ação mais eficaz que, de fato, consiga responder às exigências socioeconômicas vindas à tona no curso desse século XXI.

Para o trabalho aqui apresentado, é válido considerar que, apesar da ampla revisão de literatura sobre indicadores de sustentabilidade, a limitada disponibilidade de dados fez com que fosse utilizado apenas um indicador para cada pilar do desenvolvimento sustentável.

Capítulo 5: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS)

Como resultado da mobilização mais recente no plano internacional envolvendo quatro países – Brasil, Rússia, Índia e China – deu-se o surgimento de um grupo que passou a ser conhecido inicialmente pela sigla composta a partir das letras iniciais dos seus nomes, ou seja, BRIC; num momento posterior, com a entrada da África do Sul nesse grupo, a sigla passou a ser BRICS, a adição da letra S se refere à *South Africa*. Neste capítulo são apresentados e discutidos os seguintes tópicos: BRICS - conceito e história; características básicas do BRICS e de cada país; crescimento econômico no BRICS; desenvolvimento no BRICS e, por fim, inovação tecnológica no BRICS.

5.1 BRICS: conceito e história

Em seu estudo, Dolgikh e Kokin (2009) afirmaram que o termo “BRIC” se refere aos quatro países emergentes (Brasil, Rússia, Índia e China) que apresentam rápida tendência de crescimento em suas economias.

De acordo com esses autores, a sigla BRIC surgiu pela primeira vez em novembro do ano de 2001, cuja autoria foi atribuída ao economista do banco de investimento Goldman Sachs, Jim O’Neill, no relatório intitulado “*Building Better Global Economic BRICs*”.

No citado relatório, O’Neill (2001) afirmou que nos 10 anos subsequentes, o peso dos países do BRIC (especialmente a China) no PIB mundial iria crescer de maneira significativa e isso despertou o interesse sobre o impacto das políticas fiscais e monetárias desses países na economia global.

Numa de suas projeções, O’Neill (2001) previu que nos anos de 2001 e 2002 o crescimento do PIB real do BRIC seria superior ao crescimento do grupo G7 (Estados Unidos, Canadá, Japão, Alemanha, Reino Unido, França e Itália). O autor afirmou que, em cada um dos quatro cenários por ele projetados, o aumento do PIB do BRIC contava com a maior participação da China. Entretanto, a Índia, a Rússia e o Brasil também contribuiriam significativamente para o crescimento do PIB em relação ao grupo dos países do G7, no citado período.

Apoiado na sua previsão, O'Neill (2001) sugeriu que os fóruns formuladores de políticas mundiais se reorganizassem e que os países do G7 permanecessem alertas e dispostos para incorporar os representantes dos países do BRIC.

Entretanto, Dolgikh e Kokin (2009) e Armijo (2007) consideraram que foi no ano de 2003, a partir da divulgação do relatório de pesquisa do banco Goldman Sachs, intitulado “*Dreaming with BRICs: the path to 2050*”, que a sigla BRIC foi difundida, fazendo parte de uma avaliação da perspectiva do crescimento econômico dos países do BRIC e da sua população.

Wilson e Purushothaman (2003) destacaram no relatório “*Dreaming with BRICs: the path to 2050*” que o Brasil, a Rússia, a Índia e a China assumiriam, no ano 2050, uma força maior e um novo protagonismo na economia mundial. Esses autores ainda consideraram surpreendente o mapeamento da projeção do crescimento do PIB, da renda per capita e dos movimentos de moeda nesses países.

Se tudo ocorrer de acordo com as previsões feitas por Wilson e Purushothaman (2003), num período inferior a 40 anos, o PIB dos países do BRIC, no seu conjunto, poderá ser superior ao do G6 (Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França e Itália). Para os autores, no ano 2050, apenas os Estados Unidos e o Japão permanecerão entre as seis maiores economias mundiais.

Convém destacar que a tese defendida por Wilson e Purushothaman (2003) não foi apenas elaborada com base na extrapolação das taxas de crescimento atual, mas também pelo estabelecimento de hipóteses bem definidas sobre como o processo de crescimento e desenvolvimento poderá ser aplicado num quadro formal para geração de previsões de longo prazo.

Entretanto, como ressaltaram Wilson e Purushothaman (2003), a história indica que projeções de longo prazo estão sujeitas a incertezas o que, segundo eles, para quanto mais distante se projeta algo, mais incerta é essa projeção.

Assim, apesar da força da projeção, Wilson e Purushothaman (2003) reconheceram que cada um dos países do BRIC enfrentaria significativos desafios para manter o desenvolvimento. De acordo com os autores, esses desafios, que poderiam ser consequência de uma política ruim ou da má sorte, se constituiriam em obstáculos para o não cumprimento das projeções descritas anteriormente.

Dessa maneira, apesar das incertezas descritas anteriormente, Amorim (2010) reconheceu que a consolidação do conceito BRIC de fato ocorreu, uma vez que, nos anos

seguintes à divulgação do relatório de 2003, observou-se um significativo crescimento econômico do grupo BRIC, superior ao que tinha sido projetado inicialmente, aumentando, assim, a credibilidade da tese defendida por O'Neill. Para Amorim (2010) aquele crescimento econômico incentivou o banco Goldman Sachs na elaboração de mais um relatório, intitulado “*BRICs and Beyond*”.

Nas considerações que há no texto do relatório “*BRICs and Beyond*”, O'Neill (2007) apresentou algumas informações sobre as previsões atualizadas para os países do BRIC. Naquela oportunidade, o autor reconheceu que o crescimento do BRIC se mostrou mais acelerado do que estava previsto inicialmente.

Diante desses fatos pode-se admitir, com relativa faixa de segurança, que a ideia do BRIC foi difundida nos meios governamentais e chamou atenção principalmente dos quatro países, sendo oportuno ilustrar o seu maior grau de articulação a partir de uma listagem dos principais encontros ocorridos, desde então, entre seus representantes.

Como descreveu Amorim (2010), ocorreu em maio do ano de 2008, em Ekaterimburgo (Rússia), a primeira reunião entre os chanceleres das nações, resultando daí o comunicado conjunto sobre a concordância em promover a paz e garantir o desenvolvimento.

Novamente em Ekaterimburgo, em junho de 2009, realizou-se a I Cúpula de Chefes de Estado do BRIC, evento que teve como tema central a crise econômica global daquele momento. Naquela oportunidade, os representantes também discutiram temas relacionados à questão cambial, meio ambiente e reforma das Nações Unidas.

A II Cúpula do BRIC ocorreu em Brasília (Brasil), em abril de 2010. Naquela oportunidade, os representantes dos países discutiram assuntos de interesse mútuo como governança global e visão comum, comércio internacional, desenvolvimento, combate à pobreza, energia, mudanças climáticas, terrorismo e alianças da civilização.

Uma informação importante deve ser acrescentada, no que se refere ao fato de que no ano de 2011, o antigo acrônimo BRIC ganhou mais uma letra, se transformando em BRICS, cujo S se refere à *South África*. Foi em agosto de 2010 que O'Neill defendeu que a África do Sul poderia ser considerado o próximo país a participar do grupo. Oficialmente, o país passou a fazer parte do grupo de países com maior potencial de crescimento, após convite dos países membros fundadores, no início do ano de 2011.

Desse modo, dentro da programação do BRICS, a III Cúpula ocorreu em Sanya (China) em abril de 2011. Nessa oportunidade, a África do Sul participou pela primeira vez

como membro formal do BRICS e o principal assunto discutido foi a reforma do Sistema Monetário Internacional.

Finalmente, a IV Cúpula de Chefes de Estado do BRICS foi realizada em Nova Déli (Índia) no mês de março do ano de 2012 e teve como tema “BRICS Parceria para a Estabilidade Global, Segurança e Prosperidade”; nessa oportunidade, os representantes dos países assinaram um acordo de investimento e comércio em moedas locais, o objetivo foi elevar a cooperação entre os bancos de desenvolvimentos e incrementar o comércio entre os países BRICS, uma vez que essa ação faz diminuir a exposição à flutuação cambial.

Com relação à tese de O’Neill que, na prática, se materializou com o surgimento do BRIC, Dolgikh e Kokin (2009) alertaram para o fato de que, na sua tese, O’Neill não indicou e nem fez alusões ao fato de que estes quatro países constituiriam uma aliança política semelhante à União Europeia, nem uma associação de comércio formal. Ao contrário, conforme destacaram os autores, o BRIC deve ser considerado como um bloco de poder econômico.

Por último, Dolgikh e Kokin (2009) acrescentaram que o termo BRIC também pode ser utilizado como um termo genérico de mercado para se referir às quatro economias emergentes. Além disso, os autores consideraram que o BRIC é uma fonte de oportunidade de expansão estrangeira, por conta dos baixos custos de mão de obra e de produção.

5.2 Características do BRICS

Como foi apresentado anteriormente, a previsão feita para as economias do BRIC apontava que, nos próximos 50 anos, elas alcançariam um espaço cada vez maior na economia mundial, de acordo com Wilson e Purushothaman (2003). Para Dolgikh e Kokin (2009), a importância econômica do BRIC está crescendo, como também tem crescido o papel desse grupo na política mundial, na geopolítica das suas regiões e em todo mundo. Com isso, esses autores têm constatado que os países do BRIC possuem as economias mais importantes em termos geopolíticos dentre os países com rápido desenvolvimento.

Em termos populacionais, a China e a Índia apresentam os maiores índices e isso lhes permite o crescimento de empregos na indústria de transformação, serviços de *softwares* e *call centers*, enquanto Brasil e Rússia têm populações menores. Dessa maneira, esses últimos se esforçam para desenvolver indústrias direcionadas para energia e matéria-prima (YAO et al., 2009).

Outros autores, como Leonova et al. (2007), reconheceram que, de um lado, a China é um país de destaque no comércio mundial e, de outro lado, que a economia da Índia tem obtido cada vez mais destaque em áreas tecnológicas como, por exemplo, *softwares* computacionais. Os autores afirmaram que, embora em escalas inferiores às aquelas observadas na China e na Índia, o Brasil e a Rússia também têm demonstrado aceleração de suas economias nos últimos anos.

Desde o ponto de vista de um *ranking* na dimensão econômica, Dolgikh e Kokin (2009) também apontaram a China como a maior economia, ficando a Índia em segundo lugar, enquanto o Brasil e a Rússia se equivalem, comparativamente, nas medidas dos respectivos PIB.

Dentro dessa mesma perspectiva econômica, Yao et al. (2009) confirmaram o destaque da China, a partir de dados do Fundo Monetário Internacional (FMI), apresentando que tal país alcançou notável crescimento econômico, de 9,8% ao ano, no período de 1980 a 2003. Por sua vez, a Índia e o Brasil apresentaram crescimento de, respectivamente, 5,8% e 2,4% ao ano, no período de 1980 a 2003, enquanto a expansão econômica da Rússia ocorreu no ano de 1998 e atualmente se encontra em um nível similar ao da Índia (YAO et al., 2009).

No seu estudo sobre o processo que ficou conhecido como globalização das economias, Armijo (2007) observou que a Rússia e a China são economias mais globalizadas quando comparadas com a Índia e o Brasil. Entretanto, o mesmo autor afirmou que, de maneira geral, todos os países do BRIC possuem modernos setores industriais que conseguem manter certo relacionamento com outras economias do mundo.

No que diz respeito à balança de pagamento, Armijo (2007) observou que a Rússia, a China e o Brasil se encontram em situação superavitária, enquanto a Índia apresenta um elevado déficit comercial. Por outro lado, quando se trata da questão da dívida externa, Armijo (2007) apresenta a Índia como o país de menor dívida externa, quando comparado com os outros países do BRIC.

Em termos comparativos, Leonova et al. (2007) observaram que a especialização da economia dos países do BRIC não será homogênea. Esses autores, juntamente com Dolgikh e Kokin (2009), perceberam que a Índia e a China têm obtido destaque na produção de bens e serviços, enquanto que a Rússia e o Brasil têm se destacado no fornecimento de recursos.

No levantamento de dados feito por Yao et al. (2009), Brasil, Rússia, Índia e China respondem, coletivamente, por 28,9% da área terrestre do globo e por 43,2% da população mundial. Nesse sentido, Amorim (2010) alertou para o fato de que o grupo BRIC é detentor

de expressiva extensão territorial, de recursos naturais e energéticos em diversidade e quantidade consideráveis, importante desenvolvimento tecnológico e acelerado crescimento econômico.

É razoável acrescentar, como fizeram Lastres et al. (2007), que a extensão territorial que esse grupo detém, em conjunto, deva ser considerada relevante, principalmente pela expressiva riqueza de recursos naturais, terras férteis para a agricultura, além da biodiversidade. Para esses autores, a importância da exploração desses recursos é representada pela significativa participação desses países no comércio mundial de *commodities* e pela marcante presença na indústria de setores de base.

Os cinco países do BRICS contam com algumas características que fazem com que esse grupo tenha relevantes pontos em comum. Esses países se encontram em situação política e econômica estabilizadas recentemente, apresentando PIB, exportação e importação em crescimento. É possível notar significativos investimentos em infraestrutura e, também, investimentos de empresas estrangeiras nos diversos setores da economia; além disso, os mercados de capitais desses países estão recebendo grandes investimentos estrangeiros. É possível notar, também, índices sociais em processo de melhorias; diminuição, embora lenta, das desigualdades sociais; grande quantidade de mão de obra em processo de qualificação; inclusão digital e boas reservas de recursos minerais.

Ao considerar essas características, Leonova et al. (2007) reconheceram que, esses países, anteriormente considerados “azarões”, têm se transformado em concorrentes mundiais de pleno direito.

Para Amorim (2010) os países do grupo BRIC têm expressivo potencial para aumentar suas relações econômicas, e isso pode ser observado a partir de informações sobre o significativo comércio entre os países, suas demandas agregadas, seu consumo e produção de commodities, os recursos estrangeiros e as reservas internacionais.

Entretanto, ao analisar a estrutura individual dos países que compõem o BRIC e constatar que suas economias e suas políticas internas são diferentes, Armijo (2007) concluiu que esse grupo de países não forma um conjunto homogêneo. Para o autor, apesar de todos os países serem estados federais, apenas o Brasil e a Índia possuem democracias razoavelmente institucionalizadas, quer dizer, o Brasil com o regime presidencialista e a Índia com o regime parlamentarista; a África do Sul é uma democracia parlamentarista desde o ano de 1994 com o fim do Apartheid; no entanto, 18 anos é pouco tempo para que a democracia seja solidificada e para sanar as feridas adquiridas na época do Apartheid (BANCO MUNDIAL,

2011a). Ao lado disso, a Rússia é uma democracia declarada com forte tendência para o autoritarismo, enquanto a China é uma república composta por pessoas com fortes inclinações marxistas.

Aliado a essas diferenças existentes no campo político-institucional, Armijo (2007) destacou que cada uma das quatro nações possui diferentes tradições culturais e linguísticas. Desse modo, Leonova et al. (2007) argumentaram que cada um dos países que compõem o grupo BRIC tem suas particularidades no que diz respeito aos clientes, indústrias, tendências de crescimento, governança ambiental e de recursos.

A Tabela 1 apresenta alguns dados obtidos na Unesco e no Banco Mundial, a partir dos quais é possível identificar as diferenças básicas entre os cinco países componentes do grupo BRICS.

Tabela 1 – Informações comparativas do BRICS

	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
SOCIAL					
População (2010)	194.946.000	1.338.300.000	1.224.615.000	141.750.000	49.991.000
Crescimento populacional, anual % (2010)	0,9	0,5	1,4	-0,1	1,4
IDH	0,699	0,663	0,519	0,719	0,597
Taxa de mortalidade infantil, por mil nascimentos com vida (2010)	17	16	48	9	41
Expectativa de vida ao nascer, total de anos (2010)	73	73	65	69	52
Taxa de alfabetização, % de pessoas com mais de 15 anos (2006-2009)	90,04	93,98	62,75	99,56	88,72
Desemprego total, % do total da força de trabalho (2009)	8,30	4,30	10,70	8,40	23,80
ECONÔMICO					
PIB, PPC constante 2005 US\$ (2010)	1.960.360.571.240	9.113.936.526.607	3.794.423.022.424	2.010.377.527.197	473.735.481.337
PIB per capita (2010)	10.056	6.810	3.098	14.183	9.476
Agricultura, valor adicionado % do PIB (2010)	5,77	10,10	18,98	4,04	2,48
Indústria, valor adicionado % do PIB (2010)	26,82	46,75	26,29	36,68	30,80
Serviços, etc., valor adicionado % do PIB (2010)	67,41	43,14	54,73	59,28	66,73
Gasto com pesquisa e desenvolvimento em '000 (2007)	19.093.562	96.637.740	23.390.995	22.154.300	4.112.062
AMBIENTAL					
Área terrestre km²	8.459.420	9.327.480	2.973.190	16.376.870	1.214.470
Terras agrícolas, % da área terrestre (2009)	31	56	60	13	81
Área de floresta, % da área terrestre (2010)	61	22	23	49	4
Áreas marinhas protegidas, % das águas territoriais (2010)	16,5	1,3	1,7	10,8	6,5
Emissões de CO ₂ , toneladas métricas per capita (2009)	2,1	5,3	1,5	12,0	8,9
Energias alternativas e nuclear,% do consumo total de energia (2009)	15,62	3,66	2,35	9,02	2,45
PIB por unidade de consumo de energia, PPC constante 2005 US\$, kg de eq. de petróleo (2009)	7,59	3,66	5,12	2,99	3,20

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da Unesco e do Banco Mundial

Em linhas gerais, na Tabela 1 é possível perceber significativas diferenças nesse grupo de países, no que diz respeito às questões sociais, econômica e ambientais.

A contextualização individual dos países do BRICS será feita em subseções seguintes, particularmente no que diz respeito ao histórico e à projeção da economia de cada um deles. Essa contextualização individual não pretende ser um texto para uso comparativo dos cinco países, uma vez que as fontes de informações para construção do texto foram diversas.

5.2.1 Brasil

O Brasil é o maior país em área e população da América Latina e Caribe e, devido ao fato de possuir um vasto território, ao lado da diversidade de recursos naturais que possui, esse país é considerado, de acordo com May (2008), um país abençoado e, com base nisso, lhe é atribuído o título de “o país do futuro”.

Nos estudos que fez, abrangendo desde a década de 1970, May (2008) observou que após o período denominado de “milagre brasileiro”, o Brasil apresentou taxas de crescimento lento. Entretanto, os dados mais atualizados permitem constatar e afirmar que, no período de 2000 a 2009, o Brasil apresentou melhorias significativas no que se refere ao crescimento econômico. De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea (2010) o crescimento econômico no período citado foi de cerca de 33%.

Leme (2006) argumentou que, a partir do ano de 2003, o Brasil tem adotado medidas, com ênfase na estabilidade macroeconômica, objetivando alavancar o crescimento econômico do país. Para esse mesmo autor, a estabilização foi positiva, uma vez que fez a inflação cair, diminuiu a vulnerabilidade das contas externas e a dívida pública foi reduzida. Entretanto, Leme (2006) considerou que a citada estabilização macroeconômica teve preço muito alto, dado o baixo crescimento do PIB observado.

Por outro lado, Leme (2006) afirmou que as metas de baixa inflação tendem a diminuir gradualmente as taxas de juro nominal e, além disso, possibilitam o desenvolvimento do mercado de créditos. O autor considera que, no longo prazo, tal cenário tende a estimular o crescimento econômico brasileiro.

O Banco Mundial (2011b) argumenta que, embora esse país tenha apresentado uma história de crescimento e queda de sua economia, e seu desenvolvimento tenha encontrado obstáculos como a inflação e o excessivo endividamento, as reformas adotadas desde a década de 1990, tem resultado em um largo período de estabilidade, crescimento e ganhos sociais.

Desse modo, é válido apresentar que, a partir de fontes do Banco Mundial (2011b), o Brasil foi dono da oitava economia mais rica do mundo, com o PIB no ano de 2010 de US\$ 2.1 trilhões.

A crise financeira global do ano de 2008 foi resistida pelo Brasil com impactos relativamente pequenos, foi um dos últimos países a entrar em recessão em 2008 e estava entre os primeiros a retomar o crescimento em 2009; é importante ressaltar que o PIB do Brasil cresceu 7,5% no ano de 2010. A população brasileira está sendo beneficiada pelo crescimento econômico estável, com baixa inflação e melhoria no bem-estar social (BANCO MUNDIAL, 2011b).

Com o objetivo de fazer comparações entre o Brasil e os Estados Unidos, o jornal Folha de São Paulo (2010a) utilizou os dados de uma pesquisa realizada pela empresa americana *Bain & Company* e apresentou que Brasil e o seu mercado interno se assemelham hoje ao que os Estados Unidos eram nas décadas de 1940 e 1950. Essa pesquisa sugeriu que, caso o Brasil consiga aumentar o índice de crescimento, alcançará, em 20 anos, o que os Estados Unidos eram nas décadas de 1950, 1960 e 1970.

Apesar desse contexto positivo observado no Brasil, o Banco Mundial (2011b) afirma que o seu crescimento econômico é ainda limitado por barreiras e regulamentos, como por exemplo, a infraestrutura inadequada e também um pobre clima de negócios. Além disso, o Banco Mundial (2011b) acrescenta que a qualidade dos serviços públicos em relação aos gastos é relativamente baixa, quando comparado com outros países de renda média.

Além disso, autores como Leme (2006) observaram que o Brasil apresenta um desempenho inferior em relação às expectativas do mercado internacional e também inferior em comparação aos outros países do BRICS. Vieira e Veríssimo (2009) identificaram que dentre os países que compõem o BRICS, o Brasil é aquele que apresentou menores taxas de crescimento do PIB nas últimas décadas.

Delineado esse cenário, a partir de distintas leituras, tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista político-ideológico, muitas dúvidas surgiram a respeito da adequação da permanência do Brasil no BRICS. Na tentativa de apresentar respostas a esse quadro, Leme (2006) argumentou que a principal razão para o mau desempenho do Brasil, quando comparado aos outros países do BRICS, se refere ao comportamento do governo em implantar um programa de estabilização, objetivando alcançar estabilidade macroeconômica. Para o autor, a estabilidade macroeconômica é considerada uma condição essencial para o crescimento econômico.

A necessidade de crescimento rápido foi objeto da apreciação feita por Armijo (2007) que considerou que a incapacidade do Brasil em crescer rapidamente, apesar do ambiente favorável criado pelos altos preços das *commodities*, é um fator que limitará o desenvolvimento econômico desse país.

Por outro lado, Leme (2006) se deteve na política de estabilidade econômica, para esclarecer que o segundo governo Lula prometia a manutenção de políticas macroeconômicas sólidas e progressos nas reformas estruturais. Desse modo, a estabilidade econômica garantiria ao Brasil que as taxas reais de crescimento do PIB caminhassem em direção ao potencial previsto para os países do BRICS.

Leme (2006) aponta alguns problemas estruturais que, segundo ele, poderiam estar contribuindo para que o crescimento econômico brasileiro não se dê de forma mais acelerada:

1. o país poupa e investe pouco, a sugestão é melhorar a qualidade do ajuste fiscal;
2. a economia brasileira deve ser aberta ao comércio;
3. o governo do país deve concentrar sua ação na melhoria da qualidade de ensino;
4. a necessidade de reformas estruturais, tendo em vista o aumento da produtividade total dos fatores.

Ao discutirem a importância da exploração de matéria-prima para o crescimento econômico, Dolgikh e Kokin (2009) destacaram que, no Brasil, essa exploração tem sido o principal fator para o crescimento econômico, entretanto, o setor industrial tem demonstrado forte desempenho, principalmente no que diz respeito às máquinas e aos equipamentos de transporte.

De acordo com o Banco Mundial (2011b), apesar de o Brasil ser detentor de grandes riquezas naturais e, além disso, possuir notável potencial de desenvolvimento industrial, são observadas também grandes disparidades sociais. Nesse contexto, inovadores programas sociais, como o Bolsa Família, que buscam o crescimento econômico inclusivo, tem sido adotados nos últimos anos e isso vem trazendo a diminuição da desigualdade social.

Desse modo, apesar das conquistas observadas no âmbito econômico, uma questão considerada relevante sobre o Brasil diz respeito à sua desigualdade social. Com relação a isso, May (2008) percebeu que, por conta da herança colonial, o Brasil é considerado uma das sociedades mais desiguais do mundo, com 23% da população abaixo da linha de pobreza absoluta.

Sobre isso, o Banco Mundial (2011b) afirma que a desigualdade social permanece em níveis relativamente altos para um país de renda média, isso pode ser comprovado pela lacuna no acesso à educação, além de também baixa qualidade desse serviço.

Nessa mesma linha, o país tem enfrentado desafios no desenvolvimento na combinação dos benefícios do crescimento agrícola, proteção ambiental e desenvolvimento sustentável, apesar de ter sido observado progresso na diminuição do desmatamento florestal e de ser uma das nações líderes em negociações sobre o clima, se comprometendo voluntariamente a reduzir emissões de gases de efeito estufa (BANCO MUNDIAL, 2011b).

May (2008) identificou que a intensa devastação dos recursos florestais na fronteira agropecuária no Brasil advém do otimismo tecnológico. Além disso, o autor observou que as emissões de CO₂, originadas da queimada agropecuária, são algumas vezes superiores às aquelas originadas da produção de energia e do transporte.

Na atualidade, é possível observar que, apesar de ter alcançado o posto de sexta economia no final do ano de 2011, o Brasil apresenta baixo desempenho econômico quando comparado com os emergentes; o PIB cresceu 0,8% no primeiro trimestre de 2012 em relação ao mesmo período de 2011, as causas para isso se encontram na queda da produção agropecuária e, também, na queda dos investimentos (*British Broadcasting Corporation - BBC*, 2012c).

Nesse contexto, a BBC (2012d) anunciou que a desaceleração da economia brasileira tem feito com que os especialistas divulguem que a “Brasilmania” se aproxima do fim e que o entusiasmo dos investidores estrangeiros está diminuindo cada vez mais. No entanto, há especialistas, de acordo com a BBC (2012d), que creem que a visão de que o Brasil não é um país promissor está equivocada.

Como se pode notar, o Brasil, como país-membro do BRICS, tem pela frente um longo caminho a percorrer para atender adequadamente às demandas trazidas pelo crescimento econômico e pelo desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, é importante ressaltar que o país vem se destacando internacionalmente com papéis de liderança em assuntos como alterações climáticas, cooperação Sul-Sul, tecnologia agrícola, comércio, biocombustíveis, AIDS, biodiversidade e tecnologias sociais (BANCO MUNDIAL, 2011b).

5.2.2 China

De acordo com o Banco Mundial (2011c) a China tem apresentado um crescimento econômico rápido ao longo das três últimas décadas, passando de uma economia planificada para uma economia de mercado, a partir de reformas adotadas em 1978. No decorrer desse período foi observado um crescimento econômico com taxa média de 9,7% ao ano. Entretanto, foi entre os anos de 2003 e 2007 o auge desse crescimento econômico, como taxa de 11% ao ano. Foi notada a permanência desse crescimento na recente crise econômica mundial e, no ano de 2010, a China se tornou a segunda maior economia global (BANCO MUNDIAL, 2011c).

