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

DIOGO FERRAZ

**Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano: uma análise por
meio do *Data Envelopment Analysis (DEA)***

São Carlos

2019

DIOGO FERRAZ

**Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano: uma análise da
eficiência social por meio do *Data Envelopment Analysis (DEA)***

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 Engenharia de Produção.

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

Orientadora: Prof.^a Associada Daisy
Aparecida do Nascimento Rebelatto

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2019

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

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

F591c Ferraz, Diogo
Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano:
uma análise por meio do Data Envelopment Analysis (DEA)
/ Diogo Ferraz; orientadora Profa. Dra. Daisy Aparecida
do Nascimento Rebelatto. São Carlos, 2019.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Área de Concentração em