Situada numa posição confortável, quando comparada com os demais países do BRICS, a China foi objeto de estudo de Dolgikh e Kokin (2009) que analisaram a tendência do PIB da China no período situado entre o ano 2000 e o ano 2006, e com isso puderam observar um crescimento médio do PIB de aproximadamente 14,6%. Para esses autores essa é uma situação especial e, diz respeito ao fato de que a economia chinesa cresce mais rapidamente do que as dos outros países. Os autores afirmaram ainda que os especialistas previram que até o ano de 2040 a China ultrapassará a economia dos Estados Unidos em tamanho do PIB.

Como parte da estratégia escolhida para validar e divulgar a ideia do surpreendente crescimento chinês recorreu-se à BBC (2010) para informar que no segundo trimestre de 2010 o PIB chinês havia superado o PIB japonês. De acordo com fontes da BBC (2010), essa informação tornou-se pública a partir da divulgação feita pelo governo do Japão sobre o valor do PIB do segundo trimestre que correspondeu a US\$ 1,28 trilhão, portanto inferior ao PIB chinês, que alcançou a cifra de US\$ 1,33 trilhão.

Para Andrade (2006), entre os fatores que proporcionaram o elevado crescimento econômico da China estão:

1. altas taxas de investimento;
2. maior abertura comercial;
3. política de estímulos à exportação e à atração de investimentos externos;
4. manutenção do regime cambial rígido;
5. investimento em capital humano.

Além disso, outras duas características da economia chinesa foram destacadas por Dolgikh e Kokin (2009) quando afirmaram que a China tem a menor taxa de desemprego e maior capacidade de gerar emprego entre os países do grupo BRICS.

Por essas razões, como destacou Fogel (2006), a China tem condições de continuar com as altas taxas de crescimento nos anos subsequentes, uma vez que as condições que favorecem tal crescimento ainda estão presentes.

O Gráfico 1 fornece a projeção da posição da China, entre as maiores economias, para o ano de 2050.

Gráfico 1 – As maiores economias em 2050
Fonte: Wilson e Purushothaman (2003)

Como se pode ver no Gráfico 1, a China se posicionará na dianteira em relação aos demais países no quesito relacionado ao tamanho da economia, no ano 2050.

Um fator relevante que pode ser utilizado para justificar o expressivo crescimento econômico chinês diz respeito aos seus investimentos em ciência e tecnologia. Essa possibilidade encontra eco na publicação feita pelo jornal Folha de São Paulo (2010b), de informações dando conta que a China havia alcançado o padrão dos países ricos no que se refere à participação das empresas (públicas, privadas ou mistas) nos investimentos em pesquisa.

No entanto, o Banco Mundial (2011c) afirma que a redução da pobreza continua sendo um grande desafio para a China porque, embora seja observada a rápida ascensão econômica, observaram-se também desafios como o envelhecimento da população, a migração interna de trabalho, alta desigualdade social, rápida urbanização, desafios para a sustentabilidade ambiental e os desequilíbrios externos; todos esses fatores implicam na necessidade de ajustes políticos significativos para o crescimento sustentável chinês.

May (2008) é um dos autores que apontam preocupações naquilo que diz respeito ao desenvolvimento humano chinês. Esse autor destacou, e chamou a atenção, para as intensas migrações rural-urbana, considerada uma fonte de preocupação relacionada ao acelerado crescimento econômico.

Numa outra linha de pensamento, Qiao (2006) argumentou que os demógrafos têm mostrado que o envelhecimento populacional chinês pode ser considerado um fator limitante para as perspectivas de crescimento futuro da economia chinesa. O autor justifica essa questão com o fato da diminuição da força de trabalho por conta do aumento da longevidade e da política do filho único.

Em contrapartida, Qiao (2006) admitiu que a força de trabalho chinesa tende a ser mais bem educada. Esse fator, juntamente com a urbanização intensiva, ajudaria a impedir a diminuição do exército de reserva da força de trabalho. Além disso, Qiao (2006) sugeriu que o envelhecimento chinês poderia ser visto com bons olhos, uma vez que tenderia a incentivar o crescimento de outros setores econômicos como, por exemplo, seguros, produtos farmacêuticos, biotecnologia e alimentos. Em seguida, o autor destacou o aparecimento de novas indústrias e oportunidades de emprego, referentes a lares de idosos e casas de férias, por exemplo.

Por último, Qiao (2006) evidenciou o fato de que os consumidores chineses se tornariam mais sofisticados e os seus hábitos seriam semelhantes aos dos consumidores dos países desenvolvidos, o que poderia ser considerado positivo no que diz respeito ao crescimento econômico.

Frente aos desafios que poderiam limitar o progresso econômico da China, Armijo (2007) considerou que a escassez de recursos naturais e a poluição ambiental seriam dois fatores significativos. Por sua vez, May (2008) alertou para o fato de que a excessiva demanda da China por recursos naturais implicaria numa pegada ecológica maior que o país poderia suportar.

Grumbine (2007) acrescentou que um dos aspectos mais preocupantes, referente ao crescimento econômico acelerado da China, dizia respeito à composição da sua produção energética (dependentes de termoelétricas a carvão mineral) e do seu consumo. Surgiu daí a constatação feita pela Agência Internacional de Energia de que as emissões de CO₂ da China ultrapassariam as mesmas emissões dos Estados Unidos no ano de 2010, de acordo com Inman (2008).

Para que a China pudesse ter e conservar um crescimento econômico desejável, Fogel (2006) identificou a necessidade de que os problemas políticos, econômicos e internacionais do país fossem resolvidos no decorrer dos anos. Os problemas aos quais o autor fez referência estavam relacionados, diretamente, ao sistema bancário, às empresas estatais, ao câmbio desvalorizado, às disparidades regionais, à força de trabalho, aos problemas de infraestrutura e de poluição ambiental.

Sobre o crescimento econômico chinês, a BBC (2012a) informou que no primeiro trimestre de 2012 a economia chinesa reduziu seu ritmo; o crescimento econômico no último trimestre de 2011 foi de 8,8% e, no primeiro trimestre de 2012, passou para 8,1%. De acordo com a BBC (2012a), essa é a quinta diminuição consecutiva da taxa de crescimento econômico do país.

Corroborando para o entendimento do cenário de desaquecimento da economia chinesa a entrevista que o professor da Universidade de Harvard, Kenneth Rogoff, deu para o jornal Folha de São Paulo (2012a), afirmando que o elevado crescimento econômico da China vai acabar dentro de seis anos; a justificativa dessa afirmativa é fundamentada pelo fato de o país ter esquecido, mergulhado no bem-sucedido cenário econômico, dos riscos inerentes à gestão de um país emergente com acelerado crescimento econômico. Para o professor, a transição de uma economia pobre para uma economia de classe média não é tão simples; imaginar que a China vai manter-se forte nesse processo é um equívoco, o país pode atingir taxa de crescimento econômico inferior a 5% em pouco tempo.

No âmbito social, a redução da pobreza na China ao longo das últimas três décadas é bastante famosa, segundo o Banco Mundial (2011c). Com base no padrão de pobreza proposto pelo Banco Mundial, a taxa de pobreza da China caiu de 65% para 4% entre os anos de 1981 e 2007, caindo mais de meio bilhão o número absoluto de pobres.

O governo chinês estabeleceu o 11º Plano de Cinco Anos (2006-2010) com foco em estratégia centrada nas pessoas como o objetivo de alcançar uma sociedade harmoniosa, buscando o equilíbrio do crescimento econômico com as preocupações distributivas e ecológicas. Considerável progresso foi observado na melhoria da proteção social, educação e saúde, entretanto as questões estruturais do modelo tradicional de crescimento da China permanecem. Com isso, o 12º Plano de Cinco Anos (2011-2015) adotará propostas focadas nos três pilares do desenvolvimento sustentável (BANCO MUNDIAL, 2011c).

Em notícia recente da BBC (2012b), é possível encontrar constatações sobre o impacto do aumento de salário mínimo chinês, que tem como objetivo garantir a estabilidade social

pela diminuição das diferenças de rendas, na competitividade do país. De acordo com a BBC (2012b), a mais recente filosofia introduzida na China busca dar mais ênfase aos benefícios sociais para a população do que ao crescimento do PIB.

5.2.3 Índia

Segundo dados do Banco Mundial (2011d), a Índia, com uma população de um pouco mais de 1 bilhão de habitantes, é considerada a maior democracia do mundo.

Os estudos que Vieira e Veríssimo (2009) desenvolveram permitiram-lhes observar que a economia da Índia tem apresentado considerável desempenho nas últimas décadas, e isso pode ser comprovado pelas elevadas taxas de crescimento do PIB, baixa taxa de inflação e aumento nas exportações de bens e serviços, principalmente os serviços de tecnologia de informação.

Alguns autores como Nassif (2006) apontaram que o crescimento da Índia fundamentou-se entre os anos de 1985 e 1990, quando medidas políticas foram adotadas pelo governo, no sentido de acabar com o cenário protecionista de indústria ineficiente e com pouco poder competitivo no mercado global. A partir desse momento, foi observado o crescimento da economia indiana.

Segundo Wilson e Purushothaman (2003), dentre os países do BRIC, a Índia é aquele que apresenta o maior potencial de crescimento acelerado nos 30 e 50 anos subsequentes. No Gráfico 2 estão representadas as curvas que projetam o crescimento dos quatro países do BRIC, para os anos próximos 30 anos.

Gráfico 2 – Projeção crescimento do PIB dos países BRIC
Fonte: Wilson e Purushothaman (2003)

Da análise das curvas traçadas pode-se notar que o crescimento econômico indiano poderá superar a marca de 5% antes de 2050 e poderá manter-se próximo a 5% em 2050, caso o país tenha sucesso no seu desenvolvimento.

De uma maneira geral, a projeção feita por Wilson e Purushothaman (2003) e a análise do Gráfico 2, fornecem indicadores de que o crescimento dos países do grupo BRIC poderá desacelerar de maneira significativa ao longo do período projetado e, no ano de 2050, apenas a Índia apresentaria taxa de crescimento superior a 3%.

Alguns estudos realizados por Poddar e Yi (2007) mostraram que desde o ano de 2003 a Índia tem sido uma das economias de mais rápido crescimento. Para os autores esse panorama traz alguns benefícios, como a elevação da renda per capita e a crescente integração desse país com a economia global.

Ao analisar o crescimento econômico indiano, Bosworth et al. (2007) perceberam que ele tem como base a dinâmica expansão do setor de serviços, especialmente os serviços relacionados à tecnologia de informação. Tudo isso fez com que, Dolgikh e Kokin (2009) assegurassem que o crescimento econômico da Índia é impulsionado por serviços de *software* e *call centers*.

Na Índia, o ano 2006 foi escolhido como o marco de referência das políticas destinadas à aferição da qualidade de vida da população. Naquele ano, May (2008) conseguiu observar melhorias na qualidade de vida da população, por conta do aumento da expectativa de vida e da elevação do índice de alfabetização, fatos que ajudaram a qualificar o desenvolvimento econômico indiano. Além disso, o autor apresentou dados mostrando que a parcela da população que vivia com uma renda abaixo da linha da pobreza sofreu redução, em termos relativos, no período entre 2003 e 2006.

Apesar de na última década o país ter apresentado crescimento econômico acelerado, e ocupar o lugar de quarta economia em termos da paridade do poder de compra, a pobreza continua sendo o principal desafio desse país, constituindo-se o lar de um terço das pessoas pobres do mundo. Entretanto, os recursos obtidos com o recente crescimento econômico estão sendo investidos em ambiciosos programas sociais, visando a realização dos direitos fundamentais do povo (BANCO MUNDIAL, 2011d).

O fato é que, muito embora seja notado o impressionante crescimento econômico indiano, é observada também a disparidade de renda. De acordo com o Banco Mundial (2011d), grande parte da população não tem acesso aos recursos e às oportunidades para se

beneficiar do crescimento econômico e a ideia é fazer com que esse crescimento econômico seja inclusivo.

Outro fator também relatado pelo Banco Mundial (2011d) diz respeito ao desgaste do meio ambiente frente ao crescimento econômico observado. O país é muito vulnerável às mudanças climáticas por conta dos altos níveis de densidade populacional e pobreza, comprometendo, assim, o sistema ecológico.

Os dados populacionais informam, como bem apontou May (2008), que a densidade populacional indiana é muito alta e, como a maioria da população reside nas zonas rurais, as terras cultiváveis sofrem degradação. Esse é um grave problema ambiental nacional que se soma a outro problema, também grave, relacionado ao significativo aumento do consumo de fertilizantes, como constatou May (2008).

Outra preocupação trazida por May (2008) está relacionada à excessiva dependência do setor produtivo indiano ao carvão mineral. Por essa razão, os investimentos em fontes de energia renováveis, e em alternativas energéticas para diminuir a emissão de CO₂, constituem-se em pontos permanentes nas pautas da política indiana, acrescentou o autor.

Diante das indagações de pessoas e organizações que buscavam assegurar-se sobre a sustentabilidade do crescimento econômico da Índia ao longo do tempo, Nassafi (2006) foi taxativo ao responder que não havia evidências sobre isso. O autor considerou que tudo iria depender da capacidade dos setores industrial, de serviço e agrícola, em aumentar o potencial de absorver a força de trabalho, considerada excedente no país.

Além disso, Poddar e Yi (2007) listaram alguns fatores críticos para manutenção do crescimento econômico da Índia como, por exemplo, a abertura comercial, a migração rural-urbana e a Educação e Meio Ambiente.

No que diz respeito aos entraves que podem limitar o progresso econômico da Índia, Armijo (2007) apontou a lamentável infraestrutura física do país e os permanentes conflitos populares.

Desse modo, já é possível observar, de acordo com a BBC (2012e), que atualmente a economia indiana vem desacelerando, apresentando a menor desaceleração econômica dos últimos nove anos. A Índia cresceu 5,3% no primeiro trimestre de 2012, contra os 6,1% no trimestre anterior; apesar de ser a terceira economia da Ásia, o país está tendo problemas relacionados à inflação e à moeda fraca (BBC, 2012f).

Em notícia publicada no jornal Folha de São Paulo (2012b), é possível perceber a preocupação dos políticos indianos sobre o crescimento econômico do país, frente à queda da

indústria em 3,5% em março de 2012, quando comparado com o mesmo período em 2011. A notícia informa que o crescimento econômico do país está desacelerando e destaca a necessidade da continuação desse crescimento para dar emprego e comida à população em extrema pobreza. De acordo com a Folha de São Paulo (2012b), educação e crescimento econômico na Índia são fatores de segurança nacional.

5.2.4 Rússia

A Rússia é o maior país do mundo em área e, nas palavras do Banco Mundial (2011e), é também um parceiro fundamental em assuntos sobre o desenvolvimento global. Com um vasto território primitivo e sendo o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa, esse país é essencial para a solução de problemas referente às mudanças climáticas.

MacFarquhar (2007), trilhando o caminho da economia enfatizou a profunda depressão econômica ocorrida na Rússia durante a década de 1990. Esse autor afirmou ainda que, por conta dos baixos preços do petróleo e da economia em recessão profunda, o governo russo se mostrou incapaz de arrecadar impostos para pagamento dos seus compromissos e despesas.

No entanto, a economia da Rússia iniciou rápida expansão a partir de 1999 com o governo de Putin, de acordo com Vieira e Veríssimo (2009). Os autores concluíram que o crescimento do PIB da Rússia foi alcançado a partir dos altos preços do petróleo, do crescimento da produção dos setores industriais e de serviços, e do estímulo ao mercado interno.

O desempenho da balança comercial e a elevação das reservas cambiais foram os fatores que implicaram na melhoria nos indicadores de vulnerabilidade externa da Rússia, segundo De Paula e Ferrari Filho (2006).

Segundo o Banco Mundial (2011e), na década entre as duas crises financeiras (a de 1998 e a de 2008), foi observada melhoria significativa nos indicadores socioeconômicos e isso foi possível pelo apoio de uma boa gestão macroeconômica e pelas mudanças políticas concretas, tanto a nível nacional quanto a nível regional.

Ganhos nas condições de vida da população russa foram observados desde a virada do século. Antes da crise econômica mundial de 2008, a economia da Rússia apresentava crescimento rápido (cerca de 7% ao ano), pelos altos preços do petróleo, demanda doméstica

robusta, sólida gestão fiscal e fortes fundamentos macroeconômicos (BANCO MUNDIAL, 2011e).

Nesse contexto de análise da economia russa, Armijo (2007) constatou que a principal base do potencial exportador da Rússia repousava no gás natural e outros produtos energéticos. Além disso, May (2008) observou que as principais exportações da Rússia se referiam aos recursos naturais e peixes.

Dessa maneira, e considerando os resultados dos estudos de Dolgikh e Kokin (2009) e Armijo (2007), o intenso crescimento econômico observado na Rússia estava sustentado pela exploração dos recursos energéticos. Na tentativa de alterar esse quadro, o governo declarou as intenções de incentivar o crescimento econômico pela diversificação da economia, buscando diminuir os riscos provenientes da dependência dos preços internacionais do petróleo, conforme afirmaram Vieira e Veríssimo (2009).

No âmbito social, observa-se o forte crescimento de emprego, salários e renda para a maioria da população. De acordo com as informações contidas no PNUD (2006), no período entre 1999 e 2003 foi observada uma queda significativa da pobreza russa, embora o índice de mortalidade desse país tenha se mantido superior aos índices de todos os países da Europa. Entretanto, Dolgikh e Kokin (2009) concluíram que, dentre os países do BRIC, a Rússia é líder em termos de PIB per capita.

O Gráfico 3 apresenta a projeção do PIB per capita de vários países para o ano de 2050 e classifica-os conforme seus níveis de renda per capita.

Gráfico 3 – PIB per capita projetado para 2050
Fonte: MacFarquhar (2007)

Baseado na análise do Gráfico 3, MacFarquhar (2007) identificou que, na projeção feita para o ano de 2050, a Rússia se encaixa no grupo do *Rich club*, juntamente com Estados Unidos, Coreia, Reino Unido, Canadá, França e Alemanha.

Ainda no âmbito social, e a partir de fontes do Banco Mundial (2011e), é possível afirmar que o desemprego atingiu o recorde de baixa de 5,4% no ano de 2008 e que a taxa de pobreza nacional foi reduzida à metade do ano de 2002 ao ano de 2007, proporcionando uma vida melhor para 12,5 milhões de pessoas.

No entanto, é importante apresentar que no período entre 2004 e 2008 observou-se uma queda na atividade empresarial e o Estado passou a interferir mais na economia. Entretanto, os cenários de preços altos do petróleo e de créditos internacionais de baixo custo mantinham a sensação do bom crescimento econômico russo; porém, com a crise financeira de 2008, foi possível perceber o enfraquecimento dos fatores que estimulavam o crescimento do PIB do país (BBC, 2012k).

Desse modo, apesar do cenário positivo observado já no ano de 2009 foi observada uma queda de 7,9% do PIB real, contudo, as intervenções do governo fizeram com que o desemprego e a pobreza aumentassem menos do que o esperado, mas no ano de 2010 já foram observadas melhorias (BANCO MUNDIAL, 2011e).

Por conta do seu porte e localização, o que acontece na economia russa acaba afetando as perspectivas econômicas de sua região, desse modo, esse país está se tornando um importante fornecedor de ajuda para o desenvolvimento de países de baixa renda da região, afirma o Banco Mundial (2011e).

Apesar de esse país estar sendo visto como impulsionador do desenvolvimento de países da região, o Banco Mundial (2011e) afirma que o desenvolvimento da Rússia apresenta significativos contrastes sobre as condições socioeconômicas, climáticas e geográficas. Exemplo disso, de acordo com o Banco Mundial (2011e), são as grandes variações das taxas de incidência da pobreza na região, de 7% em Khanty-Mansiysk até 38% em Kalmykia. É nesse contexto que um dos principais objetivos do desenvolvimento da Rússia é proporcionar o acesso aos serviços sociais e a infraestrutura de qualidade.

Desse modo, apesar da projeção otimista sobre a Rússia, May (2008) observa alguns cuidados e alerta para a problemática ambiental enfrentada por esse país. Como a matriz energética desse país é significativamente dependente de combustíveis fósseis, seu nível de emissão de CO₂ per capita é semelhante aos maiores emissores mundiais e o maior entre os países do BRIC.

Outro aspecto que Armijo (2007) destacou se refere à corrupção da Rússia, considerado um fator limitante ao crescimento do país. Além disso, ainda de acordo com o autor, a vulnerabilidade da economia devida, principalmente, ao fato de concentrar-se exclusivamente na exploração de recursos naturais é outro fator limitante, visto que ela pode acarretar em processo de desindustrialização e consequente desvalorização cambial.

De acordo com a BBC (2012k), sem reformas institucionais, a tendência é que o crescimento econômico russo diminua, apesar dos altos preços do petróleo; o fato é que a competição econômica e política devem ser introduzidas no país e, além disso, a Rússia precisa buscar o cumprimento das leis.

Nesse contexto, observa-se que a Rússia está enfrentando alguns desafios como as manifestações em oposição ao governo atual, a expectativa de redução do ritmo do crescimento econômico, além da violência (BBC, 2012g).

5.2.3 África do Sul

O continente africano tem se mostrado capaz de renascer por meio do aproveitamento das oportunidades para se transformar em um continente com economias com desenvolvimento político. O potencial de renascimento africano anda sendo reforçado pela adesão da África do Sul como membro integrante do grupo BRICS, no início da década de 2010 (SHAW, 2012).

A transição da África do Sul do *Apartheid* para a democracia constitucional mais inclusiva em 1994 é uma das mais impressionantes transições políticas observadas nos tempos modernos, uma vez que demonstra que é possível seguir um caminho pacífico, apesar da complexa história de opressão e violência que definiu a África do Sul (BANCO MUNDIAL, 2011a).

Desse modo, para Breetzke (2012), a África do Sul tem sido considerada um exemplo de como é possível um país, extremamente dividido e à beira de uma guerra civil, ser capaz de fazer uma transição pacífica para a democracia e construção da nação.

Esse país está ganhando cada vez mais destaque no cenário internacional, isso é refletido na posição desse país como único líder em nível sub-regional e continental. A África do Sul vem se tornando mais ativa em eventos como, por exemplo, as reuniões anuais do Fundo Monetário Internacional, do G-20 e do G-24 (BANCO MUNDIAL, 2011a).

Jordaan (2012) lista outras justificativas para o fato de a África do Sul ser considerado um dos líderes do desenvolvimento mundial, como por exemplo, as campanhas para aliviar a dívida de países pobres, para que a Organização Mundial do Comércio (OMC) relaxasse sobre a proteção de medicamentos contra o HIV e para deter o conflito do fluxo de diamantes. Além disso, esse país teve sucesso, também, ao sediar a Copa do Mundo no ano de 2010, evento que ajudou a polir sua imagem a nível mundial e o presidente Zuma adotou como prioridade do seu governo as alianças com o BRIC e IBAS (Índia, Brasil e África do Sul) (BANCO MUNDIAL, 2011a).

Entretanto, apesar desse cenário bastante positivo, a África do Sul continua com diferenças extremas de renda e riqueza. O significativo crescimento econômico, observado no período pós-apartheid, implicou num declínio na privação de rendimento, mas o aumento da desigualdade foi notado. Fatores como alta taxa de desemprego e o acesso limitado dos pobres às oportunidades econômicas e serviços básicos, retratam a outra face do país (BANCO MUNDIAL, 2011a).

Além dos fatores citados anteriormente, o Banco Mundial (2011a) ainda destaca a baixa expectativa de vida da população, os casos de HIV e tuberculose, além também da violência de gênero, problemas com raízes no legado do *Apartheid*.

Para Chicoine (2012), como mais de 90% das pessoas HIV-positivos são adultas, a perda substancial desses adultos traz consequências negativas para o bem-estar da população sul-africana, uma vez que afeta negativamente a formação do capital humano, podendo levar à redução do crescimento econômico no curto prazo e menor frequência de crianças órfãs na escola.

No que diz respeito à violência na África do Sul, Breetzke (2012) considera que, dentre os desafios enfrentados pelo país, a atividade criminal continua sendo a maior ameaça à nação. De acordo com o autor, a África do Sul apresenta atualmente um número de 43 assassinatos por dia, esses números podem ser considerados equivalentes aos dos Estados Unidos e China, entretanto esses últimos países apresentam uma população 30 vezes maior do que a da África do Sul. Nesse contexto, o autor afirma que parece ser evidente que o crime e o desenvolvimento socioeconômico sejam fatores indissociáveis na África do Sul.

No entanto, apesar desse contexto, o país alcançou algumas vitórias como, por exemplo, o aumento da matrícula escolar, criação de habitações para famílias de baixa renda, aumento de acesso à energia elétrica e melhoria no fornecimento de água e saneamento (BANCO MUNDIAL, 2011a).

De acordo com o Banco Mundial (2011a), o governo sul-africano lançou um quadro estratégico para o período de 2009-2014 com prioridades como: crescimento econômico mais inclusivo, infraestrutura, desenvolvimento rural, segurança alimentar, reforma agrária, educação, diminuição da criminalidade, melhoria nos serviços públicos, gestão sustentável de recursos e uso, entre outras.

5.3 Crescimento econômico do BRICS

Para aprofundar os estudos sobre o crescimento econômico do BRIC é recomendável retomar a previsão de O'Neill (2001), que comparou o crescimento do PIB que ocorre na maioria dos países do G7 com os países do BRIC. A previsão feita inicialmente indicou, como relatou O'Neill (2001), que nos anos de 2001 e 2002 o crescimento do PIB nos países do G7 seria baixo. Em contrapartida, a China apresentaria um elevado crescimento do PIB, enquanto a Rússia e a Índia apresentariam um maior crescimento do PIB real do que os países pertencentes ao G7. Nessa análise, o Brasil seria o único país do grupo que experimentaria um baixo crescimento econômico, semelhante ao estilo dos G7 atualmente.

Em trabalho posterior, Wilson e Purushothaman (2003) afirmaram que nos próximos 50 anos as economias do BRIC, em conjunto, se transformariam na maior força da economia global. O Gráfico 4 é ilustrativo da projeção feita por Wilson e Purushothaman (2003).

Para Tseng (2009), o banco Goldman Sachs fez uma projeção de que, em menos de 40 anos, a soma do PIB dessas quatro economias poderá ser superior à soma do PIB do grupo G6.

Gráfico 4 – Projeção crescimento do G6 X BRIC
Fonte: Wilson e Purushothaman (2003)

Na tentativa de verificar a sensatez das estimativas propostas a respeito do crescimento econômico do BRIC, Wilson e Purushothaman (2003) elaboraram uma análise diferente para

projetar esse crescimento no longo prazo, com base em pesquisa econométrica entre vários países. Dessa maneira, Wilson e Purushothaman (2003) utilizaram o modelo econométrico de Levine e Renelt, para explicar o crescimento médio do PIB, nos 30 anos subsequentes, como função da renda per capita inicial, da taxa de investimento, do crescimento populacional e do número de matrículas no ensino secundário.

Embora a técnica utilizada no modelo Levine e Renelt fosse diferente daquelas que foram utilizadas nas suas projeções, Wilson e Purushothaman (2003) conseguiram mostrar que os resultados apresentaram alguma semelhança, permitindo garantir que as projeções anteriores eram sensatas.

Uma alternativa possível para confirmar a tese definida por O'Neill (2001) e Wilson e Purushothaman (2003), consiste em apresentar o trabalho de Yao et al. (2009), autores que utilizaram o argumento de que os países do BRIC geraram, no ano de 2005, cerca de 27% do PIB mundial. Para esses autores, o elevado potencial de crescimento econômico desses países poderia ser atribuído às suas terras férteis e à riqueza de recursos naturais, além de uma grande força de trabalho disponível e de baixo custo, combinada com a elevada taxa de investimento estrangeiro direto.

Como reforço ao argumento utilizado por Yao et al., Dolgikh e Kokin (2009) apresentaram resultados de uma pesquisa realizada em 2008, pela empresa *Research Grant Thornton International* que, pela primeira vez, calculou um índice de mercados em rápido crescimento, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Avaliação dos mercados com rápido crescimento

Number	Country	Score
1	China	496
2	India	234
3	Russia	142
4	Mexico	125
5	Brazil	113
6	Poland	95
7	Indonesia	92
8	Thailand	92
9	Malaysia	91
10	Turkey	89

Fonte: Dolgikh e Kokin (2009)

Os resultados obtidos, vistos na Tabela 2, apontaram que os países do BRIC se encontram entre os cinco países com alto crescimento. O que se observou, de acordo com

Dolgikh e Kokin (2009), foi que todos os países do BRIC apresentaram rápido crescimento econômico, porém, o destaque ficou com a China, país que apresentou o mais dinâmico crescimento econômico entre os países analisados.

Entre os estudos estatísticos que confirmaram o expressivo crescimento econômico do grupo BRIC, Yao et al. (2009) destacaram que a produção de petróleo bruto conseguida pelo grupo, alcançou 20,6% da produção mundial no ano de 2004. Além disso, esses mesmos autores observaram que os investimentos estrangeiros diretos forneceram aos países do BRIC o capital necessário para o desenvolvimento econômico.

Ainda de acordo com Yao et al. (2009), no ano de 2004 foi observado que 15% do total dos investimentos estrangeiros realizados no mundo foi direcionado para os países do BRIC. Relacionado ao total dos investimentos estrangeiros para os países em desenvolvimento, o autor identificou que a parcela para os países do BRIC foi equivalente a 41%.

Na busca de outros fatores que poderiam contribuir com o crescimento econômico, Lawson et al. (2006) observaram que a infraestrutura é vital para o crescimento e, ao mesmo tempo, desempenha um papel importante para resolver a desigualdade de renda. Com base nas suas observações, os autores listaram alguns pontos importantes relacionados a infraestrutura dos países do BRIC:

1. o crescimento expressivo na telefonia móvel desses países na última década;
2. o consumo de eletricidade é intenso, entretanto apresenta divergência ao observar que a Rússia, por exemplo, é o *outlier* na parte de alta do consumo;
3. a Índia lidera em quantidade de redes rodoviárias, enquanto a Rússia é o único país do BRIC com densidade de estradas abaixo da média mundial;
4. o melhor acesso a saneamento básico, fator intimamente relacionado com o nível de urbanização, a exemplo do Brasil, onde 75% da população tem acesso a instalações sanitárias, na Rússia 87%, na Índia 30% e na China, 44% (dados do ano de 2002);
5. o acesso a fontes de água juntamente com a urbanização, também tende a aumentar, a população dos países do BRIC, verificando-se que entre os anos de 1990 e 2002, ocorreu uma evolução ao acesso de água de 79% para 87%;
6. o número de projetos de infraestrutura, o que coloca a China em primeiro lugar entre os 10 países classificados pelo número de projetos, e também situa todos os

países do BRIC entre os 10 primeiros desde 1990, ao passo que, em termos de valor investido, o Brasil lidera o bloco desses países.

Uma breve análise dessas informações permite concluir que os países do BRICS têm mostrado tendência de crescimento econômico e isso pode ser comprovado a partir do comportamento desses países frente ao mercado internacional ou, até mesmo, pelos avanços observados na infraestrutura que tendem a trazer avanços socioeconômicos.

Com a realização da IV em 2012 na Índia, os presidentes de bancos de desenvolvimento dos BRICS decidiram sobre a permissão do financiamento do comércio e investimento em moeda local. O objetivo dessa medida é aumentar o comércio entre esses cinco países e evitar que suas atividades comerciais permaneçam vinculadas ao dólar, evitando, dessa maneira, a exposição à flutuação cambial (BBC, 2012h).

Apesar do promissor contexto econômico desse grupo de países, notícias recentes indicam que Brasil, Rússia, Índia e China estão apresentando desaceleração do PIB, demonstrando, assim, alterações nas previsões realizadas por O'Neill (2001) e Wilson e Purushothaman (2003) sobre o crescimento econômico desses países (BBC, 2012c e BBC, 2012k).

5.4 Desenvolvimento socioambiental do BRICS

Segundo May (2008), o argumento utilizado para a busca de taxas de crescimento acelerado pelos países do BRIC, consiste na possibilidade de tirar milhões de pessoas da pobreza absoluta. Entretanto, o autor considerou também que, ao percorrer esse caminho, a tendência é que o crescimento econômico desejável se faça acompanhar de níveis insustentáveis de consumo.

May (2008) ainda destacou que a busca do crescimento veloz poderia trazer, como consequência, a futura escassez de recursos naturais. Isso, segundo ele, é contraditório a sustentabilidade, uma vez que as pressões que recaem sobre os sistemas que dão suporte à vida são significativas.

Em termos populacionais, Lastres et al. (2007) indicaram que a representatividade populacional que o grupo BRIC possui, em relação à população mundial, pode ser considerado como um desafio. Em seguida esses autores acrescentaram que os desafios que são observados em grandes populações se referem basicamente aos serviços de infraestrutura, saúde e educação. Além desses, Lastres et al. (2007) afirmaram haver outros problemas

associados à questão populacional, como o desemprego e a elevada desigualdade na distribuição de renda.

É reconhecido o esforço dos países-membros do BRICS na tentativa de superar as questões descritas anteriormente. A esse respeito, Lastres et al. (2007) foram capazes de perceber que as tentativas, já colocadas em prática nesses países, são ricas e os resultados podem trazer benefícios, para eles e para os outros países menos desenvolvidos. Os autores reafirmaram a sua compreensão de que a possibilidade de incorporar cidadãos marginalizados se configura em um potencial de desenvolvimento econômico e social dos países.

Para validar todas essas questões relacionadas aos problemas populacionais dos países do BRICS, as projeções de Wilson e Purushothaman (2003) indicaram que, apesar do acelerado crescimento econômico, as populações desses países ainda são, e continuarão sendo até o ano de 2050, suscetíveis de possuir, na média, uma maior quantidade de pessoas mais pobres do que a população do G6.

Ao analisar os dados do coeficiente de Gini, disponíveis na *United Nations Statistics Division*, Lastres et al. (2007) constataram que no ano de 2002 o Brasil apresentou a mais baixa distribuição de renda do grupo BRIC. Mais ainda, considerando o percentual da população abaixo da linha de pobreza, esses autores identificaram que a Índia e a Rússia apresentaram os maiores índices.

Lastres et al. (2007) analisaram também o IDH e observaram que, no período de 1990 a 2002, os quatro países que compõem o BRIC se encontravam na categoria de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8). Entretanto, de acordo com os autores, a análise permitiu afirmar que os países apresentaram, ao longo do período, uma leve e contínua melhora no IDH, ficando o destaque de evolução por conta da Índia. Para Lastres et al. (2007), na Índia, o IDH evolui de 0,297 em 1990, para 0,595 em 2002, apesar do expressivo crescimento populacional ali registrado.

Com o objetivo de complementar as informações anteriores sobre o IDH dos países do BRIC, recorreu-se a May (2008) para afirmar que, em seu conjunto, esses países apresentam um índice médio de 0,708. Dessa maneira o grupo BRIC ficou classificado na faixa “baixa-média” dos países em relação ao desenvolvimento.

No entanto, como observaram Lastres et al. (2007), havia significativas disparidades regionais de desenvolvimento humano e econômico nos países do BRIC. Para os autores, essas disparidades são reflexos das desigualdades observadas entre as áreas urbanas e rurais, dos extensos territórios e vastos contingentes populacionais, que implicam na ampla

diversidade étnica e cultural que impacta, de maneira significativa, no desenvolvimento social e econômico desses países.

Nas palavras de May (2008), os países do grupo BRIC são culturalmente heterogêneos, com diversidades religiosa, étnica e racial. Porém, como frisou o autor, os países do BRIC têm aspirações semelhantes para alcançar o desenvolvimento humano e melhoria da qualidade de vida, embora uns invistam mais do que outros em educação, saúde e infraestrutura.

Naquilo que se refere ao meio ambiente, May (2008) observou que as emissões anuais de CO₂ dos países do grupo BRIC representam aproximadamente dois terços da média global. Além disso, o autor se reportou às pegadas ecológicas desses países, indicando que elas são consideradas pesadas e que implicam em custos consideráveis, pelo prejuízo oriundo da incapacidade dos ecossistemas em oferecer serviços. Por sua vez, Lawson et al. (2007) apresentaram evidências de que a urbanização e a industrialização são os principais culpados pela degradação ambiental, incluindo, também, as atividades relacionadas com a agricultura como uma expressiva fonte de pressão sobre o meio ambiente. Segundo esses autores, a poluição atmosférica se constitui num problema crescente e uma previsível consequência do crescimento dos países do BRIC, visto que eles estão atravessando a fase da utilização de alta intensidade energética.

Dessa maneira, é possível admitir, como fizeram Tamazian et al. (2009), que as economias do BRIC, no decorrer dos últimos anos, têm vivido experiências que contribuíram para a evolução das emissões de CO₂, fator que implica em consequências adversas às estratégias globais de mitigação dessa grave tendência.

Para Pao e Tsai (2010), apesar de os países do BRIC terem assinado o Protocolo de Kyoto, com a promessa de redução de emissão de gases poluentes, a preocupação ambiental tem sido uma constante, por conta do recente crescimento econômico notado nesses países. Com o auxílio dos dados da Secretaria de Mudanças Climáticas da ONU, Pao e Tsai (2010) identificaram que os cinco principais emissores de gases de efeito estufa em todo o mundo são os Estados Unidos, China, Rússia, Índia e Japão, sendo que o Brasil ocupava, até então, o oitavo lugar em emissões de gases do mundo.

Na busca de saídas, frente ao problema da emissão de gases poluentes, May (2008) identificou algumas opções de comportamento para que o crescimento acelerado dos países do BRIC possa ser considerado sustentável:

[...] i) permitir que a escassez resultante do crescimento excessivo sinalize o uso correto das reservas de recursos remanescentes através do sistema de preços ou ii) investir pesadamente na educação e em inovação tecnológica para desvincular o desenvolvimento da exaustão de recursos. A posição da economia ecológica é que é necessário assumir uma terceira opção: iii) buscar o caminho para um estado estável, assegurando, inicialmente, uma melhor distribuição de renda para que todos possam desfrutar de uma economia sustentável (MAY, 2008, p.4).

De acordo com May (2008), as opções de comportamento sugeridas anteriormente não repudiam as ações que se aproveitem das oportunidades do mercado, nem os investimentos realizados em capital humano e em inovação tecnológica. O que se pretende, segundo o autor, é alertar para o cuidado com o crescimento acelerado, por conta das incertezas que pairam sobre os seus efeitos, ou seja, sobre suas consequências.

Ainda no sentido de alerta, Yao et al. (2009) defenderam que, como sugerem as trajetórias de desenvolvimento para os países industrializados, o desenvolvimento sustentável nos países do grupo BRIC deveria exigir e contemplar a inovação para que a utilização dos recursos potenciais se torne eficaz. Desse modo, os autores consideraram que a tecnologia da informação e comunicação possibilitará o desenvolvimento sustentável nos países do BRIC, por meio da utilização eficaz dos seus recursos potenciais.

Na tentativa de justificar as consequências negativas que o acelerado crescimento econômico dos países do BRIC vem trazendo para o globo terrestre, Pao e Tsai (2010) apresentaram em seu trabalho a hipótese da *Environmental Kuznets Curve* para os países do BRIC. Com base no trabalho realizado por esses autores chegou-se à conclusão de que o aumento da poluição ambiental ocorre juntamente com o crescimento econômico, entretanto, eles se estabilizam e começam a decrescer a partir de determinado nível de renda per capita.

Outros autores, como Tamazian et al. (2009), também realizaram um estudo da adequação da *Environmental Kuznets Curve* para os países do BRIC e concluíram que o desenvolvimento econômico diminuiria a degradação ambiental, a partir de alto crescimento econômico.

Cabe reiterar, que não podem ser considerados normais os crescentes níveis de poluição ambiental e de exploração dos recursos naturais que advém do crescimento econômico. As iniciativas de inovação tecnológica, devidamente assimiladas, se constituem numa via promissora para a diminuição destas mazelas que seguem afligindo o planeta, uma vez que elas podem encontrar alternativas produtivas que consigam minimizar os danos socioambientais para o globo terrestre.

No contexto de proteção ao meio ambiente, recorreu-se ao Protocolo de Kyoto que se configura num acordo internacional criado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre a Mudança Climática. O Protocolo de Kyoto entrou em vigor no mês de fevereiro de 2005 com o objetivo de diminuir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera e frear os impactos negativos do aquecimento global decorrente. Para a aplicação desse protocolo foi criado dois grupos de países: a) ‘Anexo I’, países desenvolvidos responsáveis pelo atual nível de emissão de GEE, sendo obrigados a reduzir suas emissões e b) ‘Não Anexo I’, países em desenvolvimento, grandes emissores, mas que não são obrigados a reduzir suas emissões (UNITED NATIONS, 1998).

Assim, em relação aos países membros do grupo BRICS, foi possível perceber que o único país ‘Anexo I’ é a Rússia e, por isso, assumiu o compromisso de reduzir suas emissões de GEE no período entre 2008 e 2012; pro outro lado, os outros países membros do BRICS (África do Sul, Brasil, China e Índia), são ‘Não Anexo I’, uma vez que são considerados países em desenvolvimento e, por isso, não tem a obrigação de assumir metas de redução de emissão, apesar de, pouco a pouco, estarem adotando ações voluntárias nesse sentido.

No contexto do desenvolvimento social do BRICS, é válido apresentar, de acordo com BBC (2012i), que esses países discutiram, na IV Cúpula, a criação de um banco de desenvolvimento do grupo com a iniciativa de investir em projetos relacionados à infraestrutura e o desenvolvimento sustentável nos países pobres e emergentes. É válido acrescentar que os países BRICS respondem, atualmente, por pelo menos 6% do total de ajuda oficial prestada no mundo, direcionadas, principalmente, aos países que apresentam baixa renda (BBC, 2012j).

5.5 Inovação tecnológica no BRICS

Na literatura pesquisada, são encontrados autores como Tseng (2009) para quem as economias baseadas no conhecimento, ou seja, na inovação tecnológica, são mais importantes do que a terra, o capital físico e o trabalho, no crescimento econômico e desenvolvimento das nações. Esse autor considerou que gestão da inovação é a chave para o sucesso empresarial, capacidade tecnológica e desenvolvimento econômico nacional.

As experiências dos países desenvolvidos, analisadas por Yao et al. (2009), fornecem indícios de que o desenvolvimento econômico sustentável depende da inovação tecnológica, a qual é responsável por ativar e sincronizar o potencial dos recursos naturais, humanos e financeiros com o crescimento econômico.

Essa mesma realidade também se revelou para os países do BRIC nos estudos realizados por Yao et al. (2009), que afirmaram que o desenvolvimento econômico sustentável dos países do BRIC está sujeito à inovação tecnológica, na busca da utilização eficaz de todos os tipos de recursos.

A partir dos estudos de Tseng (2009), observou-se que, a cada ano, aumenta a importância que os países do BRIC atribuem para a criação de capacidade de inovação. Yao et al. (2009) destacaram o notável avanço alcançado pelos países do BRIC em tecnologia da informação e comunicação.

A partir de dados de patente, Tseng (2009) realizou um estudo comparativo da inovação tecnológica dos países do grupo BRIC. O Gráfico 5 apresenta o comportamento dos dados de patentes para os quatro países entre os anos de 1976 e 2006.

Gráfico 5 – Tendência de patente para os países do BRIC (1976 - 2006)

Fonte: Tseng (2009)

A partir da análise do Gráfico 5, observa-se que a quantidade de patentes dos quatro países foi baixa até mais ou menos o ano de 1995, não havendo diferenças significativas entre eles.

No período compreendido entre 1995 e 2001, se observa que as patentes da Rússia obtiveram acréscimo significativo, enquanto nos outros países, os números de patentes também aumentaram, ainda que moderadamente.

Os dados do Gráfico 5 indicam que, a partir de 2001, as patentes concedidas para China e Índia aumentaram de maneira significativa, atingindo um pico em 2006. Para a Rússia e o Brasil, foi notada uma queda do número de patentes no mesmo período analisado.

Em números absolutos, pode-se observar que nos países a contagem de patentes aumentou. Uma curiosidade que surgiu, a partir da análise do Gráfico 5, diz respeito à China e ao Brasil que, em 1995, apresentaram uma contagem semelhante de patentes, entretanto, a partir desse mesmo ano, observou-se para a China um aumento sete vezes superior ao do Brasil.

De acordo com o jornal Folha de São Paulo (2010b), a China é o país-membro do BRIC que mais tem avançado nos investimentos relacionados à ciência e tecnologia e também no envolvimento do setor produtivo nos esforços para alcançar a inovação tecnológica.

Alguns resultados da pesquisa realizada pelo Ipea foram divulgados pelo jornal Folha de São Paulo (2010b), indicando que os investimentos em P&D tecnológico da China cresceram de 0,8% do PIB, no ano 2000, para 1,44% no ano 2008. Os resultados da pesquisa também indicam que, nesse mesmo período, o Brasil apresentou um crescimento de 1% para 1,09%. Sobre os investimentos da Rússia, os resultados indicaram uma evolução logo no início da primeira década do século XXI, porém uma queda no final da década. Por último, verificou-se uma estagnação dos investimentos indianos até o ano 2006.

Troyjo (2012) considera que o principal desafio que o BRICS tem como grupo é manter um considerável ritmo de inovação. De acordo com o autor, atualmente, o Brasil é o país do grupo BRICS que menos cresce em inovação tecnológica. Para o autor, isso se dá pelo fato de o país não ter um plano de inovação para manter o ritmo de crescimento dos outros países do grupo.

As características básicas do sistema de inovação dos países do BRIC, separadamente, foram apresentadas de forma resumida por Lastres et al. (2007), e são as seguintes:

1. Brasil: sistema científico crescentemente qualificado; diversas atividades de P&D (aeroespacial, energia, mineração, metalurgia e agronegócios).
2. Rússia: bom posicionamento em educação de nível superior; sistema científico avançado, especialmente nas atividades espaciais e relacionadas à defesa; expansão dos gastos em P&D.
3. Índia: sistema científico em difusão com alta qualidade; modesta atividade de P&D industrial; mão de obra qualificada e capacitada especialmente na área de tecnologia da informação.

4. China: vasto esforço em mobilizar o sistema nacional de inovação e de educação; crescente atividade de P&D com foco principalmente nos setores de alta tecnologia.

Com base nessas informações, país a país, Vieira (2009) considerou o BRIC como um bloco heterogêneo no que diz respeito à Ciência, Tecnologia e Inovação. O autor considerou ainda que, muito embora os países que compõem o BRIC apresentem comportamentos semelhantes quanto à tendência dos indicadores de tecnologia analisados, são observadas diferenças nas magnitudes da iniciativa e no resultado tecnológico alcançado por cada um deles. Entretanto, para o autor, os esforços empreendidos pelos países do BRIC para atingir o desenvolvimento tecnológico, são considerados como um dos principais fatores estratégicos para o desenvolvimento dos mesmos.

Tseng (2009) constatou a existência de diferenças significativas nos países BRIC no campo da capacidade de inovação, especificamente na configuração da inovação. Entretanto, um ponto comum que se observou nas quatro economias se refere aos pontos fortes da inovação tecnológica para a política de industrialização desses países.

A heterogeneidade que foi apontada anteriormente, relacionada aos indicadores tecnológicos, não significa, do ponto de vista de Vieira (2009), a inexistência de uma iniciativa comum no interior do BRIC para o investimento na elaboração de um sistema científico e de inovação qualificado, capaz de promover uma maior participação dos países-membros no cenário internacional, no que se refere à ciência e tecnologia.

Em notícia da Folha de São Paulo (2012c) foi encontrada a afirmação de que a inovação dos países do BRICS é considerada um caminho para que o capitalismo seja reescrito, propondo que o conceito de competição está perdendo espaço para o conceito de inovação, fator que estimula os governantes de países emergentes em dar atenção às necessidades locais.

Capítulo 6: Método

Para alcançar o objetivo deste trabalho foram definidos, previamente, alguns passos e algumas estratégias, constituindo o método, que é apresentado e discutido a partir de agora.

Em princípio, cabe assinalar que nesse capítulo serão apresentadas as delimitações espacial e temporal que ajudam a fazer a devida contextualização do trabalho. Além disso, o capítulo está subdividido em seções, de forma a contemplar, detalhadamente, todos os passos de procedimento e técnicas adotados para a realização desse trabalho e, conseqüentemente, para alcançar o objetivo proposto.

6.1 Delimitação espacial

A delimitação espacial de uma investigação diz respeito à restrição da área de investigação, importante para definir o espaço onde ocorre a investigação, facilitando, assim, a coleta de dados e todo o trabalho de investigação.

Com base nessa consideração, faz-se necessário apresentar o objeto de estudo do presente trabalho constituído pelos países pertencentes ao grupo BRICS, ou seja, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, delimitando-se, assim, o processo de coleta dos dados e da análise dos resultados.

Cumprе esclarecer que a escolha desse grupo de países não foi feita de forma aleatória, pois o grupo BRICS reúne os cinco países emergentes que apresentam a mais rápida tendência de crescimento econômico. De acordo com O'Neill (2001 e 2007) e Wilson e Purushothaman (2003), esses países poderão representar, em conjunto e no futuro, uma grande força no mercado mundial, força essa que poderia mesmo superar a força do grupo G6.

Diante desse contexto de crescimento econômico, evidenciou-se a importância desses países para o mercado internacional e isso se configurou na principal justificativa para a escolha desse grupo de países para fazer parte da análise proposta no presente trabalho.

6.2 Delimitação temporal

Para situar a investigação que origina o presente trabalho no tempo, e ao mesmo tempo atender às exigências de natureza metodológica, a coleta e análise dos dados

contemplou o período que se iniciou no ano 2000, inclusive, até o ano 2007, também incluído. Para essa definição, o critério utilizado foi a disponibilidade de dados.

Outro fator, que contribuiu para justificar essa delimitação temporal, se refere à história do objeto de estudo (o grupo BRICS). Por meio de revisão de literatura, foi possível notar que o termo BRIC (termo inicial, antes da entrada da África do Sul) somente começou a ser difundido no mercado internacional no ano 2001. Considerou-se, assim, o ano 2000 como marco inicial para o período da análise, ou seja, um ano anterior à criação e divulgação do termo BRIC.

6.3 Passos de procedimento

As duas ferramentas que foram utilizadas no presente trabalho se referem às técnicas econométricas e à DEA. Dessa maneira, todas as etapas deste método estão em função das mesmas. No Quadro 10 são apresentadas as etapas e os respectivos procedimentos que serão seguidos na realização do trabalho.

ETAPA	PROCEDIMENTO
Identificação das variáveis	Identificar variáveis que possuem relação com a medida de desempenho proposta (literatura nacional e internacional).
Coleta e organização dos dados	Coletar dados.
Definição do modelo econométrico	- Definir o modelo econométrico, a partir da função de produção Cobb-Douglas; - Definição do modelo econométrico com três funções, a partir da função de produção Cobb-Douglas modificada.
Procedimento pós-estimação	Realizar testes de autocorrelação e heteroscedasticidade nas funções.
Aplicação DEA	- Identificar a quantidade mínima de unidades a serem analisadas; - Validar as variáveis identificadas; - Construir o modelo DEA; - Processar a DEA.
Análise dos resultados	- Analisar resultados da econometria; - Analisar resultados DEA;

Quadro 10 – Etapas e procedimentos do método

Para uma melhor compreensão do conteúdo apresentado no Quadro 10, nas seções subsequentes é feita a descrição detalhada de cada etapa e dos seus respectivos procedimentos.

6.3.1 Identificação das variáveis

O ponto de partida para a escolha das variáveis baseou-se na primeira fase da técnica de seleção de variáveis, proposta por Golany e Roll (1989). Nessa fase, o autor prevê que a seleção seja baseada na escolha daquelas variáveis capazes de descrever o desempenho da unidade, ou seja, uma escolha desprovidas de qualquer análise quantitativa.

Como o objetivo geral do presente trabalho consistiu em comparar a eficiência dos países do grupo BRICS em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável, as variáveis selecionadas buscaram retratar tais questões para que o modelo de análise fosse elaborado. O Quadro 11 contém as variáveis selecionadas.

<i>INPUT</i>	<i>OUTPUT</i>
Formação Bruta de Capital Fixo	PIB
População ocupada	Emissão de CO ₂
Gasto com P&D	Expectativa de vida

Quadro 11 – Variáveis selecionadas

É oportuno salientar que a escolha dessas variáveis tomou por base, principalmente, a revisão de literatura, descrita a seguir.

A variável “formação bruta de capital fixo” foi escolhida para representar a variável capital da função de produção Cobb-Douglas original (que está descrita mais adiante).

A seleção da variável “população ocupada” representa o trabalho da função de produção Cobb-Douglas original. Como não havia disponibilidade de dados para essa variável, foi realizado um cálculo eliminando a taxa de desemprego da força de trabalho total, encontrando-se, assim, a população ocupada.

A escolha da terceira variável de *input*, “gasto com P & D”, representa a inovação tecnológica dos países, e foi escolhida tomando como base o trabalho de Ruffoni et al. (2004).

No conjunto das variáveis de *output*, a seleção da variável “PIB” foi feita para indicar o desenvolvimento econômico dos países, e ela se justifica pela utilização dessa variável em estudos de avaliação de sustentabilidade de regiões como os de Shi et al. (2004) e o de Zhen et al. (2009).

A segunda variável de *output*, escolhida para traduzir o desenvolvimento ambiental dos países, foi o indicador de “emissão de CO₂”. Esse indicador tem sido constantemente utilizado em trabalhos que avaliam a sustentabilidade ambiental de regiões como pode ser visto, por exemplo, em Boggia e Cortina (2010), Zhen et al. (2009), Lee e Huang (2007), Pao

e Tsai (2010), Tamazian et al. (2009), entre outros. Além disso, a utilização de “emissão de CO₂” como variável do desenvolvimento ambiental pode ser justificada pela *Environmental Kuznets Curve*, idealizada por Grossman e Krueger (1991) para evidenciar a relação entre emissão de poluentes e o PIB per capita de países. Desse modo, como o CO₂ é o principal gás responsável pela intensificação do efeito estufa, a emissão desse poluente foi então adotada para execução do trabalho aqui descrito.

Por fim, a seleção da terceira variável de *output*, que representa o desenvolvimento social, foi a “expectativa de vida ao nascer”. A escolha dessa variável é justificada pelo uso da mesma em trabalhos como os de Zhen et al. (2009) e Lee e Huang (2007) e também pelo trabalho de Sen (1998), que apontou a expectativa de vida como indicador decisivo para verificar o êxito integral de uma sociedade, uma vez que é um dos indicadores simples mais representativos da saúde global de uma comunidade e também do seu estado de desenvolvimento. Nesse contexto, e de acordo com Gisbertt e Pallejá (2006), a expectativa de vida ao nascer é um dos indicadores preferidos em comparações internacionais.

Além disso, outra justificativa para a escolha da variável expectativa de vida foi a utilização da mesma em estudos como os de Mahlberg e Obersteiner (2001), Ramanathan (2006) e Despotis (2005), tais estudos adotaram a ferramenta DEA para investigações sobre o desenvolvimento humano e utilizaram expectativa de vida como *outputs* nas suas análises.

Para a execução do presente trabalho foram utilizados dados em painel balanceado. Isso significa dizer que todos os cinco países estudados contavam com dados dispostos numa mesma estrutura temporal (WOODRIDGE, 2002).

Como foi mencionado anteriormente, na seleção das variáveis “formação bruta de capital fixo” e “população ocupada” foi considerada a função de produção do tipo Cobb-Douglas original, com duas variáveis (capital e trabalho), expressa pela Função (1), a seguir.

$$q = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1)$$

Onde q é o produto, K é o capital e L é o trabalho.

Entre outras funções que descrevem uma função de produção, esta foi considerada por Moralles (2010) como a mais popular.

Um dos primeiros passos, para a definição do modelo teórico adotado nesse trabalho, foi a utilização de uma função de produção de tipo Cobb-Douglas, modificada.

Com isso, a função de produção Cobb-Douglas original foi modificada por conta da inclusão da variável inovação tecnológica. Agora ela se apresenta como se vê na Função 2, a seguir.

$$q = AK^{\alpha}L^{\beta}IT^{\gamma} \quad (2)$$

Onde q é o produto, K é o capital, L é o trabalho e IT é a variável que representará a inovação tecnológica.

Vale acrescentar que o pressuposto básico da Função 2 é que o produto passa a ser uma função de capital, trabalho e inovação tecnológica, conjuntamente, ação inspirada pelo modelo de Solow, apresentado por Charles (2000).

Para Ruffoni et al. (2004), muito embora a relação entre o progresso tecnológico e o crescimento econômico nem sempre estejam expostas nos modelos teóricos do crescimento econômico, é possível afirmar que essa é uma relação positiva. Segundo os autores, o modelo desenvolvido por Solow, na década de 1950, teve a característica de acrescentar, além dos fatores capital e trabalho, o fator progresso técnico, na função de produção.

6.3.2 Coleta e organização dos dados

Os dados das variáveis foram coletados nas bases de dados dos órgãos internacionais:

1. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Unesco);
2. *World Bank*.

Os dados coletados serão organizados em um painel com cinco países, observados em oito períodos (t=8), de 2000 a 2007, resultando num total de 40 observações.

6.3.3 Definição do modelo econométrico

Como o objetivo do presente trabalho foi comparar a eficiência dos países do grupo BRICS em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável, foi testado um modelo econométrico de três funções, em que uma delas se refere ao desenvolvimento econômico, outra ao desenvolvimento ambiental, e a último, ao desenvolvimento social dos países, retratando, assim, as três dimensões da sustentabilidade.

Na primeira das funções, considerando que o objeto de investigação desse trabalho foram países, foi conveniente identificar uma variável dependente que retratasse o desempenho econômico das unidades. Foi identificado o PIB como um importante indicador do produto dos países. Daí é apresentada a Função 3 a seguir.

$$ECO_{it} = AK_{it}^{\alpha_1} L_{it}^{\alpha_2} IT_{it}^{\alpha_3} e^{\varepsilon_{it}} \quad (3)$$

Onde K é o capital, L é o trabalho, IT é a variável que representará a inovação tecnológica e e é o termo de perturbação estocástica. Dessa forma, a característica básica dessa função é visualizada por meio dos fatores que determinam o PIB de um país, que são: capital, trabalho e inovação tecnológica.

Para analisar a influência que a inovação tecnológica exerce no desenvolvimento ambiental dos países, foi utilizada a variável emissão de CO₂. Assim, a função que se refere à dimensão ambiental da sustentabilidade teve a seguinte formulação, dada pela Função 4 a seguir.

$$AMB_{it} = AK_{it}^{\beta_1} L_{it}^{\beta_2} IT_{it}^{\beta_3} e^{\varepsilon_{it}} \quad (4)$$

Por fim, para analisar a influência da inovação tecnológica para o desempenho social, a expectativa de vida ao nascer foi utilizado como medida de desempenho social. A Função 5, vista a seguir, representa a sua formulação:

$$SOC_{it} = AK_{it}^{\gamma_1} L_{it}^{\gamma_2} IT_{it}^{\gamma_3} e^{\varepsilon_{it}} \quad (5)$$

A partir das três funções anteriormente sugeridas para a realização do presente trabalho de investigação, foi possível explicar qual a influência que a inovação tecnológica exerce sobre o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões, a econômica, a ambiental e a social.

Há que se ressaltar, todavia, que as funções aqui propostas não são lineares, fato que trouxe a necessidade da utilização do modelo log-log para a linearização das funções. De acordo com Gujarati (2000), nesse tipo de modelo, os parâmetros betas apresentarão o retorno de escala de cada coeficiente, mantendo-se os outros constantes. Ainda de acordo com o autor, o uso de logaritmos possibilita a interpretação dos parâmetros estimados em termos de elasticidades.

Dessa maneira, com a utilização de um modelo log-log aplicado nas Funções 3, 4 e 5, apresentadas anteriormente, foi possível propor as funções a seguir.

$$\ln ECO_{it} = \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_{it} + \alpha_2 \ln L_{it} + \alpha_3 \ln IT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln AMB_{it} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln IT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$\ln SOC_{it} = \ln \gamma_0 + \gamma_1 \ln K_{it} + \gamma_2 \ln L_{it} + \gamma_3 \ln IT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Outro aspecto importante se refere à análise da estrutura do erro. A disponibilidade de dados em painel permite maior flexibilidade na especificação do mesmo. De uma maneira geral, a especificação é dada pela Função 9.

$$\varepsilon_{it} = \eta_i + \mu_{it} \quad (9)$$

Onde μ_{it} é o erro que se supõe e η_i diz respeito às características e efeitos individuais da função de produção de cada país.

Os parâmetros descritos acima são constantes ao longo do tempo e não são observados, tais como os efeitos das dimensões, localização, clima, dotações de recursos naturais e uma mescla de outros fatores que se materializam em diferenças de produtividade entre os países (WOODRIDGE, 2002).

Se estas diferenças não observadas ou efeitos individuais existem, e não são reconhecidos explicitamente no modelo, e se houver correlação entre esses efeitos e as variáveis do modelo, os coeficientes estimados das variáveis explicativas incluídas podem ser viesados, uma vez que não reconheceriam parcialmente estas diferenças.

Esta possibilidade descrita no parágrafo anterior atribuiu ao componente η_i da Função (9) o poder de variar na seção cruzada. Feitas essa consideração, e uma vez que o modelo tenha sido especificado, e também considerada a existência de diferenças não observadas, teve início a exposição dos diferentes procedimentos de estimá-lo.

Na literatura consultada foram encontradas duas formulações mais comuns utilizadas para especificar a natureza dos efeitos individuais em um modelo em painel. São elas a de efeitos fixos e a de efeitos aleatórios.

Quando se utiliza a abordagem de efeitos fixos, o efeito individual é considerado como um termo constante específico de um grupo, controlando sua presença mediante o uso de variáveis *dummies* e incorporando todas as variáveis como desvios da média, sem explorar os dados da seção cruzada. Por outro lado, na abordagem de efeitos aleatórios fica especificado que o efeito individual é um ruído específico de cada grupo, similar ao erro.

A escolha entre os tratamentos dos efeitos individuais (fixo ou aleatório) depende, portanto, da ausência de correlação entre os efeitos individuais não observados (η_i) e as variáveis explicativas L, K e IT. Tal escolha será realizada mediante o teste proposto por Hausman e Taylor (1991). A estatística do teste segue uma distribuição χ^2 com k graus de liberdade, onde:

H₀: Relação entre efeitos individuais e variáveis explicativas = 0 $\rightarrow$ (ausência de correlação): estimadores de efeitos fixos e aleatórios são ambos consistentes, mas o de efeitos aleatórios é eficiente.

H₁: Relação entre efeitos individuais e variáveis explicativas $\neq 0 \rightarrow$ (presença de correlação): só os estimadores de efeitos fixos são consistentes.

Cabe observar que no modelo de efeitos fixos, os efeitos individuais podem ser livremente correlacionados com os demais regressores, enquanto no modelo de efeitos aleatórios supõe-se que não há correlação entre efeitos individuais e demais variáveis explicativas.

Para fazer a estimação com efeitos fixos, recorre-se ao estimador de mínimos quadrados ordinários, chamado *Least Squares Dummy Variable Model* (LSDV), que é um estimador consistente e eficiente do modelo.

Por outro lado, para o modelo de efeitos aleatórios, utiliza-se o método dos mínimos quadrados generalizados, admitindo que os interceptos sejam independentes e identicamente distribuídos.

A definição de qual modelo é o mais apropriado depende, em grande parte, de informações sobre as características da amostra.

Deve ser mencionado que o *software* que será utilizado para realizar tais análises será o STATA 9.2. Além disso, cabe ser ressaltado que as estimativas de efeitos fixos e aleatórios serão realizadas considerando a matriz de White, que é robusta à heterocedasticidade.

6.3.4 Procedimentos pós-estimação

Após a definição do modelo econométrico e de suas funções, faz-se necessário seguir alguns procedimentos pós-estimação. Para essa finalidade, foram sugeridos os testes de autocorrelação e heteroscedasticidade nas funções.

A análise dos resultados permitirá verificar significâncias estatísticas das variáveis individualmente, por meio do ‘p-valor’ (teste T) e das variáveis conjuntamente (teste F). Cabe

destacar que o objetivo que se pretende alcançar com esse procedimento pós-estimação é verificar se cada variável é representativa para explicar cada uma das dimensões da sustentabilidade.

A econometria trará resultados significativos, já que, pretende-se, por meio do estudo aqui relatado, verificar se o indicador de inovação tecnológica, mensurado por meio da variável Gasto em P&D, é significativo, considerando os três tipos de desempenho quantificados nas três funções econométricas propostas.

6.3.5 Aplicação DEA

Após a seleção das variáveis e a definição do modelo econométrico e suas funções, a próxima etapa é a aplicação DEA.

6.3.5.1 Identificação da quantidade mínima de unidades a serem analisadas

Em primeiro lugar, vale considerar a vasta literatura sobre DEA, a qual apresenta vários critérios para a definição do número de unidades a ser utilizado num trabalho de investigação.

Nesse trabalho, especificamente, foi utilizado o critério proposto por Nunamaker (1985), quem indicou que o número de unidades analisado deve ser, no mínimo, o triplo da soma de *inputs* e *outputs* utilizados no modelo definido.

A proposta inicial desse trabalho prevê a presença de quatro variáveis para cada uma das análises. Desse modo, são três variáveis de *inputs* e uma de *output*, em cada função proposta no modelo teórico. Portanto, aplicando o critério proposto por Nunamaker (1985), o número mínimo de unidades analisadas foi de:

$$3 \times (3 + 1) = 12$$

Conforme foi apresentado anteriormente, a lista de unidades a ser analisada é composta pelos cinco países do BRICS num período de oito anos. No presente trabalho, cada país, em cada ano investigado, foi tratado como uma unidade. Assim, por exemplo, a China em 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007 gerou oito unidades. Desse modo, o

total analisado por essa investigação foi de 40 unidades (cinco países em oito anos de análise), quantidade que supera o número mínimo (12) calculado anteriormente.

De acordo com Cooper, Seiford e Tone (2000) a análise dependente de tempo da DEA é conhecida como ‘análise de janela’ que, segundo os autores, é uma técnica que considera a DMU no tempo, como se ela fosse uma unidade distinta.

Charnes et al. (1985) argumentam que esse tipo de análise permite observar a performance da unidade ao longo do tempo, oferecendo, dessa maneira, evidências sobre a estabilidade e sensibilidade dos seus índices de eficiência, além também da tendência dos mesmos. Outro ponto importante da análise de janela é que a mesma permite, de acordo com Charnes et al. (1985), que as unidades analisadas sejam comparadas com outras que se encontrem próximas no tempo. Além disso, os autores acrescentam que esse tipo de análise incorpora a ideia de que há mudanças na tecnologia no período estudado.

Desse modo, no presente trabalho foi realizada a análise de janela, que é um processo similar ao da média móvel, onde cada vez que entra uma nova unidade de tempo, sai outra, que geralmente é a primeira que entrou na análise anterior.

Esse procedimento será descrito no capítulo de resultados, quando da apresentação e discussão dos resultados DEA.

6.3.5.2 Validação das variáveis identificadas

Os procedimentos utilizados para a validação das variáveis identificadas foram a técnica de Regressão Múltipla e a análise de correlação inspirado pelo o método do *stepwise*.

A técnica de regressão múltipla tem como característica básica a identificação das relações existentes entre variáveis. Em alguns casos ela se denomina técnica de regressão linear múltipla por haver mais de uma variável independente influenciando o comportamento da variável dependente (GUJARATI, 2000). Isso exigiu a definição do modelo teórico, a partir das funções apresentadas anteriormente nesse capítulo.

O método *stepwise* é um dos primeiros procedimentos sugeridos por Norman e Stoker (1991) para fazer a validação das variáveis pré-selecionadas, consiste na utilização da análise de correlação, partindo de um par inicial de maior correlação.

6.3.5.3 Construção do modelo DEA

Para definir o modelo que representa melhor a tecnologia de produção, há necessidade de fazer algumas opções em relação à sua orientação e quanto ao tipo de retorno de escala.

A ferramenta DEA apresenta basicamente três opções em relação à orientação dos modelos. Se a escolha for orientação *input*, indicará que o objetivo proposto será o de reduzir os *inputs* sem alterar o nível de *output*; se a escolha tiver orientação para o *output*, o objetivo passa a ser o de aumentar o nível de *output*, mantendo-se fixo os *inputs*; e, por fim, a orientação *input-output* que mescla as duas anteriores, ou seja, busca reduzir os *inputs*, expandindo os *outputs*.

No caso específico deste trabalho considera-se desfavorável a utilização do modelo com orientação para o *input* ou duplamente orientado, pois os países analisados não almejaram reduzir seus *inputs*. Como um dos objetivos é aumentar os *outputs* dos países, ou seja, aumentar o desenvolvimento sustentável dos BRICS, a escolha se deu pelo modelo DEA com orientação para o *output*.

No entanto, é importante ressaltar que a variável de *output* “emissão de CO₂” exigiu um tratamento diferenciado, uma vez que para alcançar o desenvolvimento ambiental, o ideal seria a diminuição dos níveis de emissão de CO₂ e não o seu aumento; isso será apresentado no capítulo de resultados.

O modelo DEA a ser selecionado diz respeito à relação estabelecida entre *input* e *output* ou, em outras palavras, ao tipo de retorno de escala. É conveniente lembrar que existem, basicamente, dois tipos de retornos de escala, o retorno constante (CRS: Retorno Constante de Escala /CCR: Charnes, Cooper e Rhodes) e o retorno variável (VRS: Retorno Variável de Escala /BCC: Banker, Charnes e Cooper).

Neste trabalho optou-se pelo modelo BCC, o que significa dizer que os *inputs* aumentam ou diminuem em uma proporção diferente que os *outputs*, respeitando a questão do porte das unidades analisadas. Isso quer dizer que, reduções ou incrementos nos *inputs* não geram alterações na mesma proporção nos *outputs*.

Além disso, o modelo BCC serve para distinguir entre ineficiência técnica e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante. Este modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção.

6.3.5.4 Processamento DEA

Como o objetivo principal do trabalho consiste em comparar a eficiência dos países do grupo BRICS em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável, optou-se por três aplicações DEA, cada uma delas se referindo a uma das três dimensões da sustentabilidade, a econômica, a ambiental e a social.

Na primeira aplicação DEA, objetivando comparar a eficiência econômica dos países, foram testadas como variável de *input* a formação bruta de capital fixo, o total da população ocupada e os gastos em P & D, já a variável de *output*, nesse primeiro momento, se refere ao PIB do país.

Na segunda aplicação DEA, com a intenção de comparar a eficiência ambiental dos países do BRICS, as variáveis de *input* se repetem (formação bruta de capital fixo, o total da população ocupada e os gastos em P & D). Entretanto, a variável de *output* foi a emissão de CO₂ dos países.

Por último, na terceira aplicação DEA o objetivo foi analisar a eficiência social das nações. Para isso, as variáveis de *input* continuam sendo as mesmas (formação bruta de capital fixo, o total da população ocupada e os gastos em P & D) enquanto a variável de *output* foi a expectativa de vida ao nascer.

Para a realização dessa etapa de processamento DEA, nas três aplicações em que se subdividiu, será utilizado o *software Frontier Analyst Professional*.

6.3.6 Análise dos resultados

A partir da efetiva realização dos passos e procedimentos apresentados, foi possível analisar os resultados obtidos.

Inicialmente, foi feita a análise dos resultados obtidos com os testes econométricos das funções sugeridas no modelo teórico, que respondeu sobre:

1. A significância estatística dos parâmetros estimados, ou seja, indicar se as variáveis independentes explicam a variável dependente;
2. O impacto de cada variável independente para a variável dependente. Como a regressão será realizada utilizando-se logaritmos (modelo log-log), a interpretação dos resultados dos parâmetros estimados pode ser feita em termos de elasticidade e, com isso, pode-se identificar qual das variáveis independentes causa maior impacto na variável dependente (GUJARATI, 2000).

Além dos resultados econométricos, o trabalho teve como resultado as três aplicações DEA, a partir dessas aplicações foram obtidos resultados sobre a eficiência dos países do grupo BRICS em converter recursos produtivos em desenvolvimento sustentável, em seus três pilares – econômico, ambiental e social.

Uma vez realizada a análise os resultados das duas ferramentas individualmente, foi possível comparar a eficiência dos países em converter recursos produtivos em desenvolvimento sustentável, com foco na inovação tecnológica.

Capítulo 7: Resultados – apresentação e discussão

Após a execução dos procedimentos apresentados no capítulo de método, o passo seguinte se refere à apresentação e discussão dos resultados encontrados. Como foram utilizadas duas ferramentas para o alcance do objetivo do presente trabalho (econometria e DEA), o presente capítulo apresentará os resultados referentes a cada uma dessas técnicas.

Em princípio serão apresentados e discutidos os resultados obtidos com o uso da econometria, serão exibidos, assim, os resultados da modelagem das três funções propostas, ou seja, a função econômica, a função ambiental e a função social, com foco na variável investimento em inovação tecnológica.

Na sequência, a segunda fase do presente capítulo se refere à apresentação e discussão dos resultados obtidos com as três aplicações DEA - econômica, ambiental e social; com isso foi possível apresentar a análise dos resultados por país, individualmente.

7.1 Resultados econométricos – apresentação e discussão

7.1.1 Estimação do modelo econométrico

O objetivo da análise econométrica foi modelar matematicamente as variáveis envolvidas na análise para o grupo dos países do BRICS, com foco na identificação do nível de contribuição da inovação tecnológica para a formação de cada variável de *output*.

A Figura 7 serve para ilustrar e especificar as variáveis de *inputs* e *outputs* utilizadas na análise e a respectiva proposta da função de produção aí aplicada.

Figura 7 – Variáveis da análise

Na execução desta análise econométrica foram utilizados os dados em painel dos cinco países que integram o grupo BRICS, no período compreendido entre os anos 2000 e 2007.

No entanto, como estratégia metodológica adotada, optou-se por defasar a variável inovação tecnológica, já que o retorno alcançado por esse tipo de investimento não é imediato e necessita de algum tempo para se concretizar. De acordo com as orientações contidas no Manual de Oslo (OECD, 2005), a inovação tecnológica cria oportunidades para maiores investimentos na capacidade produtiva podendo, assim, gerar renda e emprego no longo prazo. Além disso, autores como Autant-Bernard, Guironnet, Massard (2011) adotaram a ideia da defasagem para o retorno da inovação tecnológica em seu trabalho.

A defasagem adotada neste trabalho, relativa à variável de inovação tecnológica, levou em consideração o período de um ano. Com isso, o período da análise econométrica compreendeu os anos de 2001 até 2007, uma vez que os dados de inovação tecnológica de 2000 foram adotados para 2001, o de 2001 para 2002 e assim sucessivamente, até o final do período acima delimitado.

Um modelo econométrico foi elaborado com três funções, com o objetivo de captar a elasticidade e a significância estatística de cada variável independente em relação a cada uma das variáveis dependentes. Vale mencionar que o *software* utilizado para realizar tal análise foi o Stata 9.2.

As três funções do modelo econométrico são apresentadas a seguir.

$$ECO_{it} = AK_{it}^{\alpha_1} L_{it}^{\alpha_2} IT_{it-1}^{\alpha_3} e^{\varepsilon_{it}} \quad (10)$$

$$AMB_{it} = AK_{it}^{\beta_1} L_{it}^{\beta_2} IT_{it-1}^{\beta_3} e^{\varepsilon_{it}} \quad (11)$$

$$SOC_{it} = AK_{it}^{\gamma_1} L_{it}^{\gamma_2} IT_{it-1}^{\gamma_3} e^{\varepsilon_{it}} \quad (12)$$

Cada uma delas se refere à análise de um dos três pilares do desenvolvimento sustentável, ou seja, o econômico, o ambiental e o social.

7.1.2 Procedimentos pós-estimação

Após a definição do modelo e das suas funções, foram realizados os testes de autocorrelação e de heterocedasticidade, por meio dos comandos `xtserial` e `xttest3`, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos com esses testes, foi possível afirmar que todas as três funções do modelo econométrico apresentaram autocorrelação e heterocedasticidade, como pode ser observado nos dados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos testes de autocorrelação e heterocedasticidade

	P-valor Xtserial	P-valor Xttest3
Função econômica	0.0046	0.0000
Função ambiental	0.0141	0.0002
Função social	0.0228	0.0000

Confirmada a existência de perturbações não-esféricas (autocorelação e heteroscedasticidade), com base nos resultados, optou-se pela estimação por meio de mínimos quadrados generalizados, utilizando os comandos `corr(ar1)` e `panels(hetero)` na estimação, a fim de acomodar tais características. Assim, o formato escolhido para estimar as equações contribuiu para prevenir a existência de viés e de inconsistência nos parâmetros.

7.1.3 Resultados econométricos por função

O uso da econometria traz informações relevantes sobre um modelo estimado. A primeira delas se refere ao coeficiente, que indica a relação que existe entre as variáveis independentes com a variável dependente. Este coeficiente indica, em porcentagem, a influência das variáveis independentes na constituição da variável dependente.

Outra informação relevante que se obtém com a análise econométrica diz respeito à significância estatística da variável independente em relação à variável dependente, que é

informada pelo p-valor. Para que uma variável seja considerada significativa, do ponto de vista estatístico, seu p-valor calculado deve ser o mais próximo de zero, caso se deseje rejeitar a hipótese nula. Desse modo, ao nível de confiança de 90%, por exemplo, é possível dizer que uma variável é estatisticamente significativa caso o p-valor apresente valor inferior a 0,1. Quando esse valor é superior a 0,1, a variável passa a ser considerada insignificante.

7.1.3.1 Função econômica

A primeira estimação realizada foi da função que considerou o PIB como a variável dependente enquanto a formação bruta de capital fixo, a população ocupada e os gastos com P & D foram consideradas variáveis independentes, conforme a Função 13.

$$\ln ECO_{it} = \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_{it} + \alpha_2 \ln L_{it} + \alpha_3 \ln IT_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados com seus respectivos coeficientes e p-valores.

Tabela 4 – Resultados econométricos da função econômica

	Coeficiente	P-valor
Formação bruta de capital fixo	.4678124	0.000
População ocupada	.0289071	0.375
Gasto com P&D	.1443103	0.000

Os p-valores encontrados indicaram que as variáveis independentes formação bruta de capital fixo e gastos com P & D, foram estatisticamente significativas em relação à variável dependente, uma vez que apresentaram p-valores iguais a zero. Por outro lado, a variável população ocupada não apresentou significância estatística, já que apresentou um p-valor de 0,375, superior ao nível de significância adotado de 10%.

Convém observar que, na teoria econômica, o comportamento do capital é inverso ao do trabalho já que, na maioria dos casos, o trabalho humano pode ser substituído pelo trabalho realizado pelas máquinas. A partir da modelagem da função econômica, é possível afirmar que o capital está gerando mais PIB do que o trabalho poderia gerar.

Desse modo, no caso da função econômica, o p-valor apontou que a variável população ocupada não apresentou significância estatística no modelo. Assim, essa variável pode ser vista como dispensável para a função proposta, já que os países estudados obtém

maior retorno econômico investindo em máquinas e equipamentos, quando comparado com o retorno obtido nos sistemas produtivos intensivos em mão de obra.

7.1.3.2 Função ambiental

Num segundo momento, foi estimada a função que adotou a emissão de CO₂ como variável dependente. As variáveis independentes foram as mesmas da função econômica, como pode ser ilustrado com a Função 14, apresentada a seguir. É importante ressaltar que quanto menor o nível de emissão de CO₂, de determinada região, melhor para o seu desenvolvimento ambiental.

$$\ln AMB_{it} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln IT_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

Por sua vez, na Tabela 5 estão apresentados os resultados obtidos com a estimação da função ambiental.

Tabela 5 – Resultados econométricos da função ambiental

	Coefficiente	P-valor
Formação bruta de capital fixo	.1590387	0.046
População ocupada	.0723074	0.179
Gasto com P&D	.3265601	0.001

Mais uma vez, a variável população ocupada foi a única que apresentou insignificância estatística no modelo, com o p-valor de 0,18. As outras variáveis independentes apresentaram, por outro lado, p-valores inferiores a 0,1.

Agora, convém mais uma vez ressaltar, de acordo com a teoria econômica, que o capital é inversamente proporcional ao trabalho. Por outro lado, vale acrescentar que caso haja muito capital investido, pressupõe-se um maior nível de emissão de CO₂. No entanto, é possível que a baixa mecanização da produção possa ocorrer em paralelo aos altos níveis de emissão de CO₂, no caso da utilização de maquinário inadequado, causador de impactos negativos ao meio ambiente.

A variável população ocupada não foi considerada estatisticamente significativa na função ambiental, apresentando um p-valor superior a 0,1. Isso pode significar que, para alcançar um bom desempenho ambiental, seria recomendável que os países investissem mais

em trabalho do que em capital. Com isso, o trabalho humano poderia substituir as máquinas, considerando determinado custo econômico, e diminuir a emissão de CO₂.

7.1.3.3 Função social

Por último, foi estimada a Função 15, que adotou como variável dependente o expectativa de vida e como variáveis independentes as mesmas que foram adotadas nas funções econômica e ambiental. Ela está apresentada a seguir:

$$\ln SOC_{it} = \ln \gamma_0 + \gamma_1 \ln K_{it} + \gamma_2 \ln L_{it} + \gamma_3 \ln IT_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

Os resultados obtidos com a estimação da Função 15 podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultado econométricos da função social

	Coefficiente	P-valor
Formação bruta de capital fixo	.0336336	0.153
População ocupada	-.0299765	0.010
Gasto com P&D	.0489874	0.011

Como é possível observar, os p-valores encontrados permitiram concluir que as variáveis população ocupada e gastos com P & D foram significativas estatisticamente para o modelo. Já a variável formação bruta de capital fixo apresentou p-valor de 0,15, não tendo apresentado, assim, significância estatística.

Para justificar a falta de significância estatística da variável formação bruta de capital fixo para a expectativa de vida da população, recorreu-se a ideia de Kuznets (1955) de que a efetiva distribuição de renda ocorre num estágio posterior ao da acumulação de capital. Nesse contexto, a variável formação bruta de capital fixo poderia trazer benefício social se ela fosse convertida em distribuição de renda; no entanto, por se tratar de países emergentes, é possível que os BRICS se encontrem na fase de acumulação de riqueza e que ainda não tenham alcançado o estágio de distribuição de renda.

Como pôde ser visto, os resultados da função social mostraram que as variáveis população ocupada e gasto com P & D foram mais significativas para a expectativa de vida do que a variável formação bruta de capital fixo. Uma justificativa para isso pode ser encontrada em autores como Sen (2001) que defende a relação entre emprego e expectativa de vida da população e, também, por Fokkema et al. (2005) e Hall e Vredenburg (2003) que apresentam os benefícios sociais obtidos pela inovação tecnológica.

É importante ressaltar que, apesar da variável de trabalho ter sido considerada significativa para a função social, ela apresentou uma relação negativa com a expectativa de vida. Isso contraria aquilo que foi defendido por Sen (2001), quer dizer, de que o desemprego contribui para a exclusão social, levando à perda de autonomia, autoconfiança e de saúde física e mental.

Essa relação negativa entre o trabalho e a expectativa de vida, observada na Tabela 6, pode estar relacionada com o fato de que o emprego nos países do grupo BRICS, no período analisado, seja, em alguma medida, do tipo de baixa qualidade e que isso tenha implicado na diminuição da expectativa de vida da população desses países.

De posse dos resultados apresentados anteriormente, foi possível construir o Quadro 12 que demonstra o resumo dos resultados econométricos das funções modeladas.

	Função Econômica	Função Ambiental	Função Social
Formação bruta de capital fixo	Significativa, positiva	Significativa, positiva	Não significativa
População ocupada	Não significativa	Não significativa	Significativa, negativa
Gasto com P&D	Significativa, positiva	Significativa, positiva	Significativa, positiva

Quadro 12 – Resumo dos resultados econométricos

Nele, estão resumidas algumas informações como:

- i. a variável formação bruta de capital fixo foi significativa e positiva para as funções econômica e ambiental, enquanto para a função social essa variável não apresentou significância estatística.
- ii. a variável população ocupada não foi estatisticamente significativa para as funções econômica e ambiental; no que se refere à função social, essa variável apresentou significância estatística, no entanto apresentou uma relação negativa com a expectativa de vida.
- iii. por fim, a variável gasto com P & D foi considerada significativa e positiva para todas as funções modeladas.

Esses resultados são relevantes na medida em que um dos objetivos do presente trabalho foi modelar matematicamente as variáveis envolvidas na análise para o grupo BRICS, com o foco na variável de inovação tecnológica, ou seja, gasto com P & D.

Reconhecida a relevância dos resultados obtidos até aqui, na seção seguinte serão apresentados os resultados econométricos sobre a relação entre a inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável dos países estudados.

7.1.4 Resultados isolados para os investimentos em Inovação tecnológica

Considerando os resultados dos procedimentos econométricos, foi possível apontar algumas análises no que diz respeito ao alcance do objetivo do presente trabalho, especificamente sobre a relação entre inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável dos países do grupo BRICS.

Os resultados do coeficiente da variável gasto com P & D, para cada uma das funções estimadas, estão resumidos na Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficiente da variável gasto com P & D

	Coeficiente
Função econômica	.1443103
Função ambiental	.3265601
Função social	.0489874

Em primeiro lugar, os resultados obtidos com a análise da função econômica permitiram concluir que caso os investimentos em inovação tecnológica do grupo BRICS aumentassem em 1%, o PIB dos países membros teria um crescimento de 0,14%.

Em segundo lugar, naquilo que se refere à função ambiental, a Tabela 7 mostra que se os investimentos em inovação tecnológica fossem aumentados em 1%, a emissão de CO₂ aumentaria em 0,33%.

Por último, analisando a função social, foi possível verificar que um incremento de 1% nos investimentos em inovação tecnológica do grupo BRICS, aumentaria em 0,05% a expectativa de vida da população desse grupo de países.

É importante ressaltar que os investimentos em inovação tecnológica, realizados pelos países do BRICS, resultaram em mudanças positivas no desenvolvimento econômico e social. No entanto, para o desenvolvimento ambiental, o valor do coeficiente permitiu observar que o

aumento de 1% nos investimentos em inovação tecnológica traria um aumento de 0,33% na emissão de CO₂.

A observação sobre o incremento nos investimentos em inovação tecnológica, associado aos aumentos dos níveis de emissão de CO₂, permitiu supor que esse tipo de investimento, adotado por esse grupo de países, talvez não esteja sendo devidamente canalizado para as tecnologias sustentáveis, capazes de ajudar na diminuição da emissão de CO₂.

7.2 Resultados DEA – apresentação e discussão

Do mesmo modo como foi feito na análise econométrica, a DEA deste trabalho também foi realizada em três aplicações distintas, nas quais cada uma delas se relacionou com um dos pilares do desenvolvimento sustentável – o econômico, o ambiental e o social. Assim, os mesmos dados presentes na análise econométrica foram utilizados na DEA, ou seja, foram selecionadas como variáveis de *input* a formação bruta de capital fixo, população ocupada e gasto com P & D. Já as variáveis de *output* selecionadas foram o PIB, a emissão de CO₂ e a expectativa de vida da população dos países analisados.

O estudo que está sendo relatado se deteve em cinco países (os BRICS) e abarcou um período de sete anos. Isso possibilitou gerar um total de 35 unidades, quantidade esta superior ao número de unidades sugerido por Nunamaker (1985). Para este autor, o número mínimo de unidades analisadas na DEA deverá ser igual a três vezes o número de variáveis. No caso específico do trabalho realizado, foram utilizadas três variáveis de entrada e uma de saída o que, segundo o critério citado acima, totalizaria um número mínimo de unidades igual a 12, em cada uma das aplicações.

Diante da necessidade de considerar cada unidade gerada como uma unidade distinta na DEA, no intervalo de tempo considerado, foi adotado o método da janela, cujos cálculos exigidos na sua aplicação se encontram descritos mais adiante, neste trabalho.

7.2.1 Validação das variáveis pré-identificadas

A validação das variáveis previamente estabelecidas para a análise DEA foi feita, primeiramente, por meio de resultados obtidos com a regressão linear e, num segundo momento, por meio do método *stepwise*.

7.2.1.1 Resultados econométricos

Como já foi citado anteriormente, o primeiro método adotado para a validação das variáveis para a DEA, foi a regressão linear múltipla, como decorrência, os resultados econométricos serão retomados nesta seção. Vale lembrar a opção que foi feita na investigação realizada pela construção de um modelo com três funções, cada uma delas representando um dos pilares da sustentabilidade.

Os resultados obtidos com a regressão linear tornaram possível a construção da Tabela 8. Nela, estão apresentados os p-valores de cada uma das variáveis, em cada uma das funções propostas, representando a significância estatística de cada variável pré-selecionada.

Tabela 8 – Resumo dos p-valores, obtidos na análise econométrica

	Função Econômica	Função Ambiental	Função Social
P-valor Formação Bruta de Capital Fixo	0.000	0.046	0.153
P-valor População ocupada	0.375	0.179	0.010
P-valor Gasto com P&D	0.000	0.001	0.011

Observando a Tabela 8, é possível afirmar que a variável formação bruta de capital fixo foi considerada significativa para as funções econômica e ambiental, com p-valores iguais a 0,000 e 0,046, respectivamente. No entanto, essa variável não foi considerada significativa para a função social, uma vez que apresentou p-valor igual a 0,153.

Ainda na Tabela 8, naquilo que se refere à variável população ocupada, é possível observar que essa variável foi considerada significativa apenas para a função social, apresentando um p-valor de 0,010. No que se refere às funções econômica e ambiental, essa variável não foi considerada significativa, uma vez que apresentou p-valores de 0,375 e 0,179, respectivamente. Por sua vez, a variável gasto com P & D foi considerada significativa para as três funções, apresentando p-valores zero ou próximos de zero.

Desse modo, o resultado da validação pela regressão linear das variáveis previamente selecionadas pode ser resumido da forma que é mostrada no Quadro 13, visto a seguir.

	Aplicação Econômica	Aplicação Ambiental	Aplicação Social
Formação Bruta de Capital Fixo	Válida	Válida	Inválida
População ocupada	Inválida	Inválida	Válida
Gasto com P&D	Válida	Válida	Válida

Quadro 13 – Resumo da validação das variáveis pela regressão linear

Como pode ser visto no Quadro 13, a regressão linear classificou como válida a variável formação bruta de capital fixo para as aplicações econômica e ambiental, enquanto que, para a aplicação social, a sugestão foi que ela fosse excluída da análise. Por sua vez, a variável população ocupada foi considerada inválida para as aplicações econômica e ambiental, enquanto para a aplicação social essa variável foi considerada válida. Por último, a variável inovação tecnológica foi considerada válida para todas as aplicações propostas.

A partir desses resultados, se observou que a análise econométrica indicou algumas variáveis com probabilidade de erro na validação das propostas, com p-valores inferiores a 50%; isso reforçou a necessidade de buscar outro método para validação das variáveis.

7.2.1.2 Resultados do *stepwise*

Constatada a necessidade da utilização de outro método na validação das variáveis, foram buscadas alternativas na literatura específica que trata da DEA. Depois da consulta bibliográfica optou-se por testar as variáveis pelo método *stepwise*, como mais um recurso metodológico visando reduzir a probabilidade de erro no processo de validação.

Como primeiro passo para a aplicação desse método de validação de variáveis está o cálculo da correlação entre as variáveis de *input* e *output*. Os resultados obtidos nesta etapa da investigação estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Correlação entre as variáveis de *input* e *output*

	Produto Interno Bruto	Emissão de CO₂	Expectativa de vida
Formação bruta de capital fixo	0,978	-0,962	0,577
População ocupada	0,869	-0,876	0,503
Gasto com P & D	0,956	-0,958	0,646

Uma vez calculada a correlação entre as variáveis, o passo seguinte para o *stepwise* foi o cálculo da eficiência média do par que apresentou a maior correlação. Em seguida, foi observada a evolução da eficiência, com a adição das outras variáveis já definidas

previamente. Seguindo aquilo que é proposto na literatura, no caso em que a eficiência média obtida seja elevada significativamente com a adição de uma variável, essa variável deve ser mantida no processo de análise e, em caso contrário, a variável deve ser excluída.

Na Tabela 10, vista a seguir, está apresentada a evolução da eficiência média da aplicação econômica da DEA, partindo do par inicial PIB e formação bruta de capital fixo.

Tabela 10 – Eficiência média observada no *stepwise* da aplicação econômica

	Eficiência Média
PIB e formação bruta de capital fixo	0,685
Adição de gasto com P & D	0,869
Adição de população ocupada	0,893

Para proceder à análise das informações contidas na Tabela 10, foi buscada na Tabela 9 a informação de que a variável formação bruta de capital fixo compôs, juntamente com o PIB, o par inicial, uma vez que apresentou o mais elevado índice de correlação (98%).

Partindo desse par inicial, obteve-se um aumento da eficiência média, passando de 68% para 87%, com a adição da variável gasto com P & D, o que pode ser observado na Tabela 10.

Prosseguindo na análise das informações apresentadas na Tabela 10 foi possível notar que a adição da variável população ocupada ao modelo trouxe um aumento de 2% na eficiência média, o que também pode ser considerado um aumento significativo.

Desse modo, e com base nos resultados obtidos com o método *stepwise*, todas as variáveis pré-selecionadas para a aplicação econômica da DEA puderam ser mantidas, uma vez que a inclusão de cada uma delas implicou no aumento significativo da eficiência média.

No caso da aplicação ambiental da DEA, foram obtidos os valores da eficiência média vistos na Tabela 11, a seguir. Esse estudo elegeu o par inicial emissão de CO₂ e formação bruta de capital fixo, cujo índice de correlação de 96% foi o maior observado, como foi mostrado na Tabela 9.

Tabela 11 – Eficiência média observada no *stepwise* da aplicação ambiental

	Eficiência Média
Emissão de CO ₂ e formação bruta de capital fixo	0,270
Adição de gasto com P & D	0,777
Adição de população ocupada	0,777

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 11 observou-se que a variação positiva da eficiência média, com a adição da variável gasto com P & D, foi de 27% para 78%.

No entanto, ao observar a eficiência média calculada com a adição da variável população ocupada, na aplicação ambiental, foi possível concluir que essa variável não influenciou na análise da eficiência da aplicação ambiental da DEA.

Convém notar que o método *stepwise* permitiu concluir que a variável população ocupada não foi determinante para a aplicação ambiental da DEA, uma vez que sua inclusão no modelo não alterou significativamente a eficiência média calculada. Por outro lado, os resultados obtidos com este método sugeriram que a variável formação bruta de capital fixo e o gasto em P & D fossem mantidas na análise.

Por último, a Tabela 12 mostra os valores de eficiência média da aplicação social, o par inicial sugerido foi a expectativa de vida e os gastos com P & D, uma vez que foi o par que obteve o maior índice de correlação, 65%, de acordo com as informações contidas na Tabela 9.

Tabela 12 – Eficiência média observada no *stepwise* da aplicação social

	Eficiência Média
Expectativa de vida e gasto com P & D	0,268
Adição de formação bruta de capital fixo	0,956
Adição de população ocupada	0,962

Os dados vistos acima informaram que a adição da variável formação bruta de capital fixo implicou no aumento da eficiência média, que passou de 27% para 96%. Por outro lado, ficou constatado que a adição da variável população ocupada não alterou significativamente a eficiência média calculada, já que evoluiu de 95,6% para 96,2%.

O método *stepwise*, e os resultados obtidos com a sua aplicação, foram determinantes para que as variáveis gasto com P & D e formação bruta de capital fixo fossem mantidas na análise, uma vez que as suas participações no modelo trouxeram alterações na eficiência média. No entanto, ainda obedecendo ao que é sugerido na literatura que trata do *stepwise*, a variável população ocupada deveria ser excluída da DEA, já que não alterou significativamente a eficiência média calculada.

Resumidamente, o Quadro 14 traz o resultado da validação das variáveis pré-selecionadas pelo método *stepwise*.

	Aplicação Econômica	Aplicação Ambiental	Aplicação Social
Formação Bruta de Capital Fixo	Válida	Válida	Válida
População ocupada	Válida	Inválida	Inválida
Gasto com P&D	Válida	Válida	Válida

Quadro 14 – Resumo da validação das variáveis pelo método *stepwise*

A título de conclusão parcial, o método *stepwise* validou a variável formação bruta de capital fixo para todas as três aplicações da DEA. Já a variável população ocupada foi significativa apenas para a aplicação econômica, para as aplicações ambiental e social o método *stepwise* sugeriu a exclusão dessa variável. Do mesmo modo que a variável formação bruta de capital fixo, a variável gasto com P & D foi considerada válida para todas as aplicações DEA definidas.

7.2.1.3 Definição das variáveis para cada aplicação DEA

O estudo comparativo entre os resultados obtidos com a validação pela regressão linear e pelo método *stepwise* permitiu criar o Quadro 15 que resume a validade de cada variável, em cada aplicação proposta.

	Aplicação Econômica		Aplicação Ambiental		Aplicação Social	
	Regressão	Stepwise	Regressão	Stepwise	Regressão	Stepwise
Formação Bruta de Capital Fixo	Válida	Válida	Válida	Válida	Inválida	Válida
População ocupada	Inválida	Válida	Inválida	Inválida	Válida	Inválida
Gasto com P&D	Válida	Válida	Válida	Válida	Válida	Válida

Quadro 15 – Resultados da validação das variáveis, regressão e *stepwise*

A comparação entre os resultados obtidos com as duas metodologias de análise indicou que a variável formação bruta de capital fixo foi considerada válida, pela regressão linear, somente para as aplicações econômica e ambiental, ao passo que foi considerada válida pelo método *stepwise* para as três aplicações. Isso permitiu a sua participação também na aplicação social.

A variável população ocupada, não foi validada pela regressão linear para as aplicações econômica e ambiental, enquanto pelo método *stepwise* ela foi considerada válida somente para a aplicação econômica. Com isso, a variável população ocupada ficou invalidada para a aplicação ambiental, sendo, portanto, excluída.

No tocante à variável gasto com P & D, ela foi validada para as aplicações sugeridas na DEA, com base no quadro comparativo dos resultados obtidos com as duas metodologias de validação de variáveis.

Dessa maneira, depois de concluída a fase de validação das variáveis pré-identificadas, foi possível definir como deveria ser realizada cada aplicação DEA, ou seja, quais *inputs* e *outputs* seriam analisados nas aplicações econômica, social e ambiental.

Desse modo, utilizou-se a Figura 8 para ilustrar a aplicação econômica, cujos *inputs* são a formação bruta de capital fixo, a população ocupada e o gasto com P & D; o *output* é o PIB.

Figura 8 – Aplicação econômica

Na Figura 9, que ilustra a aplicação ambiental, é possível indicar que as variáveis selecionadas como *inputs* foram a formação bruta de capital fixo e o gasto com P & D, e como *output*, a emissão de CO₂.

Figura 9 – Aplicação ambiental

Aqui cabe ser feita a ressalva de que a interpretação realizada sobre a variável do nível de emissão de CO₂ diferiu das outras variáveis, uma vez que essa é uma medida do tipo quanto menor os valores obtidos, melhores os resultados alcançados. Desse modo, como um dos objetivos perseguidos no presente trabalho foi aumentar o *output* dos países (por isso foi feita a opção pela orientação para o *output*), a variável emissão de CO₂ exigiu um tratamento diferenciado.

De acordo com Seiford e Zhu (2002), variáveis de *output* que se referem a resíduos e poluentes são denominados ‘*outputs* indesejáveis’ que precisam ser reduzidos para a melhoria do desempenho dos países, e isso fez com que a variável emissão de CO₂ se enquadrasse nessa categoria. Em trabalho de sua autoria, esses mesmos autores demonstraram métodos adequados para realizar tal adaptação. Um deles implica em excluir o *output* indesejável da análise; outro sugere que o *output* indesejável seja adotado como *input*; e ainda outro método que sugere a utilização do valor inverso da variável, por exemplo: $1/y$.

Considerando que no presente trabalho não existiu a possibilidade de excluir a variável emissão de CO₂, nem de considerá-la como *input*, acrescido do fato de que o último método não refletia o verdadeiro processo produtivo, foi selecionado outro método para a execução do trabalho aqui relatado. Dito método consistiu em multiplicar cada *output* indesejável por ‘-1’. Como a análise DEA não permite adotar valores negativos, o valor obtido pela multiplicação por ‘-1’ foi somado a um vetor de translação estabelecido, garantindo, dessa maneira, que os valores obtidos se tornassem positivos.

Por último, a Figura 10 que ilustra a aplicação social, demonstra que os *inputs* utilizados são a formação bruta de capital fixo, a população ocupada e o gasto com P & D, o *output* selecionado a expectativa de vida.

Figura 10 – Aplicação social

Mais uma vez importa observar, como já foi feito anteriormente, que a utilização da variável gasto com P & D contou com defasagem de um ano, uma vez que o retorno desse tipo de gasto necessita de algum tempo para se concretizar.

7.2.2 Aplicação DEA

Após a validação e definição das variáveis, o passo seguinte consistiu na efetiva aplicação DEA que adotou o modelo BCC orientado para o *output*, uma vez que o objetivo que orientou a trabalho foi o aumento do *output* desenvolvimento sustentável.

7.2.2.1 Construção das janelas

Vale lembrar que no trabalho aqui relatado cada unidade no tempo foi considerada uma unidade distinta e, para que isso fosse possível, a DEA foi realizada adotando o método da janela.

Nesse sentido, o exemplo proposto por Cooper, Seiford e Tone (2000) foi utilizado para calcular o número de janelas e sua amplitude. Na sequência, serão apresentados os cálculos efetuados para a realização da análise de janela, que utilizaram as seguintes relações:

$$W = k - p + 1$$

$$p = \frac{k + 1}{2}$$

Onde: W = número de janelas; k = número de anos e p = amplitude da janela.

No caso do trabalho aqui relatado, o período analisado correspondeu a sete anos, o que significa que k= 7.

Então:

$$p = \frac{7 + 1}{2} = 4$$

Assim,

$$W = 7 - 4 + 1 = 4$$

Os cálculos estabeleceram que, a partir da quantidade de anos analisados, o número de janelas para a DEA seria quatro e a amplitude da janela também seria quatro.

7.2.2.2 Fronteira invertida

De um modo geral, a análise DEA pode apresentar empates entre as unidades eficientes, já que não leva em consideração fatores como o equilíbrio entre as variáveis, as informações prévias sobre os pesos, a atribuição de pesos nulos, entre outros (REINAS et al., 2011). Partindo dessa compreensão, foi necessário desenvolver métodos para conseguir discriminar essas unidades.

Para a execução da pesquisa, foi selecionado o método da fronteira invertida, que consiste nas seguintes etapas:

- 1) Trocar *inputs* e *outputs* de lugar;
- 2) Resolver o modelo resultante e

- 3) Calcular o índice composto, considerando as fronteiras clássica e invertida (LETA *et al.*, 2005).

Segundo Leta *et al.* (2005), o índice composto é calculado a partir da média aritmética entre o índice da fronteira clássica ($E_{clássica}$) e o índice da fronteira invertida subtraído de um ($1 - E_{invertida}$). Para a obtenção de valores entre 0 e 1, os resultados do índice composto devem ser normalizados.

7.2.2.3 Resultados das janelas

Por meio da análise de janelas, foi possível obter os índices de eficiência dos países estudados em cada janela e, também, um índice de eficiência média total.

A seção seguinte apresentará esses índices de cada uma das aplicações DEA, ou seja, a econômica, a ambiental e a social.

7.2.2.3.1 Aplicação econômica

Vale ressaltar que nessa aplicação foram adotados como *inputs* a formação bruta de capital fixo, população ocupada e gasto com P & D; o *output* utilizado foi o PIB. Os índices de eficiência dessa aplicação estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados de eficiência das janelas, aplicação econômica

Eficiência média	Janela				Média total	Variância
	1	2	3	4		
África do Sul	0,67	0,65	0,65	0,65	0,66	0,000
Brasil	0,98	0,98	0,99	0,99	0,98	0,000
China	0,67	0,65	0,65	0,65	0,65	0,000
Índia	0,49	0,48	0,49	0,51	0,49	0,000
Rússia	0,54	0,52	0,50	0,50	0,51	0,001

Como é possível observar, a coluna intitulada ‘variância’ demonstra que os países não apresentaram variações nos seus índices de eficiência econômica ao longo das janelas, o que significa dizer que a eficiência foi constante à medida que os anos mais antigos foram excluídos e os mais recentes foram sendo incluídos na análise.

A partir dos índices de eficiência média da Tabela 13 foi construído o *ranking* de eficiência econômica dos países BRICS, cujos resultados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – *Ranking* da eficiência econômica

Ranking de eficiência	País	Eficiência média total
1	Brasil	0,98
2	África do Sul	0,66
3	China	0,65
4	Rússia	0,51
5	Índia	0,49

É possível observar que entre os países do BRICS o Brasil foi aquele que apresentou a maior média de eficiência econômica, seguido pela África do Sul, China, Rússia e Índia em ordem decrescente de eficiência.

7.2.2.3.2 Aplicação ambiental

Na aplicação ambiental da DEA foram adotados a formação bruta de capital fixo e o gasto com P & D como variáveis de *input*; a emissão de CO₂ foi o *output* selecionado para essa aplicação, sendo que a mesma passou por uma transformação linear decrescente antes de ser utilizada, pois se trata de um *output* indesejável. Os índices de eficiência dessa aplicação estão listados na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados de eficiência das janelas, aplicação ambiental

Eficiência média	Janela				Média total	Variância
	1	2	3	4		
África do Sul	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,000
Brasil	0,88	0,90	0,91	0,93	0,90	0,000
China	0,28	0,23	0,18	0,14	0,21	0,016
Índia	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,000
Rússia	0,76	0,77	0,79	0,80	0,78	0,000

Como é possível observar, a África do Sul, Brasil, Índia e Rússia não apresentaram grandes variações nos índices de eficiência ao longo das janelas da aplicação ambiental. Desse modo, conforme os anos mais antigos foram excluídos e os mais recentes incluídos na análise, os índices de eficiência média desses países apresentaram um comportamento constante; no entanto, a China é uma exceção, com variância de 0,016, apresentou, ao longo das janelas, diminuição dos índices de eficiência.

A Tabela 16 foi construída com base nos índices de eficiência média, apresentados na Tabela 15, e teve como objetivo classificar em ordem decrescente os países do grupo BRICS no que diz respeito à eficiência ambiental.

Tabela 16 – *Ranking* da eficiência ambiental

Ranking de eficiência	País	Eficiência média total
1	África do Sul	0,99
2	Brasil	0,90
3	Índia	0,81
4	Rússia	0,78
5	China	0,21

No caso da eficiência ambiental, a China ficou posicionada atrás de África do Sul, Brasil, Índia e Rússia. É importante ressaltar que a China foi classificada como o país de menor eficiência ambiental, apresentando índice de eficiência média de 21%, muito abaixo da média do grupo de países estudados.

7.2.2.3.3 Aplicação social

Para a aplicação social da DEA foram selecionadas como variáveis de *input* a formação bruta de capital fixo, população ocupada e gasto com P & D; a expectativa de vida foi selecionado para a variável de *output*. A Tabela 17 apresenta os resultados da aplicação social.

Tabela 17 – Resultados de eficiência das janelas, aplicação social

Eficiência média	Janela				Média total	Variância
	1	2	3	4		
África do Sul	0,81	0,79	0,75	0,69	0,76	0,026
Brasil	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,000
China	0,57	0,57	0,56	0,55	0,56	0,000
Índia	0,51	0,50	0,49	0,48	0,49	0,000
Rússia	0,86	0,88	0,90	0,92	0,89	0,001

A observação da variância mostrada na Tabela 17 permitiu afirmar que os índices de eficiência não variaram, com exceção da África do Sul, que apresentou um decréscimo nos índices de eficiência calculados.

O *ranking* da eficiência social pode ser observado na Tabela 18, construída com base nos dados da Tabela 17, com o objetivo de estabelecer um *ranking* dos países no que se refere à eficiência social.

Tabela 18 – *Ranking* da eficiência social

Ranking de eficiência	País	Eficiência média total
1	Brasil	0,99
2	Rússia	0,89
3	África do Sul	0,76
4	China	0,56
5	Índia	0,49

Como se pode notar, naquilo que se refere à eficiência social média o Brasil lidera com eficiência de quase 100%; na sequência estão a Rússia, África do Sul, China e Índia, em ordem decrescente de eficiência.

7.2.3 Discussão dos resultados da DEA

Para iniciar a discussão dos resultados DEA, foi julgado oportuno apresentar duas tabelas que, juntas, serviram de base para a análise dos resultados encontrados.

A primeira, a Tabela 19, demonstra o resumo da classificação de eficiência de cada país, em cada um dos tripés da sustentabilidade analisado – o econômico, o ambiental e o social.

Tabela 19 – Classificação de eficiência média dos BRICS, anos 2001a 2007

	Aplicação Econômica	Aplicação Ambiental	Aplicação Social
África do Sul	2°	1°	3°
Brasil	1°	2°	1°
China	3°	5°	4°
Índia	5°	3°	5°
Rússia	4°	4°	2°

Com o objetivo de responder às questões que provavelmente surgiriam com os resultados demonstrados na Tabela 19, foi considerado útil construir a Tabela 20 que apresenta os dados, referente ao ano de 2007, das variáveis de *input* e *output* utilizados na DEA, para cada país.

Tabela 20 – *Input e output*, ano de 2007

	Formação bruta de capital fixo^a	População ocupada^b	Gasto com P & D^c	Produto Interno Bruto^d	Emissão de CO₂^e	Exp. de vida^f
África do Sul	38.298.311.187	13.887.854	3.975.582	178.644.321.362	433.172	51,43
Brasil	138.994.881.914	89.950.866	16.420.804	815.703.390.474	368.015	72,16
China	930.624.500.534	740.235.780	84.043.907	2.456.684.033.218	6.533.018	72,94
Índia	245.751.962.059	423.228.908	21.393.437	773.393.372.039	1.611.042	63,39
Rússia	100.484.784.168	71.473.738	19.630.811	410.505.209.128	1.536.099	67,50

Fonte: Unesco e Banco Mundial. ^aGross fixed capital formation (constant 2000, US\$); ^bLabor force - Unemployment; ^cGross domestic expenditure on R & D (constant 2005, US\$); ^dGross domestic product (constant 2000, US\$); ^eCO₂ emissions (kt); ^fLife expectancy at birth, total (years)

A ideia de apresentar apenas os dados do ano de 2007 fundamentou-se na observação do comportamento estável dos dados analisados, ano a ano, em três dos cinco países analisados; as exceções são a China (na aplicação ambiental) e a África do Sul (na aplicação social), cujos valores de variância encontrados confirmaram alterações nos dados de suas variáveis. Desse modo, é possível afirmar que, na maioria dos casos, foi observado comportamento estável dos dados e, por isso, optou-se pela apresentação dos dados do ano mais recente da análise.

Com o objetivo de ilustrar a classificação dos *inputs* e *outputs* no ano de 2007 por país, foram elaborados os seis gráficos que seguem.

O Gráfico 6 apresenta a variável formação bruta de capital fixo dos cinco países do grupo BRICS no ano de 2007.

Gráfico 6 – Formação bruta de capital fixo dos BRICS, ano de 2007

Como se pode observar no gráfico 6, a China foi o país que apresentou maior capital, seguido pela Índia, Brasil, Rússia e África do Sul.

O Gráfico 7 ilustra dos valores da população ocupada para os países do BRICS no ano de 2007.

Gráfico 7 – População ocupada dos BRICS, ano de 2007

O gráfico ajuda a demonstrar que a China foi o país que mais apresentou população ocupada, seguido pela Índia, Brasil, Rússia e África do Sul.

Por sua vez, os valores de gastos com P & D dos cinco países do BRICS no ano de 2007 estão apresentados no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Gasto de P & D dos BRICS, ano de 2007

Nota-se que a China assume a liderança no gasto com P & D, seguida pela Índia, Rússia, Brasil e África do Sul, no período considerado.

No Gráfico 9 estão apresentados os dados da variável de *output* da aplicação econômica dos cinco países do BRICS no ano de 2007.

Gráfico 9 – Produto interno bruto dos BRICS, ano de 2007

Como se pode observar, a China foi o país que apresentou maior PIB no período estudado. Na sequência vem, em ordem decrescente, Brasil, Índia, Rússia e África do Sul.

O Gráfico 10, visto abaixo, mostra os níveis de emissão de CO₂ de cada um dos países do BRICS no ano de 2007.

Gráfico 10 – Emissão de CO₂ dos BRICS, ano de 2007

Neste gráfico, se observa que a China foi apontada como o maior emissor de CO₂ do grupo e foi seguida pela Índia, Rússia, África do Sul e Brasil.

Por último, o Gráfico 11 apresenta a expectativa de vida da população de cada um dos países participantes do grupo BRICS no ano de 2007.

Neste gráfico, os dados apontam que a China e o Brasil são os países com maiores expectativas de vida da população, seguidos pela Rússia, Índia e África do Sul.

A análise individual de cada membro do grupo BRICS permitiu fazer comparações entre os países estudados. Por exemplo, foram comparados os desempenhos de países que, embora não tenham apresentado tão altos *inputs*, conseguiram alcançar a eficiência produtiva.

De acordo com a análise realizada no trabalho que fundamenta esta tese, notou-se que o Brasil é um exemplo de país que consegue fazer mais com menos, ou seja, o país consegue converter medianos *inputs*, de maneira eficiente, em altos *outputs*.

Na comparação feita entre a China e o Brasil, observou-se que esse último apresentou *inputs* inferiores, no entanto se apresentou mais eficiente do que a China em todas as aplicações DEA. O Brasil foi o país mais eficiente do grupo BRICS na aplicação social, apesar da China ter apresentado a maior expectativa de vida. Com isso, é plausível supor que a China poderia alcançar maior expectativa de vida dado os *inputs* considerados

Por sua vez, a Índia serve de exemplo de país que apresentou elevados níveis de *input* - o segundo maior do grupo -, e não alcançou satisfatórios índices de eficiência, ocupando o quinto lugar em eficiência econômica e social, e terceiro lugar em eficiência ambiental. Assim como no caso da China, quando comparada com o Brasil, a Índia demonstrou a necessidade

de otimizar o uso de seus *inputs*, para obter melhores *outputs* e, desse modo, alcançar a eficiência.

No que se refere aos níveis de *inputs*, foi valiosa a comparação feita entre a Rússia e Brasil, porque ambos apresentaram níveis medianos de *input* e, mesmo assim, o Brasil alcançou alto índice de eficiência econômica, ao contrário da Rússia. Desse modo, pode-se inferir que a ineficiência econômica demonstrada pela Rússia repousa na dificuldade do país em converter seus *inputs* no *output* PIB.

Numa segunda comparação Rússia e Brasil, envolvendo a emissão do CO₂, se observou que a Rússia emitiu cerca de quatro vezes mais CO₂ do que o Brasil emitiu. Esse dado serviu para justificar o índice de eficiência ambiental da Rússia, inferior ao mesmo índice do Brasil.

A África do Sul se constituiu num caso a parte, uma vez que esse país apresentou os menores níveis de *input* do grupo e, além disso, os níveis de *output* também foram diferentes dos outros países do grupo. Desse modo, apesar dos inferiores níveis de *input*, pode-se observar que esse país obteve o segundo lugar em eficiência econômica, primeiro lugar em eficiência ambiental e terceiro lugar em eficiência social. Isso ocorreu porque o país precisava fazer pouco investimento para produzir pouco. No entanto, é pertinente assinalar que caso a África do Sul obtenha maiores níveis de capital, trabalho e inovação tecnológica, esse país terá a oportunidade de produzir maiores níveis de desenvolvimento sustentável.

7.2.3.1 Análise individual dos países do BRICS

Após a apresentação inicial dos resultados das análises DEA, foi possível iniciar a sua discussão com a análise individual de cada país.

7.2.3.1.1 China

Retomando as informações contidas na Tabela 20, percebeu-se que a China foi o país do grupo BRICS que apresentou, no ano de 2007, o maior capital fixo, o maior contingente de mão de obra e o maior investimento em inovação tecnológica. No entanto, a aplicação econômica da DEA apontou um índice de eficiência média de 65%, de acordo com a Tabela 14, vista anteriormente.

A China, ao longo das três últimas décadas, tem apresentado um crescimento econômico rápido, passando de uma economia planificada para uma economia de mercado,

por meio das reformas adotadas em 1978 (BANCO MUNDIAL, 2011c). De acordo com o Banco Mundial (2011c), a China ocupa atualmente a posição de segunda economia mundial, com previsão de ocupar a posição de primeira potência, ultrapassando os EUA (WILSON e PURUSHOTHAMAN, 2003).

No entanto, apesar de se situar numa posição econômica confortável, quando comparada aos demais países do grupo BRICS, a análise feita nesse trabalho permitiu concluir que o país não conseguiu converter seus altos *inputs* no *output* PIB de maneira eficiente, embora a China tenha apresentado o maior PIB do BRICS.

Além do mais, a baixa eficiência econômica observada na China é justificada pelos desafios econômicos que o governo chinês tem enfrentado no que se refere a redução da taxa de poupança doméstica, crescimento de emprego para os imigrantes, redução da corrupção e, também, a necessidade de diminuição da dependência das exportações (*Central Intelligence Agency* – CIA, 2012a).

No que se refere ao aspecto ambiental, foi possível observar nos dados da Tabela 20 que a China é o dono do maior nível de emissão de CO₂, entre os países do grupo BRICS. Tem sentido, portanto, que esse país tenha sido classificado como o menos eficiente do grupo, de acordo com a Tabela 16 que indicaram uma eficiência média ambiental de 20,6% para a China.

Na literatura que foi consultada está o trabalho de Armijo (2007) para quem a escassez de recursos naturais e a poluição ambiental se constituem em dois fatores que tendem a limitar o progresso econômico da China. Um segundo autor, May (2008), acrescentou que isso pode implicar numa pegada ecológica maior do que aquele país poderia suportar. Além disso, como destacou Grumbine (2007), a composição da produção energética da China (dependente de usinas termoeletricas e carvão mineral) e o seu consumo, são aspectos preocupantes do crescimento econômico acelerado do país. De acordo com a CIA (2012a), a poluição atmosférica, a escassez e poluição da água, o desmatamento, a erosão do solo, a desertificação e o comércio de espécies ameaçadas de extinção, são os assuntos em destaque a respeito do meio ambiente da China.

Considerado uma das chaves para o sucesso econômico do país, os altos investimentos da China em P&D, comprovados nos dados da Tabela 20, tem acarretado a elevação dos níveis de emissão de CO₂. Tido como o maior do grupo BRICS nesse item, este desempenho permitiu que neste trabalho fosse considerada a possibilidade de que o país não esteja

concentrando seus esforços em tecnologias sustentáveis, que poderiam ajudar na diminuição da emissão de CO₂.

No que se refere à variável formação bruta de capital fixo, constatou-se que a China é o país do grupo BRICS que apresentou o maior valor observado e, no entanto, o país também não conseguiu converter esse *input* em desenvolvimento ambiental de maneira eficiente. Por meio dessas análises isoladas, foi possível concluir que a China não está sendo eficiente em transformar seus *inputs* produtivos em desenvolvimento ambiental; isso pode ser justificado pelo modo produtivo predatório que, por muitos anos, tem sido adotado pelo país.

Analisando a eficiência da China no que se refere ao âmbito social, foi possível reafirmar aquilo que foi posto nas análises econômica e ambiental. Ou seja, apesar de apresentar os mais altos valores de *inputs* do grupo analisado, a média da eficiência social da China, de acordo com a Tabela 18, é de apenas 56%.

É curioso observar que isso ocorreu apesar de o país ter apresentado a mais alta expectativa de vida da população do grupo, alcançando 72,9 anos. Isso serviu para demonstrar que a China tem potencialidade para alcançar uma maior expectativa de vida, dado os *inputs* considerados. A alta expectativa de vida, no entanto, não é positiva em todos os aspectos. O envelhecimento populacional chinês pode ser considerado um limite para o crescimento econômico projetado, uma vez que a tendência é a diminuição da população ocupada, por conta do aumento da longevidade e também da política do filho único, incentivada nacionalmente (QIAO, 2006).

A redução da pobreza na China, atrelada ao crescimento econômico, observada nas três últimas décadas foi, de acordo com o Banco Mundial (2011c), mundialmente reconhecida. Para Dolgikh e Kokin (2009), a China é o país que apresenta a menor taxa de desemprego e a maior capacidade de gerar emprego entre os países do grupo BRICS. Apesar disso, segundo o Banco Mundial (2011c), a redução da pobreza continua sendo um grande desafio para esse país, uma vez que junto com a ascensão econômica, veio também a migração rural-urbana, desigualdade social e a urbanização acelerada. Além disso, cabe ressaltar que a renda per capita da China se encontra abaixo da média mundial (CIA, 2012a).

Com esses altos níveis de *inputs*, juntamente com a otimização de seus usos, a China poderia ter obtido *outputs* maiores, em todos os três pilares do desenvolvimento sustentável. O que se observou foi a necessidade de ajustes significativos, no que se refere a problemas políticos, econômicos e internacionais, para o crescimento sustentável do país (BANCO MUNDIAL, 2011c; FOGEL, 2006).

Uma das constatações a que se chegou neste trabalho é que a China poderia produzir mais altos *outputs* com os mesmos *inputs* empregados. Desse modo, foi possível concluir que a China se mostrou ineficiente em transformar os seus altos *inputs* em *outputs*, tanto na análise econômica, quanto na ambiental e social.

7.2.3.1.2 Índia

Voltando aos dados apresentados na Tabela 20, e sua respectiva análise, foi possível afirmar que a Índia é o segundo país em capital fixo, em contingente de mão de obra e em investimento em inovação tecnológica. No entanto, ao observar seus índices de eficiência média, foi possível concluir que o país não vem sendo eficiente no uso de seus altos *inputs* para a formação dos seus *outputs*.

No âmbito econômico, a Índia foi o país do grupo BRICS que apresentou o menor índice de eficiência média, 49%, de acordo com a Tabela 14. Desse modo, foi possível concluir que esse país poderá alcançar, por meio da otimização do uso de seus altos *inputs*, melhores níveis de PIB e assim obter, também, melhores níveis de eficiência econômica.

De acordo com Nassif (2006), o crescimento econômico da Índia foi fundamentado entre os anos de 1985 e 1990, quando medidas políticas foram adotadas pelo governo no sentido de acabar com o cenário protecionista da indústria ineficiente e com o pouco poder competitivo no mercado global. A partir daí, foi observado o crescimento da economia indiana, uma das economias de mais rápido crescimento, com base principal na expansão dos serviços relacionados à tecnologia da informação, segundo Vieira e Veríssimo (2009). No entanto, para a CIA (2012b), as marcas das políticas autárquicas do passado ainda permanecem, as infraestruturas físicas são inadequadas, a alta inflação persiste, as altas taxas de juros e os poucos progressos nas reformas econômicas tendem a limitar o crescimento econômico do país.

Na análise ambiental, a Índia alcançou um índice de eficiência média de 81%, que pode ser observado na Tabela 16. No entanto, é plausível afirmar que tal índice poderá ser maior, caso o uso de seus *inputs* formação bruta de capital fixo e investimentos em P&D sejam otimizados, com o objetivo de diminuir a emissão de CO₂, cuja taxa atual é a segunda mais alta do grupo estudado.

Para dar sequência à análise ambiental da Índia, importa destacar que, diante do crescimento econômico apresentado naquele país, observou-se o desgaste do meio ambiente e sua vulnerabilidade às mudanças climáticas por conta da densidade populacional e pobreza,

comprometendo o sistema ecológico (BANCO MUNDIAL, 2011d). Além disso, a excessiva dependência do carvão mineral, por parte do seu setor produtivo tem exigido, segundo May (2008), investimentos em fontes de energia renováveis e, também, em alternativas energéticas para diminuir os níveis de emissão de CO₂.

No entanto, os altos investimentos em inovação tecnológica, somado aos altos níveis de emissão de CO₂ da Índia, demonstraram que os investimentos em inovação tecnológica não vêm sendo canalizados para investimentos em tecnologias sustentáveis, que poderiam ajudar na diminuição da emissão de CO₂.

Por meio da análise social da Índia, se constatou que o índice de eficiência média do país, de 49%, foi o menor do grupo BRICS, de acordo com as informações da Tabela 18. Isso foi justificado pelo fato de que, apesar do país estar em segundo lugar em níveis de *inputs* (atrás apenas da China), a Índia ocupa o posto de penúltimo lugar em expectativa de vida, com 63,4 anos, como pode ser visto na Tabela 20.

O crescimento econômico indiano trouxe, segundo May (2008), alguns benefícios sociais como, por exemplo, a elevação da renda per capita, o aumento da expectativa de vida e do índice de alfabetização e, também, a diminuição da parcela da população que vivia abaixo da linha de pobreza. Por outro lado, o Banco Mundial (2011d) relatou que a pobreza continua sendo o principal desafio da Índia, *locus* de um terço das pessoas pobres do mundo. A disparidade de renda foi observada e grande parte da população não tem se beneficiado do crescimento econômico; as limitadas oportunidades de empregos não agrícola e o escasso acesso à educação básica são alguns dos fatores apontados pela CIA (2012b).

Nesse contexto, foi possível concluir que se a Índia otimizar o uso de seus *inputs*, os seus *outputs* poderão ser melhorados e, assim, as suas eficiências, tanto econômica como ambiental e social, poderão ser alcançadas.

É de supor que alguns fatores podem estar relacionados a essa baixa eficiência apresentada pela Índia na análise realizada neste trabalho. Um deles diz respeito à necessidade da abertura comercial e outros fatores relacionados com a migração rural-urbana, a educação, meio ambiente e infraestrutura, além dos permanentes conflitos populares que devem, também, ser considerados no contexto indiano (ARMIJO, 2007; PODDAR e YI, 2007).

7.2.3.1.3 Brasil

Mais uma vez foram buscadas as informações da Tabela 20 deste trabalho para identificar que o Brasil foi o país do grupo BRICS que apresentou níveis medianos de *input* e,

ainda assim, alcançou índices de eficiência maiores que os demais países do grupo. Na análise econômica, o Brasil foi apontado como o país mais eficiente, com índice de eficiência média de 98%. Ou seja, apesar de não possuir elevados níveis de capital fixo, trabalho e inovação tecnológica, o país apresentou o segundo maior PIB do grupo e alcançou a maior eficiência econômica.

O Brasil, cuja economia lhe confere liderança na América do Sul é um país que, segundo a CIA (2012c), se caracteriza por possuir bons setores agrícola, de mineração, manufatura e serviços. Para Leme (2006), as medidas que foram adotadas com ênfase na estabilidade macroeconômica, objetivando alavancar o crescimento econômico do país, fizeram com que a inflação e a dívida pública fossem reduzidas. Assim, apesar de o Brasil ter apresentado nas últimas décadas a menor taxa de crescimento do PIB dos países do BRICS, Vieira e Veríssimo (2009) atribuíram este desempenho às medidas para esfriar a economia e conter a inflação, de acordo com a CIA (2012c). No presente trabalho, o Brasil se destacou como o país mais eficiente na aplicação econômica. Desse modo, foi possível supor que se o Brasil aumentar os seus *inputs*, sendo mantida a sua política econômica, maiores valores do *output* PIB poderão ser obtidos.

A análise ambiental do Brasil deixou claro, mais uma vez, que é possível fazer mais com menos. Apesar de apresentar níveis medianos de *input*, de acordo com os dados da Tabela 20, o país conseguiu se destacar como o país que menos emitiu CO₂ e alcançou um índice de eficiência média de 90%, de acordo com as informações da Tabela 16. Esse não foi o mais alto índice de eficiência do grupo, liderado pela África do Sul, mas foi um valor de eficiência que pode ser considerado satisfatório.

O Banco Mundial (2011b) assinalou que, muito embora o país tenha apresentado progresso na diminuição do desmatamento florestal e ter se tornado um dos líderes em negociações sobre o clima, se comprometendo, de modo voluntário, a reduzir cada vez mais as emissões de gases de efeito estufa, o Brasil tem enfrentado desafios na combinação dos benefícios do crescimento agrícola, proteção ambiental e desenvolvimento sustentável. O desmatamento da Amazônia, o comércio ilegal de espécies selvagens, a degradação do solo, a poluição da água e o derramamento de petróleo são outros problemas referentes ao meio ambiente brasileiro (CIA 2012c).

No aspecto social, o Brasil se destacou, mais uma vez, no grupo BRICS, com o maior índice de eficiência, que foi de 99%. Isso porque, apesar de apresentar *inputs* medianos, o país apresentou a segunda mais alta expectativa de vida do grupo, em torno de 72,16 anos.

Com relação ao aspecto social do Brasil, importa serem feitas algumas observações. De acordo com May (2008), por conta da herança colonial o Brasil é considerado uma das nações mais desiguais do mundo, muito embora tenha sido observada a diminuição da desigualdade de renda e, também, o alcance da menor taxa de desemprego da sua história, algo em torno de 4,7%, em dezembro de 2011, segundo dados da CIA (2012c). Por outro lado, a política de crescimento econômico estável vem beneficiando a população de baixa renda com a melhoria do bem-estar social, apesar das disparidades sociais ainda observadas. Além disso, tem ocorrido a implantação de inovadores programas sociais, que buscam o crescimento econômico inclusivo e que vem trazendo a diminuição da desigualdade social, tendo, como exemplo, o Programa Bolsa Família (BANCO MUNDIAL, 2011b).

De uma maneira geral, o Brasil se apresentou eficiente, nos aspectos econômico, ambiental e social, em transformar os seus *inputs*, mesmo que medianos, em *outputs* significativos. Isso pode ser reafirmado na posição de destaque internacional que o Brasil vem ocupando, assumindo o papel de liderança em assuntos como alterações climáticas, cooperação Sul-Sul, tecnologia agrícola, comércio, biocombustíveis, tratamento do HIV, biodiversidade e tecnologias sociais (BANCO MUNDIAL, 2011b).

7.2.3.1.4 Rússia

No que se refere aos níveis de *inputs* e *outputs* da Rússia, o país se enquadrou no grupo que possuía níveis medianos como pode ser visto na Tabela 20. Considerando seus *inputs*, o país apresentou grande semelhança com o Brasil, que também apresentou níveis medianos de *input*.

No entanto, com os dados obtidos na análise econômica, e apresentados na Tabela 14, foi possível perceber que a Rússia obteve um baixo índice de eficiência média (51%). Isso se justificou pelo fato de o país ter apresentado um baixo valor de PIB, quando comparado com os outros países do BRICS.

De acordo com a CIA (2012d), a Rússia sofreu mudanças significativas com o colapso ocorrido na extinta União Soviética, uma vez que o país deixou de se ser uma economia globalmente isolada e passou a ser uma economia baseada no mercado, ou seja, globalmente integrada. Desse modo, alguns autores como Macfarquhar (2007) reconheceram que, apesar da profunda depressão econômica ocorrida durante a década de 1990, a Rússia apresentou uma rápida expansão a partir de 1999. Segundo a opinião de outros autores, como Vieira e Veríssimo (2009), este crescimento econômico foi alcançado pelos altos preços do petróleo,

pelo crescimento da produção dos setores industriais e de serviços e, também, pelo estímulo ao mercado interno. No entanto, a Rússia ainda não atingiu a sua melhor fase econômica, uma vez que a vulnerabilidade da economia que é atribuída, principalmente, ao fato de concentrar-se exclusivamente na exploração de recursos naturais, tende a limitar o seu crescimento econômico (ARMIJO, 2007).

Na análise ambiental, a Rússia obteve o índice de eficiência média de 78%, de acordo com os dados da Tabela 16. Esse índice é justificado pelo nível de emissão de CO₂ do país, muito alto quando comparado com seus medianos níveis de *input*.

Segundo Dolgikh e Kokin (2009) e Armijo (2007), o intenso crescimento econômico observado na Rússia foi sustentado pela exploração dos recursos energéticos. Desse modo, cuidado e alerta são necessários para a problemática ambiental enfrentada pelo país, frente à sua matriz energética dependente significativamente de combustíveis fósseis; isso faz com que o nível de emissão CO₂ per capita seja semelhante aos maiores emissores mundiais e o maior entre os países do BRICS, de acordo com May (2008). O desmatamento, a erosão do solo, a contaminação do solo por uso de produtos químicos agrícolas, a contaminação da água e a falta de eficiência na gestão de resíduos sólidos urbanos são, para a CIA (2012d), outros problemas ambientais enfrentados pelo país.

No aspecto social, a Rússia obteve um índice de eficiência média de 89%, de acordo com dados da Tabela 18. Esse índice foi considerado bom, uma vez que classificou a Rússia em segundo lugar na eficiência da análise social. Essa conquista foi alcançada pelo fato de que, apesar de o país ter apresentado níveis medianos de *input*, a Rússia conseguiu ocupar o terceiro lugar em expectativa de vida do grupo BRICS de 67,5 anos, como é mostrado na Tabela 20.

De acordo com o Banco Mundial (2011e), houve ganho na melhoria das condições de vida da população russa desde a virada do século, com forte crescimento de emprego, salários e renda, para a maioria da população. Além disso, entre os anos 1999 e 2003 foi observada uma queda significativa da pobreza, posicionando o país em primeiro lugar do PIB per capita do grupo BRICS (PNUD, 2006; DOLGIKH e KOKIN, 2009). Todos esses podem ter contribuído para que a Rússia alcançasse o segundo lugar em eficiência social, no estudo aqui relatado.

No entanto, a título de conclusão, pode-se assumir a hipótese de que esse país poderá fazer mais com os seus *inputs*, para maximizar seus *outputs* e alcançar, assim, um melhor nível de eficiência. Além disso, existe a vulnerabilidade da economia russa que é devida,

principalmente, à concentração na exploração de recursos naturais. Isso também parece estar dificultando o desenvolvimento, na medida em que ela pode acarretar um processo de desindustrialização e a consequente desvalorização cambial (ARMIJO, 2007).

Sem a pretensão de fazer qualquer julgamento, não se pode ignorar o destaque que a imprensa internacional tem dado à prática da corrupção naquele país o que, pode estar se constituindo numa limitação para o seu desenvolvimento.

7.2.3.1.5 África do Sul

A África do Sul é, sem dúvida, o país dos BRICS que apresentou os menores níveis de *inputs* e *outputs*, e isso pode ser observado na Tabela 20.

Uma das iniciativas do governo sul-africano foi o lançamento de um plano estratégico para o período de 2009-2014, elegendo prioridades como crescimento econômico mais inclusivo, infraestrutura, desenvolvimento rural, segurança alimentar, reforma agrária, educação, diminuição da criminalidade, melhoria nos serviços públicos, gestão sustentável de recursos e seu uso adequado, entre outras (BANCO MUNDIAL, 2011a).

No entanto, a análise econômica realizada para esse país apontou um índice de eficiência média de 66%, de acordo com dados da Tabela 14. Isso foi justificado pelos seus baixos níveis de *inputs* e também baixo *output* PIB.

O fato é que apesar de, pouco a pouco, o país estar ganhando destaque no cenário econômico internacional, se tornando mais ativo em eventos como as reuniões do Fundo FMI e do G20 (19 maiores economias do mundo mais a União Europeia), a África do Sul ainda sofre influências da sua complexa história de opressão e violência (BANCO MUNDIAL, 2011a). Segundo relatos da CIA (2012e), é de se admitir que a infraestrutura ultrapassada da África do Sul também tende a limitar o crescimento econômico do país.

No que se refere à análise ambiental, foi possível observar que a África do Sul é considerada o país mais eficiente do grupo, com índice de eficiência média de 99%, como pode ser visto na Tabela 16. Não se constitui um grande desafio encontrar a resposta para esse alto índice de eficiência, uma vez que a África do Sul é o país que possui os menores níveis de *inputs*, sendo possível que, por isso mesmo, tenha o menor nível de emissão de CO₂ do grupo BRICS.

Os baixos níveis de emissão de CO₂ observados, quando comparados com os outros países do grupo, não descarta a existência de problemas ambientais relacionados com o observado crescimento econômico da África do Sul. Existem problemas relacionados com o

aumento do consumo de água, a poluição de rios por meio de resíduos agrícolas e urbanos, poluição do ar, erosão do solo e desertificação. Estas são, conforme relatório da CIA (2012e), as questões ambientais que estão a exigir maior atenção na atual fase do país.

No âmbito social, a África do Sul obteve um índice de eficiência média de 76%, como pode ser visto na Tabela 18, Isso, porque os baixos níveis de *input* implicaram em um baixo nível de *output* expectativa de vida (51,4 anos). De acordo com a Tabela 20, esse país apresentou a menor expectativa de vida do grupo BRICS, muito inferior à média do grupo. Por outro lado, é importante ressaltar que a baixa expectativa de vida desse país pode ser decorrente dos inúmeros casos de HIV e tuberculose, da violência, entre outros problemas herdados do regime do Apartheid (BANCO MUNDIAL, 2011a). Além da baixa expectativa de vida, o desemprego também foi considerado pela CIA (2012e) um grave problema para o desenvolvimento social do país.

Assim, é razoável afirmar que, apesar da África do Sul possuir o posto de líder em nível sub-regional e continental, o país continua com significativas diferenças de renda e riqueza. O crescimento econômico, observado no país no pós-apartheid, implicou no aumento da desigualdade social e, além disso, as altas taxas de desemprego e o acesso limitado dos pobres aos serviços básicos são problemas enfrentados por esse país (BANCO MUNDIAL, 2011a).

Desse modo, analisando as variáveis propostas, se concluiu que, caso a África do Sul consiga otimizar o uso de seus *inputs* capital fixo, trabalho e inovação tecnológica, ela disporá de mais chances para alcançar melhores níveis de desenvolvimento econômico, ambiental e social.

Capítulo 8: Conclusões

O trabalho aqui relatado e a sua realização foram inspirados na observação sobre a necessidade da humanização dos ciclos econômicos cujos estágios, que atravessam desde períodos de crescimento econômico acelerado até períodos de estagnação e declínio da economia, devem considerar as questões socioambientais.

O cenário econômico internacional vem demonstrando uma nova dinâmica no que diz respeito ao crescimento econômico acelerado de alguns países em detrimento de outros; países que em épocas passadas eram considerados potências econômicas inabaláveis, hoje vem perdendo espaço para os que, em tempos atrás, não apresentavam qualquer tipo de destaque. Como exemplo, podem ser citados alguns países da União Europeia como Grécia, Espanha, Itália e Portugal, que vêm apresentando problemas estruturais em suas economias, principalmente no que diz respeito à dívida pública. Por outro lado, merecem ser destacados os países emergentes, anteriormente chamados de países subdesenvolvidos, que nos dias de hoje vêm se destacando no cenário econômico internacional, como os países que compõem o grupo BRICS.

Durante o desenvolvimento do trabalho aqui apresentado, surgiram alguns questionamentos sobre as causas e as decorrências da sucessão de países que se destacam na hegemonia econômica. Como monitorar essa sucessão, de maneira a evidenciar aspectos que possam ser melhorados no crescimento e desenvolvimento dos novos protagonistas econômicos? A evolução da ciência pode, por meio das novas ferramentas de análise, permitir que problemas decorrentes deste crescimento sejam antecipados?

Com o intuito de buscar respostas para essas questões foram observadas algumas mudanças significativas, ocorridas ao longo dos anos e incentivadas, principalmente, pela ciência e tecnologia, que tem exigido dos governantes nacionais um posicionamento mais dinâmico frente às demandas globais. Cabe lembrar que em tempos passados a atenção destes governantes estava direcionada para o crescimento econômico, medido pelo PIB nacional. No entanto, frente às novas exigências, o crescimento econômico, por si só, não garante o atendimento de pontos relevantes no que diz respeito ao meio ambiente e ao homem. Alguns autores compartilham dessa mesma ideia, Bossel (1999) é um exemplo deles, quando

declarou que o PIB é uma medida de quão rápido os recursos são desperdiçados, não considerando, assim, aspectos vitais do desenvolvimento.

Pode-se observar que as atuais potências econômicas são, na sua grande maioria, aquelas nações que se aproveitaram da disponibilidade de mão de obra de baixo custo e da possibilidade de explorar os recursos naturais disponíveis na natureza, para elevar seus retornos financeiros, dados os baixos custos produtivos. O atual ordenamento mundial e suas exigências demonstram que o modo de crescer, antes descrito, não é mais considerado sustentável, ou seja, o crescimento econômico medido pelo PIB, já não é mais considerado como único parâmetro de desempenho das nações. As constantes batalhas por cuidados com as questões socioambientais, vêm exigindo dos países um novo comportamento capaz de assegurar mais sustentabilidade.

Entre as ações relacionadas com o cuidado ambiental podem ser citadas as exigências sobre a redução na emissão dos gases de efeito estufa, a adoção de medidas para solução dos problemas de mudanças climáticas, os tratamentos adequados para os resíduos e a proteção das espécies, animais e vegetais, em extinção. Do ponto de vista social, as melhorias no IDH (incluindo aí atenção às questões sobre saúde e educação), a equidade na distribuição de renda, a diminuição da violência, entre outros fatores, tem sido utilizados para destacar os principais pontos do desenvolvimento social de uma nação.

Nesse contexto, o que se observou foi a necessidade de vislumbrar um novo modo de crescer, e este novo modo de crescimento de nações foi entendido, ao longo da realização do presente trabalho, como o desenvolvimento sustentável. É válido retomar Pope et al. (2004) quando afirmaram que o desenvolvimento sustentável conta com uma conceituação multidimensional, uma vez que os aspectos econômicos, ambientais e sociais devem ser analisados de maneira integrada no momento de se avaliar sistemas.

Nesse contexto, e considerando a importância da inovação tecnológica para o crescimento econômico de países (defendida por Karl Marx, Joseph Schumpeter, Richard Nelson e Sidney Winter), o trabalho aqui relatado pretendeu, num primeiro momento, analisar a relação entre os investimentos direcionados à inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável, defendida por autores como Fokkema et al. (2005) e Hall e Vredenburg (2003), dos países do BRICS. A iniciativa de estudar essa relação partiu da ideia de que o crescimento econômico já não significava a garantia de bom desempenho de uma nação.

Por meio de resultados econométricos, obtidos pelas regressões lineares múltiplas, foi possível constatar que os investimentos feitos em inovação tecnológica, por parte dos países

do BRICS no período analisado, implicaram em mudanças positivas no seu desenvolvimento econômico e social. Em contrapartida, naquilo que se referia ao desenvolvimento ambiental, os investimentos em inovação tecnológica desses países, no período estudado, se mostraram diretamente associados ao aumento da emissão de CO₂. Desse modo, foi possível perceber que os investimentos em inovação tecnológica realizados pelos países do grupo BRICS podem não estar focados em tecnologias sustentáveis, capazes de diminuir os níveis de emissão de CO₂ desse grupo de países.

A análise econométrica permitiu, também, estabelecer algumas conclusões sobre os recursos produtivos adotados. A partir da modelagem da função econômica foi possível perceber, por exemplo, que o grupo BRICS, no período analisado, apresentou maior retorno econômico investindo em máquinas e equipamentos, quando comparado com o retorno obtido nos sistemas produtivos intensivos em mão de obra.

Com a modelagem da função ambiental, por outro lado, a recomendação veio no sentido de que os países do grupo BRICS reconsiderem o modo produtivo, intensivo em capital, para um modelo que busque equilíbrio com a variável mão de obra. Assim, pode ser fortalecida a expectativa de que o trabalho humano, minimizando o uso de máquinas e equipamentos, implique em desenvolvimento ambiental, alcançado por meio da diminuição dos níveis de emissão de CO₂.

Por último, com a modelagem da função social foi possível concluir que os gastos com máquinas e equipamentos do grupo BRICS, no período analisado, não foram significativos para o desenvolvimento social. A justificativa para isso pode ser encontrada no fato de que esses países ainda estejam situados na fase de acumulação de riqueza, e que o estágio de distribuição de renda ainda não tenha sido alcançado. Também foi possível perceber uma relação negativa entre trabalho e expectativa de vida da população, por meio da função social, e isso pode significar a contestação do princípio, amplamente defendido na literatura, sobre a contribuição do emprego para a qualidade de vida da população. No entanto, é razoável admitir que, para esse grupo de países, os empregos gerados ainda sejam, em alguma medida, de baixa qualidade, fato que pode estar contribuindo para a diminuição da expectativa de vida da população.

Num segundo momento da investigação, se buscou conhecer a eficiência dos países membros do BRICS na conversão dos recursos produtivos em desenvolvimento sustentável. As classificações de eficiência, nas três aplicações DEA (econômica, ambiental e social),

trouxeram alguns resultados passíveis de, no mínimo, despertar curiosidade para explorações científicas mais específicas.

Por exemplo, a China, segunda potência econômica mundial e o país do grupo BRICS que apresenta o maior crescimento econômico, não alcançou o primeiro lugar, mas sim o terceiro, na classificação da eficiência econômica. Isso pode ser explicado, por exemplo, por redução no ganho de escala dos investimentos que tem origem no surgimento de gargalos produtivos e que, no limite, pode conduzir a situação de saturação, devendo ser mais bem estudado. Por outro lado, não foi surpreendente a colocação da China em último lugar na eficiência ambiental, já que esta posição pode ser justificada pelos exagerados níveis de emissão de CO₂, além do modo produtivo predatório que há muito tempo é adotado pelo país. Na aplicação social da DEA, a China ocupou o quarto lugar em eficiência social, e esse resultado tampouco surpreendeu, levando em consideração os graves problemas sociais que o país enfrenta.

Por sua vez, a Índia ocupou o último lugar tanto na eficiência econômica quanto na social. Esses resultados podem ser considerados relativamente óbvios, uma vez que esse país se encontra num cenário de poucos progressos nas reformas econômicas e, também, num cenário social comprometido por conta da pobreza populacional. No que se refere à eficiência ambiental, o país ocupou o terceiro lugar, ficando à frente da China e Rússia (maior emissor de CO₂ e maior emissor de CO₂ *per capita* do grupo, respectivamente).

O Brasil, por outro lado, apresentou resultados positivos, uma vez que foi o mais eficiente nas aplicações econômica e social, e obteve a segunda colocação como o país mais eficiente na aplicação ambiental, do grupo BRICS. O resultado da aplicação social classificou o Brasil como líder na eficiência social, apesar dos, ainda, altos níveis de desigualdade social. Outra grata surpresa foi o Brasil ter liderado a eficiência econômica do grupo, visto que é, entre os países BRICS, o que apresenta menor taxa de crescimento econômico. Já, o segundo lugar obtido na eficiência ambiental pode ser justificado pelo fato de o Brasil ser o país do grupo BRICS que menos emite CO₂. Estes resultados induzem a conclusão de que o crescimento do PIB, menor no caso brasileiro do que de outros BRICS, pode ser resultado de um modo de produção mais humanizado, com simultâneo aumento da distribuição de renda e cuidados ambientais, o que pode ser resumido pelo termo desenvolvimento sustentável.

A Rússia ocupou o quarto lugar na eficiência econômica e ambiental e o segundo lugar na eficiência social. Apesar de o país ter apresentado uma melhoria econômica após a recessão da década de 1990, a Rússia ainda sofre com a vulnerabilidade de sua economia, o

que pode justificar a baixa classificação na eficiência econômica. Por seu turno, a baixa eficiência ambiental pode encontrar justificativa no fato de o país ser o maior emissor de CO₂ per capita do grupo BRICS, além do fato de sua economia depender, quase que exclusivamente, da exploração de recursos naturais. O segundo lugar da Rússia na eficiência social pode ser justificado pelos ganhos sociais do país, ocorridos desde a virada do século.

Por último, a África do Sul ocupou o segundo lugar na eficiência econômica, resultado surpreendente para o último país que passou a integrar o grupo BRICS e que possui o menor PIB do grupo. Na eficiência ambiental, o país ocupou o primeiro lugar e esse resultado não surpreendeu, visto que o país emite baixos níveis de CO₂ quando comparado com outros BRICS, até porque seus níveis de produção também são inferiores. O terceiro lugar na eficiência social pode ser justificado pela sensível melhora no cenário social do país, apesar da permanência dos problemas herdados da época do *Apartheid*.

A trajetória, para a realização do trabalho aqui apresentado, sofreu alguns percalços que terminaram por resultar em evoluções metodológicas. Inicialmente, o estímulo para o projeto de doutorado consistia em analisar a relação entre inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável. Considerando a relevância que o grupo BRICS passou a adquirir no cenário mundial, a proposta foi definida para analisar a relação entre a inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável do grupo BRICS.

De posse dos dados, e efetuados os testes econométricos, foi possível modelar, econometricamente, o grupo de países BRICS, o que permitiu obter conclusões sobre a relação entre a inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável para esse grupo de países. Finalizada essa primeira parte, a conclusão foi de que a análise deveria ser aprofundada.

Para o período analisado, de sete anos, a amostra era insuficiente para que se modelasse, econometricamente, cada país individualmente. A análise de eficiência do grupo BRICS, por meio da DEA, surgiu da necessidade de encontrar resultados que permitissem analisar cada país separadamente e, além disso, que possibilitassem uma análise comparativa entre eles.

A escassez de dados disponíveis em organismos internacionais foi o fator que acarretou alterações no rumo do presente trabalho e que, apesar das soluções alternativas buscadas, ainda resultou em limitações para a realização das pesquisas. Essa escassez de dados impossibilitou a realização de análises para um período superior a sete anos e, além disso, e por isso mesmo, induziu a adoção, em alguns momentos, de variáveis *proxy*, ou seja,

medições indiretas para algumas das variáveis propostas. Vale ressaltar também que, no presente trabalho, as diferenças individuais dos países não foram levadas em consideração pelo fato das mesmas serem consideradas, na maioria das vezes, subjetivas. Mesmo assim, considera-se como satisfatório o resultado final alcançado, para os propósitos aqui declarados.

O estudo comparativo sobre a eficiência em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável, para os países do BRICS, não teve a pretensão de trazer conclusões definitivas. Acredita-se que esse estudo se constituiu num passo inicial para que novas análises possam ser realizadas. É plausível admitir que, com a incorporação de outras variáveis, ou até mesmo com a substituição de algumas delas, novos resultados, e, do mesmo modo, relevantes, poderão ser encontrados. Além disso, a utilização de outros métodos de pesquisa, com novas ferramentas, também poderá ser útil na obtenção de resultados que possam ser comparados com os resultados que foram obtidos no presente trabalho.

Também, pode vir a ser contributivo o estudo de outro grupo de países, por meio do uso do mesmo método de pesquisa, para posterior comparação com os resultados aqui apresentados, procedimento que poderá trazer resultados significativos para a compreensão do desenvolvimento sustentável internacional.

Desse modo, como sugestão de trabalho futuro, que será realizado por essa pesquisadora, está a aplicação dessa mesma metodologia para os países membro do grupo G7 (Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Canadá), com o objetivo de analisar a relação entre a inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável nesses países e, também, comparar a eficiência (econômica, ambiental e social) dessas nações em converter recursos produtivos em desenvolvimento sustentável.

A partir daí, será possível comparar os resultados do estudo sobre o grupo BRICS com os resultados que serão obtidos com o estudo do grupo G7. Pretende-se, com isso, compreender a configuração do desenvolvimento sustentável mundial, comparando os principais países emergentes com as principais potências econômicas da atualidade.

É importante ressaltar que a análise comparativa da eficiência do grupo BRICS em converter recursos produtivos e inovação tecnológica em desenvolvimento sustentável parece ter sido um trabalho pioneiro, se constituindo em um passo para que análises do desenvolvimento sustentável internacional sejam cada vez mais conclusivas.

Por fim, um ponto que merece destaque, no processo de doutoramento da pesquisadora, diz respeito ao estágio na Universidade de Salamanca (Espanha), realizado no

período de quatro meses (Setembro à Dezembro de 2011) e financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Nesse período, como atividade complementar ao processo de doutoramento, foi desenvolvido o trabalho “Crescimento econômico e qualidade do emprego gerado: o caso brasileiro”, na Faculdade de Direito no Departamento de Economia Aplicada daquela universidade espanhola.

Referências Bibliográficas

ALIER, J.M. (2009). Socially Sustainable De-growth. **Development and Change – Forum** 2009, v.40(6), p.1099-1119.

ALIER, J.M. et al. (2010). Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. **Ecological Economics**, v.69, p.1741-1747.

AMORIM, C. (2010). Existe realmente o BRIC? **Revista Economia Exterior**. Espanha: ed.52, primavera de 2010.

ANDERSEN, E.S. (1994). **Evolutionary Economics, Post-Schumpeterian Contributions**, London: Pinter.

ANDRADE, D. C. (2006). **Fatores condicionantes do crescimento econômico de longo prazo na China: aspectos teóricos e investigação empírica**. Dissertação (Mestrado)–IE-UFU, Uberlândia, MG.

ARMIJO, L.E. (2007). The BRICS countries (Brazil, Russia, India, and China) as analytical category: mirage or insight? **Asian perspective**, v.31, n.4, p.7-42.

AUTANT-BERNARD, C.; GUIRONNET, J.P.; MASSARD, N. (2011). Agglomeration and social return to R&D: evidence from French plant productivity changes. **Int. J. Production Economics**, v. 132, p. 34-42.

BAGSTAD, K.J.; SHAMMIN, M.R. (2012). Can the Genuine Progress Indicator better inform sustainable regional progress? - A case study for Northeast Ohio. **Ecological Indicators**. v.18. p. 330-341.

BANCO MUNDIAL. (2011a). Disponível em:
<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/AFRICAEXT/SOUTHAFRICAEXTN/0,,menuPK:368086~pagePK:141132~piPK:141107~theSitePK:368057,00.html>>
Acesso em: jul. 2011.

BANCO MUNDIAL. (2011b). Disponível em:
<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/LACEXT/BRAZILEXTN/0,,contentMDK:20189430~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:322341,00.html>>
Acesso em: jul. 2011.

BANCO MUNDIAL. (2011c). Disponível em:
<<http://www.worldbank.org/en/country/china/overview>> Acesso em: jul. 2011.

BANCO MUNDIAL. (2011d). Disponível em:
<<http://www.worldbank.org.in/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/SOUTHASIAEXT/INDIAEXTN/0,,contentMDK:20195738~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:295584,00.html>> Acesso em: jul. 2011.

BANCO MUNDIAL. (2011e). Disponível em:
<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/ECAEXT/RUSSIANFEDERATIONEXTN/0,,contentMDK:21054807~menuPK:517666~pagePK:1497618~piPK:217854~theSitePK:305600,00.html>> Acesso em: jul. 2011.

BARBIERI, J. C. (2004). **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva.

BARRO, R J.; SALA - I – MARTIN, X. (1995). **Economic growth**. New York: Mc Graw Hill.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2010). **PIB chinês supera o do Japão no 2º trimestre**. Disponível em:
<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2010/08/100816_japao_china_pu.shtml>. Acesso em: 29 out. 2010.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012a). **Crescimento chinês volta a reduzir ritmo**. Disponível em:
<http://www.bbc.co.uk/portuguese/ultimas_noticias/2012/04/120413_china_econ_pai_rn.shtml>. Acesso em: 01 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012b). **Aumento do salário mínimo ameaça competitividade chinesa**. Disponível em:
<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/05/120528_salarios_china_fm.shtml>. Acesso em: 01 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012c). **Com PIB fraco, Brasil fica na lanterna das economias emergentes**. Disponível em:
<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/06/120601_comparacao_pib_brasil_lgb.shtml>. Acesso em: 01 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012d). **Declaração econômica estoura ‘bolha’ de entusiasmo com o Brasil no exterior.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/06/120530_brasilmania_ru.shtml>. Acesso em: 01 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012e). **Economia da Índia tem maior desaceleração em nove anos.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/ultimas_noticias/2012/05/120531_economia_india_1k_rn.shtml>. Acesso em: 04 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012f). **Índia tem crescimento econômico mais lento dos últimos três anos.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/ultimas_noticias/2012/05/120531_india_economia_rn.shtml>. Acesso em: 04 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012g). **Putin toma posse e dá sequência aos 12 anos de sua ‘era’ na Rússia.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/ultimas_noticias/2012/05/120507_putin_posse_pai_rn.shtml>. Acesso em: 04 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012h). **Brics assinam acordo de investimento e comércio em moedas locais.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/03/120329_cupula_acordo_is_ac.shtml>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012i). **Brics discutem criação de Banco de Desenvolvimento em cúpula da Índia.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/03/120327_india_dilma_is.shtml>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012j). **Brics respondem por 6% da ajuda global, diz Banco Mundial.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2012/04/120420_banco_mundial_pu.shtml>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BBC. British Broadcasting Corporation. (2012k). **Crescimento econômico da Rússia deve perder força.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2011/12/111201_artigo_brics_russia_rc.shtml>. Acesso em: 05 jun. 2012.

BELLEN, H.M.V. (2006). **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Rio de Janeiro: Editora FGV.

BERATAN, K. et al. (2004). Sustainability indicators as a communicative tool: building bridges in Pennsylvania. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 94, p.179-191.

BERGH, J.C.J.M. (2009). The GDP paradox. **Journal of Economic Psychology**, v.30, p.117-135.

BOGGIA, A. CORTINA, C. (2010). Measuring sustainable development using a multi-criteria model: A case study. **Journal of Environmental Management**, v.91, p.2301-2306.

BOGGIA, A. CORTINA, C. (2010). Measuring sustainable development using a multi-criteria model: A case study. **Journal of Environmental Management**, v.91, p.2301-2306.

BOSSEL, H. (1999). **Indicators for sustainable development: theory, method, applications; a report to the Balaton Group**. International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba, Canada.

BOSWORTH, B.; COLLINS, S. M.; VIRMANI, A. (2007). **Sources of growth in the Indian economy**. Feb. 2007. (NBER Working Paper, n. 12901).

BREETZKE, G.D. (2012). Understanding the magnitude and extent of crime in post-apartheid South Africa. **Social Identities: Journal for the Study of Race, Nation and Culture**, v.8:3, p.299-315.

BRESSER-PEREIRA, L.C. (2008). **Desenvolvimento, crescimento e salários**. Texto para discussão Escola de Economia de São Paulo/Fundação Getulio Vargas, n.169. Versão de 14 de agosto.

CHARLES, C.I. (2000). **Introdução á teoria do crescimento econômico**. Editora Campus, 2º edição.

CHARNES, A., CLARK, C.T., COOPER, W.W., GOLANY, B. (1985). A developmental study of DEA in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. air forces. **Annals of Operations Research**, v. 2, p. 95-112.

CHICOINE, L. (2012). AIDS mortality and its effect on the labor market: Evidence from South Africa. **Journal of Development Economics**, v.98, p.256–269.

CIA – Central Intelligence Agency. (2012a). Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html>> Acesso em: abr. 2012.

CIA – Central Intelligence Agency. (2012b). Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/in.html>> Acesso em: abr. 2012.

CIA – Central Intelligence Agency. (2012c). Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>> Acesso em: abr. 2012.

CIA – Central Intelligence Agency. (2012d). Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/rs.html>> Acesso em: abr. 2012.

CIA – Central Intelligence Agency. (2012e). Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/sf.html>> Acesso em: abr. 2012.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; TONE, K. (2000) **Data development analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**. Kluwer Academic Publishers, London.

COSTANTINI, V.; MONNI, S. (2007). Environment, human development and economic growth. **Ecological Economics**, v.64, p.867-880.

CRACOLICI, M.F.; CUFFARO, M.; NIJKAMP, P. (2009). The Measurement of Economic, Social and Environmental Performance of Countries: A Novel Approach. **Social Indicators Research**, v.95, n.2, p.339-356.

DAHL, A.L. (1997). **The big picture: comprehensive approaches**. In: MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds.). Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

DALY, H. (1996). **Beyond growth: The economics of sustainable development**. Boston: Beacon Press.

DANILISHIN, B.M.; VEKLICH, O.A. (2010). Genuine Progress Indicator as an Adequate Macroeconomic Indicator of Public Welfare. **Studies on Russian Economic Development**, v.21, n.6, p. 644-650.

DAVIDSON, K.M. (2010). Reporting Systems for Sustainability: What Are They Measuring? **Social Indicators Research**, DOI 10.1007/s11205-010-9634-3.

DE PAULA, L. F. R.; FERRARI FILHO, F. **Liberalização financeira e performance econômica: a experiência recente dos BRIC**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 11, 2006, Vitória. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Economia Política (SEP), 2006.

DESPOTIS, D. K. (2005). A reassessment of the human development index via data envelopment analysis. **Journal of the Operational Research Society**, v. 56, p. 969–980.

DEVUYST, D. (2001). **Introduction to sustainability assessment at the local level**. In: DEVUYST, D, editor. How green is the city? Sustainability assessment and the management of urban environments. New York: Columbia University Press; p.1-41.

DIETZ, S.; NEUMAYER, E. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. **Ecological Economics**, v.61, p. 617-626.

DOLGIKH, E.; KOKIN, S. (2009). **The chinese economy and the other BRIC countries: the comparative analysis**. In: 2009 International Conference on Management Science & Engineering. Moscow, Russia: September, p.14-16.

DRUCKER, P.F. (1986). **Inovação e espírito empreendedor: práticas e princípios**. São Paulo: Pioneira.

FAGERBERG, J. (1987) A Technology Gap Approach to Why Growth Rates Differ. **Research Policy**, v.16, p.87-99.

FAGERBERG, J. (1988). **Why growth rates differ**. IN: DOSI, Giovanni. **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers Limited. ed.2. parte 6, cap. 20, p.433-457.

FAGERBERG, J. (2002). **A Layman's Guide to Evolutionary Economics**, Working Papers 17, Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo.

FAGERBERG, J.; SRHOLEC, M. (2008). **Technology and development: unpacking the relationship (s)**. In: IV Globelics at Mexico City, September 22-24.

FAGERBERG, J.; VERSPAGEN, B. (2003). **Innovation, Growth and Economic Development: Why Some Countries Succeed and Others Don't**. Conference: Innovation Systems and development Strategies for the Third Millenium. Rio de Janeiro. Brazil.

FIC, T.; GHATE, C. (2005). The welfare state, thresholds, and economic growth. **Economic Modelling**, v.22, p.571– 598.

FOGEL, R. W. (2006). **Why China is likely to achieve its growth objectives**. Mar. 2006. NBER (Working Paper No.12122).

FOKKEMA, J.; JANSEN, L.; MULDER, K. (2005). Sustainability: necessity for a prosperous society. **International Journal of Sustainability**, v.6, n.3, p.219-228.

FOLHA DE SÃO PAULO (2010a). **Bem vindo aos anos 50: índices de renda e consumo do Brasil hoje equivalem aos níveis registrados nos Estados Unidos da década de 50**. Mariana Barbosa Marcio Aith: 31 de janeiro de 2010.

FOLHA DE SÃO PAULO (2010b). **China investe mais em pesquisa e inovação: país supera demais integrantes do Bric em recursos aplicados nessa área, aponta estudo divulgado em evento paralelo ao encontro**. Cláudia Antunes: 16 de abril de 2010.

FOLHA DE SÃO PAULO (2012a). **Alto crescimento chinês vai acabar dentro de seis anos**. Verena Fornetti: 27 de maio de 2012.

FOLHA DE SÃO PAULO (2012b). **Índia faz obra e reduz juro para salvar ano**. Fábio Zanini: 15 de maio de 2012.

FOLHA DE SÃO PAULO (2012c). **Inovação dos Brics é caminho para reescrever o capitalismo**. Vitor Sion: 12 de maio de 2012. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/43729-inovacao-dos-brics-e-caminho-para-reescrever-o-capitalismo.shtml>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

FOLHA DE SÃO PAULO. (2012d). **Eco92 x Rio+20: sem clima para utopia**. Andrea Vialli: 5 de junho de 2012.

FOLHA DE SÃO PAULO. (2012e). **Ecologia de mercado ou decrescimento?** Andrea Vialli e Eduardo Geraque: 5 de junho de 2012.

FREEMAN, C. (1982). **The economics of industrial innovation**. Londres: Pinter Publisher.

FREEMAN, C. (1996). The greening of technology and models of innovation. **Technological forecasting and social change**, v.53, n.01, September.

FREEMAN, C.; SOETE, L. (1997). **The economics of industrial innovation**. Cambridge MA.: MIT Press.

FREIRE, A. (2002). **Inovação: Novos Produtos, Serviços e Negócios para Portugal**. Lisboa: Verbo.

FURTADO, C. (1961). **Desenvolvimento e subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.

GADOTTI, M. (2000). **Pedagogia da terra**. São Paulo: Peirópolis, Série Brasil cidadão.

GALLOPIN, G.C. (1996). Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators: A system approach. **Environmental Modelling & Assessment**, n.1, p. 101-117.

GASPARATOS, A.; EL-HARAM, M.; HORNER, M. (2008). A critical review of reductionist approaches for assessing the progress towards sustainability. **Environ Impact Assess Rev**, v.28, p.286-311.

GISBERTT, F.J.G.; PALLEJÁ, R.P. (2006). **Esperanza de vida en España a lo largo del siglo XX: las tablas de mortalidad del Instituto Nacional de Estadística**. Documentos de trabajo, Fundación BBVA.

GOLANY, B.; ROLL, Y. (1989). An application procedure for DEA. **International Journal of Management Science**, v.17, n.3, p.237-250.

GROSSMAN, G. M., KRUEGER, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. **Discussion Papers in Economics**, n. 3914.

GRUMBINE, E. (2007). China's emergence and the prospects for global sustainability. **Bioscience**, v.57 (3), 249-255.

GUIMARÃES, J.R.; JANNUZZI, P.M. (2005). IDH, indicadores sintéticos e suas aplicações em políticas públicas: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n.7, n.1, p.73-90.

GUJARATI, D.N. (2000). **Econometria básica**. 3.ed. São Paulo: Saraiva.

GÜRLÜK, S. (2009). Economic growth, industrial pollution and human development in the Mediterranean Region. **Ecological Economics**, v.68, p.2327-2335.

HALL, J; VREDENBURG, H. (2003). The challenges of innovating for sustainable development. **MIT Sloan Management Review**. v.44, n.5, p.61-68.

HAMMOND, A. et al. (1995). **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, DC: World Resources Institute.

HANLEY, N.; MOFFATT, I., Faichney, R., Wilson, M., (1999). Measuring sustainability: a series of alternative indicators for Scotland. **Ecol. Econ.** 28, 55–73.

HARDI, P. (2000). **The dashboard of sustainability**. Winnipeg (Working paper).

HARDI, P., BARG, S. (1997). **Measuring sustainable development: review of current practice**. The International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.

HARDI, P.; ZDAN, T. (1997). **Assessing sustainable development: Principles in practice**. The International Institute for Sustainable Development, Winnipeg.

HAUSMAN, J.A.; TAYLOR, W.E. (1991). Panel data and unobservable individual effects. **Econometria**, Menasha, v.49, n.6, p.34-65.

HEZRI, A.A.; DOVERS, S.R. (2006). Sustainability indicators, policy and governance: Issues for ecological economics. **Ecological Economics**, v. 60, p.86-99.

HODGSON, G.M. (1993) **Economics and Evolution: Bringing Life Back into Economics**. Cambridge: Polity Press.

HOFFMANN, R. (1998). **Estatística para economistas**. 2º Ed. Revisada e Ampliada, Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais.

HOFFMANN, R. (2001). Distribuição de renda e crescimento econômico. **Estudos avançados**, v.15(41), p.67-76.

HUETING, R. (2009). Why environmental sustainability can most probably not be attained with growing production. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.525-530.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010**. Estudos e pesquisas, informação geográfica, número 7. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>> Acesso em: maio 2012.

INMAN, M. (2008). **China CO₂ emissions growing faster than anticipated**. National Geographic News.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2010). Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 7 nov. 2010.

JABBOUR, C.J.C. (2010). Tecnologias ambientais: em busca de um significado. **Revista de Administração Pública**, v.44(3), p.591-611.

JACKSON, T. (2009). **Prosperity without growth: economic for a finite planet**. Routledge, 1^o edition.

JAMROG, J.; VICKERS, M.; BEAR, D. (2006). Building and sustaining a culture that supports innovation. **Human Resource Planning**, v.29, n.3, p.9-19.

JESINGHAUS, J. (1999). **Indicators for decision making**. European Comission, JCR/ISIS/MIA, TP 361, 1-21020 Ispra (VA).

JONES, H.G. (1979). **Modernas teorias do crescimento econômico: uma introdução**. São Paulo: Editora Atlas.

JORDAAN, E. (2012). South Africa, Multilateralism and the Global Politics of Development. **European Journal of Development Research**, v.24, p.283–299.

KALLIS, G.; SCHNEIDER, F. (2008). **Well-being and ecological sustainability beyond growth d-GROWTH; collaborative project**. ICTA, Autonomous University of Barcelona.

KEMP, R.; SOETE, L. (1990). **Inside the ‘green box’: on the economics of technological change and the environment**. In: FREEMAN, C., SOETE, L. (eds.). New explorations in the economics of technological change. Londres:Pinter Publishers, 1990. p. 245-257.

KLASSEN, R. D.; WHYBARK, D. C. (1999). The impact of environmental technologies on manufacturing performance. **Academy of Management Journal**, v. 42, n. 6, p. 599-615.

KONDYLI, J. (2009). Measurement and evaluation of sustainable development: a composite indicator for the islands of the North Aegean region, Greece. **Environmental Impact Assessment Review**, v.30, p.347-356.

KUEHR, R. (2007). Environmental technologies: from a misleading interpretations to an operational categorization and definition. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p.1316-1320.

KUZNETS, S. 1955. Economic Growth and Income Inequality. **American Economic Review**, v.45, n.1.

LASTRES, H.M.M. et al. (2007). **Estudo comparativo dos sistemas nacionais de inovação no Brasil, Rússia, Índia e África do Sul (Brics)**. RedeSist, segunda versão.

LAWSON, S.; HEACOCK, D.; STUPNYTSKA, A. (2006). **Building the BRICs: infrastructure opportunities**. In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

LAWSON, S.; HEACOCK, D.; STUPNYTSKA, A. (2007). **Why the BRICs dream should be green**. In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

LEE, Y.J.; HUANG, C.M. (2007). Sustainability index for Taipei. **Environmental Impact Assessment Review**, v.27, p.505–521.

LEME, P. (2006). **The ‘B’ in BRICs: unlocking Brazil’s growth potential**. In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

LEONOVA, T.; EIGEL, M.; NATALIYA, M. (2007). **Bric countries: chalanges of decade**. In: 2007 International Conference on Management Science & Engineering. Harbin, China: August, p.20-22.

LETA, F. R.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, AND . G.; ANGULO-MEZA, L. (2005) Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, n. 2, p. 229-242.

LIARGOVAS, P.G.; FOTOPOULOS, G. (2009). Socioeconomic Indicators for Analyzing Convergence: The Case of Greece 1960–2004. **Social Indicators Research**, v.93, p.315-330.

MACFARQUHAR, R. (2007). **Russia: A smooth political transition**. In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

MAHLBERG, B. OBERSTEINER, M. (2001). **Remeasuring the HDI by data envelopment analysis**. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Interim Report IR-01-069, Laxemburg, Austria.

MANKIW, N.G. (2005). **Introdução à economia**. 3º edição. Tradução Allan Vidigal Hastings, São Paulo: Thomsom Learning Edições.

MARCUSE, R. (1964). **One dimensional man, the ideology of Industrial Society**. London: Beacon Press.

MARTENS, P.; ROTMANS, J. (2002). **Transitions in a Globalising World**, Swets & Zeitlinger B.V, Lisse.

MAY, P.H. (2008). **Como superar as contradições entre crescimento e sustentabilidade? Inovações institucionais nos BRICS**. In: DUPAS, G. Meio ambiente e crescimento econômico: Tensões estruturais. São Paulo: Ed. UNESP, 2008.

MAYR, O. (1987). **The science-technology relationship**. In: BARNES & EDGE (eds.). Science in context. Milton Keynes, The Open University Press. p.155-163.

MCQUEEN, D. NOAK, H. (1988). Health promotion indicators: current status, issues and problems. **Health Promotion**, n.3, p.117-125.

MEADOWS, D. (1998). **Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group**. Sustainability Institute, Hartland Four Corners, Vermont, USA.

MEADOWS, D.H. et al. (1972). **The limits to growth**. Nova Iorque: Universe Books.

MORAES, A.C.; BARONE, R. (2001). O desenvolvimento sustentável e as novas articulações econômica, ambiental e social. Pesquisa e Debate, v.12, n.2(20), p.119-140, São Paulo.

MORALLES, H.F. (2010). **A influência das variáveis gerenciamento, P & D e treinamento – diferido – na função de produção de empresas do setor de bens de capital brasileiro**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

MOREIRA, D.A.; QUEIROZ, A.C. (2007). **Inovação organizacional e tecnológica**. São Paulo: Thomson Learning.

MORIN, E. (1982). **Ciência com consciência**. Mem Martins, Publicações Europa-América.

MOUSSIOPOULOS, N. et al. (2010). Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece. **Cities**, v.27, p.377-384.

NASSIF, A. (2006). **A economia indiana no período 1950-2004 – Da estagnação ao crescimento acelerado: lições para o Brasil?** Rio de Janeiro: BNDES, jan. 2006. (Texto para Discussão, n. 107).

NELSON, R.R.; WINTER, S.G. (1982). **An Evolutionary Theory of Economic Change**, Cambridge, Mass: Harvard University Press.

NOBELIUS, D. (2004). Towards the sixth generation of R & D management. **International Journal of Project Management**, v.22, p.360-375.

NORDHAUS, W. D.; TOBIN, J. (1972). Is growth obsolete? **Economic Research: Retrospect and Prospect**, v.5, p.1-80.

NORMAN, M.; STOKER, B. (1991). **Data envelopment analysis: the assessment of performance**. Chichester: John Wiley.

NUNAMAKER, T.R. (1985). Using Data Envelopment Analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: A critical evaluation. **Managerial and Decision Economics**, v. 6, n. 1, p. 50-58.

O'NEILL, J. (2001). **Building better global economic BRICs**. Goldman Sachs Economic Research Group. Global Economics paper, n.66.

O'NEILL, J. (2007). **Current Answers (and questions) about BRICs and the N-11**. In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

O'SULLIVAN, A.; SHEFFRIN, S.M.; NISHIJIMA. (2004). **Introdução à economia: princípios e ferramentas**. São Paulo: Prentice Hall.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. (1992). OECD proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. **Oslo Manual**. Paris: OECD.

OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. (2005). OECD proposed guidelines for collecting and integrating technological innovation data. **Oslo Manual**. Paris: OECD, 3º edição.

OLIVEIRA, G.B. (2002). Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Revista da FAE**, Curitiba, v.5, n.2, p.37-48, maio/ago.

OLIVEIRA, S. L. (2001). **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

OLMEDO, L.J.I.; MARTÍN, E.B.; GALLARDO, E.M.P. (2009). Tres medidas complementarias de desigualdad. **Estadística Española**, v.51, n.171, p.363-394.

OLSON, R. L (1991). The greening of high tech. **The Futurist**, v. 25, n. 3, p. 28-34.
ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. (1992). **Agenda 21**. Rio de Janeiro: CMMED, 1992.

PAO, H.T.; TSAI, C.M. (2010). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. **Energy Policy**, v.38, p.7850-7860.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2006). **Human Development Report**.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2010). **Desenvolvimento Humano e IDH**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh>>. Acesso em: ago. 2010.

PODDAR, T.; YI, E. (2007). **India's rising growth potential**. In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

POPE, J.; ANNANDALE, D.; SAUNDERS, A.M. (2004). Conceptualising sustainability assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v.24, p.595-616.

PORTER, M.A. (1993). **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus.

PRESCOTT-ALLEN, R. (1999). **Assesing progress toward sustainability: the system assessment method illustrated by the wellbeing of nations**. Cambridge: IUCN.

PRICE, D.S. (1963). **Little science, big science**. Columbia, Columbia University Press.

QIAO, H.H. (2006). **Will China grow old before getting rich?** In: BRICs and beyond, Goldman Sachs Economic Research Group.

RAMANATHAN, R. (2006) Evaluating the comparative Performance of countries of the Middle East and North Africa: A DEA application. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 40, p. 156–167.

REINAS, R.I.; MARIANO, E.B.; REBELATTO, D.A.N. (2011). Custo/benefício de aeronaves: uma abordagem pela Análise Envoltória de Dados. **Produção**, v.21, n.4, p.684-695.

RAMETSTEINER et al. (2009). Sustainability indicator development - Science or political negotiation? **Ecological Indicators**, doi:10.1016/j.ecolind.2009.06.009.

RESEARCH & DEGROWTH. (2010). Degrowth Declaration of the Paris 2008 conference. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.523–524.

ROLDÁN, A.B.; VALDÉS, A.S. (2002). Proposal and application of a Sustainable Development Index. **Ecological Indicators**, v.2, p.251-256.

ROMEIRO, A. R.; SALLES FILHO, S.L. (1997). **Dinâmica de inovações sob restrição ambiental**. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Org.). Economia do meio ambiente: temas, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas: Unicamp/IE, 1997. p. 83-122.

ROMER, P. M., 1986. Increasing Returns and Long-run Growth. **Journal of Political Economy**, v.94, p.1002-1037.

ROSENBERG, N. (1979). **Tecnologia y economía**. Barcelona, editorial Gustavo Gili S.A.

RUFFONI, J.; ZAWISLAK, P.A.; LACERDA, J.S. (2004). **Uma análise comparativa entre indicadores de desenvolvimento tecnológico e de crescimento econômico para grupo de**

países. In: Anais do XXIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. Curitiba: 19 a 22 de out.

SACHS, I. (2001). **Repensando o crescimento econômico e o progresso social: o âmbito da política.** In: ARBIX, G. et al. (Orgs.). Razões e ficções do desenvolvimento. São Paulo: Editora Unesp/Edusp.

SACHS, I. (2004). **Desenvolvimento Incluyente, Sustentável, Sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond/Sebrae.

SBRAGIA, R.; MARCOVITCH, J.; VASCONCELLOS, E. (orgs.) (1996). Anais do XIX Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. São Paulo, USP.

SCHNEIDER, F. (2003). L'effet rebond. **L'e'cologiste**, v.3(4).

SCHNEIDER, F.; KALLIS, G.; ALIER, J.M. (2010). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. **Journal of Cleaner Production**, v.18, p.511-518.

SCHUMPETER, J. (1934). **The Theory of Economic Development**, Cambridge, Mass: Harvard University Press.

SCHUMPETER, J. (1937) **Preface to the Japanese Edition of "Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung"**, reprinted in SCHUMPETER, J. (1989). Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and the Evolution of Capitalism, edited by Richard V. Clemence, New Brunswick, N.J.: Transaction Publishers, p. 165-168

SCHUMPETER, J. (1939). **Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process**, v.2, New York: McGraw-Hill.

SCHUMPETER, J. (1943). **Capitalism, Socialism and Democracy**, New York: Harper.

SCHUMPETER, J. (1947) **The Creative Response in Economic History**, **Journal of Economic History**, 7: 149-159, reprinted in SCHUMPETER, J. (1989) Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and the Evolution of Capitalism, edited by Richard V. Clemence, New Brunswick, N.J.: Transaction Publishers, p.221- 271.

SEIFORD, L.M.; ZHU, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. **European Journal of Operational Research**, v.142, p.16-20.

SEN, A. (1984). **Resources, values and development**. Oxford: Blackwell.

SEN, A. (1998). Mortality as an indicator of economic success and failure. **The Economic Journal**, v.108, p.1-25.

SEN, A. (2000). A decade of human development. **Journal of Human Development**, v.1, n.1, p.17-23.

SEN, A. (2001) **Desenvolvimento como liberdade**, 1 ed. São Paulo: Companhia das letras.
SENGUPTA, A. (2001). Development policy and the right to development. **Frontline**, march 2, p.91-96.

SENGUPTA, A. (2002). Official development assistance – the human rights approach. **Economic and Political Weekly**, april 13, p.1424-1436.

SHAW, T.M. (2012). Africa's Quest for Developmental States: ‘renaissance’ for whom?. **Third World Quarterly**, v.33:5, p.837-851.

SHI, C.; HUTCHINSON, S.M.; XU, S. (2004). Evaluation of coastal zone sustainability: an integrated approach applied in Shanghai Municipality and Chong Ming Island. **Journal of Environmental Management**, v.71, p.335–344.

SICHE, R. et al. (2009). Convergence of ecological footprint and energy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study. **Commun Nonlinear Sci Numer Simulat**, v.15, p.3182-3.192.

SOUZA, N.J. (2005). **Desenvolvimento econômico**. 5° Ed. Revisada, São Paulo: Editora Atlas.

TAMAZIAN, A.; CHOUSA, J.P.; VADLAMANNATI, K.C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries. **Energy Policy**, v.37, p.246-253.

TANGUAY, G.A. et al. (2010). Measuring the sustainability of cities: an analysis of the use of local indicators. **Ecological Indicators**, v.10, p.407-418.

TEIXEIRA, D.S. (1983). **Pesquisa, desenvolvimento experimental e inovação industrial: motivações da empresa privada e incentivos do setor público**. In: MARCOVITCH, J. (coord.). Administração em ciência e tecnologia. São Paulo, Edgard Blucher. p.43-91.

THIOLLENT, M. (1994). **Pesquisa e extensão para o desenvolvimento tecnológico em contexto local**. Anais da III Conferência Interamericana de Educação em Engenharia e Tecnologia, Brasil.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. (2005). **Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change**. 3ª edição. West Sussex: John Wiley and Sons.

TORNATZKY, L.G.; FLEISCHER, M. (1990). **The processes of technological innovation**. Lexington Books.

TROSTER, R.L.; MOCHÓN, F. (2002). **Introdução à economia**. Edição revisada e atualizada. São Paulo: Makron Books.

TROYJO, M. (2012). **Brasil perde em inovação e não cresce como outros Brics**. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/redacao/2012/05/14/brasil-perde-em-inovacao-e-nao-cresce-como-outros-brics-diz-economista.jhtm>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

TSENG, C.Y. (2009). Technological innovation in the BRIC economies: a comparative study based on patent citation data demonstrates the premium these countries place on innovation. **Research-Technology Management**, v.52, n.2, p.29-35.

UNEP. United Nations Environment Programme. (2011). **Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication**. Disponível em: <www.unep.org/greeneconomy>. Acesso em: jun 2012.

Unesco. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. (1982). **Introduction à l'analyse politique em science et technologie**. Paris, UNESCO.

UNITED NATIONS. (2007). **Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies**. Third edition. New York.

UNITED NATIONS. (1998). **Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: jun. 2012.

UTTERBACK, R.T. (1994). **Mastering the dynamics of innovation: how companies can size opportunities in the face of technological change**. Boston, Havard Business Scholl Press.

VEIGA, E. J. (2003). **Desenvolvimento é sinônimo de crescimento econômico?** Disponível em: < <http://www.usp.br/feaecon/media/fck/File/007-2003-03-11.pdf>>. Acesso em: ago. 2010.

VEIGA, J.E. (2010). Indicadores de sustentabilidade. **Estudos avançados**, v.24(68), p.40-52.

VERHEEM, R. (2002). **Recommendations for Sustainability Assessment in the Netherlands**. In Commission for EIA. Environmental Impact Assessment in the Netherlands. Views from the Commission for EIA in 2002. The Netherlands.

VICTOR, P.A. (2008). **Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster**. Edward Elgar Publishing.

VIEIRA, F.V. (org.). (2009). **Economia e desenvolvimento em países emergentes: Brasil, Rússia, Índia e China – Brics**. Editora Átomo e Alínea: Campinas.

VIEIRA, F.V.; VERÍSSIMO, M.P. (2009). Crescimento econômico em economias emergentes selecionadas: Brasil, Rússia, Índia (BRIC) e África do Sul. **Economia e Sociedade**, Campinas, v.18, n.3(37), p.513-546.

VIOTTI, E.B. (2005). **Inovação e competitividade**. In REZENDE, F.; TAFNER, P. (Eds.). Brasil: o estado de uma nação. Brasília: Ipea, p.43-81.

VIOTTI, E.B.; MACEDO, M.M. (2001). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora Unicamp.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. (1996). **Our ecological footprint**. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT: New Society Published.

WALL, R.; OSTERTAG, K.; BLOCK, N. (1995). **Synopsis of selected indicators systems for sustainable development**. Report of the research project. Karlsruhe: Fraunhofer Institute for System and Innovation Research.

WILSON, D.; PURUSHOTHAMAN, R. (2003). **Dreaming with BRICs: The path to 2050**. Goldman Sachs Economic Research Group. Global Economics paper, n.99.

WILSON, J.; TYEDMERS, P.; PELOT, R. (2007). Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics. **Ecological Indicators**, v.7, p.299-314.

WOODRIDGE, J.M. (2002). **Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data**. The MIT Press.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987). **Our common future**. Oxford: Oxford University Press.

YAO, X.; WATANABE, C.; LI, Y. (2009). Institutional structure of sustainable development in BRICs: Focusing on ICT utilization. **Technology in Society**, v.31, p.9-28.

ZHEN, L. et al. (2009). Comparison of sustainability issues in two sensitive areas of China. **Environmental Science & Policy**, v.12, p.1153-1167.

Anexo 1 - Indicadores de desenvolvimento sustentável da Comissão de Desenvolvimento Sustentável

Theme	Sub-theme	Core indicator	Other indicator
Poverty	Income poverty	Proportion of population living below national poverty line	Proportion of population below \$1 a day
	Income inequality	Ratio of share in national income of highest to lowest quintile	
	Sanitation	Proportion of population using an improved sanitation facility	
	Drinking water	Proportion of population using an improved water source	
	Access to energy	Share of households without electricity or other modern energy services	Percentage of population using solid fuels for cooking
	Living conditions	Proportion of urban population living in slums	
Governance	Corruption	Percentage of population having paid bribes	
	Crime	Number of intentional homicides per 100,000 population	
Health	Mortality	Under-five mortality rate	
		Life expectancy at birth	Healthy life expectancy

			at birth
	Health care delivery	Percent of population with access to primary health care facilities	Contraceptive prevalence rate
		Immunization against infectious childhood diseases	
	Nutritional status	Nutritional status of children	
	Health status and risks	Morbidity of major diseases such as HIV/AIDS, malaria, tuberculosis	Prevalence of tobacco use
			Suicide rate
Education	Education level	Gross intake ratio to last grade of primary education	Life long learning
		Net enrolment rate in primary education	
		Adult secondary (tertiary) schooling attainment level	
	Literacy	Adult literacy rate	
Demographics	Population	Population growth rate	Total fertility rate
		Dependency ratio	
	Tourism		Ratio of local residents to tourists in major tourist regions and destinations
Natural hazards	Vulnerability to natural hazards	Percentage of population living in hazard prone areas	
	Disaster preparedness		Human and economic

	and response		loss due to natural disasters
Atmosphere	Climate change	Carbon dioxide emissions	Emissions of greenhouse gases
	Ozone layer depletion	Consumption of ozone depleting substances	
	Air quality	Ambient concentration of air pollutants in urban areas	
Land	Land use and status		Land use change
			Land degradation
	Desertification		Land affected by desertification
	Agriculture	Arable and permanent cropland area	Fertilizer use efficiency
			Use of agricultural pesticides
			Area under organic farming
	Forests	Proportion of land area covered by forests	Percent of forest trees damaged by defoliation
			Area of forest under sustainable forest management
Oceans, seas and coast	Coastal zone	Percentage of total population living in coastal areas	Bathing water quality
	Fisheries	Proportion of fish stocks within safe biological limits	
	Marine environment	Proportion of marine area protected	Marine trophic index

			Area of coral reef ecosystems and percentage live cover
Freshwater	Water quantity	Proportion of total water resources used	
		Water use intensity by economic activity	
	Water quality	Presence of faecal coliforms in freshwater	Biochemical oxygen demand in water bodies
			Wastewater treatment
Biodiversity	Ecosystem	Proportion of terrestrial area protected, total and by ecological region	Management effectiveness of protected areas
			Area of selected key ecosystems
			Fragmentation of habitats
	Species	Change in threat status of species	Abundance of selected key species
			Abundance of invasive alien species
Economic development	Macroeconomic performance	Gross domestic product (GDP) per capita	Gross saving
		Investment share in GDP	Adjusted net savings as percentage of gross national income (GNI)
			Inflation rate
	Sustainable public	Debt to GNI ratio	

	finance		
	Employment	Employment-population ratio	Vulnerable employment
		Labor productivity and unit labor costs	
		Share of women in wage employment in the non-agricultural sector	
	Information and communication technologies	Internet users per 100 population	Fixed telephone lines per 100 population
			Mobile cellular telephone subscribers per 100 population
	Research and development		Gross domestic expenditure on R&D as a percent of GDP
	Tourism	Tourism contribution to GDP	
	Global economic partnership	Trade	Current account deficit as percentage of GDP
			Share of imports from developing countries and from LDCs
		External financing	Average tariff barriers imposed on exports from developing countries and LDCs
			Net Official Development Assistance (ODA) given or received as a percentage of GNI
Consumption and production	Material consumption	Material intensity of the economy	Foreign direct investment (FDI) net inflows and net outflows as percentage of GDP
			Remittances as percentage of GNI
			Domestic material consumption

patterns	Energy use	Annual energy consumption, total and by main user category	Share of renewable energy sources in total energy use
		Intensity of energy use, total and by economic activity	
	Waste generation and management	Generation of hazardous waste	Generation of waste
		Waste treatment and disposal	Management of radioactive waste
	Transportation	Modal split of passenger transportation	Modal split of freight transport
			Energy intensity of transport

Fonte: United Nations, 2007.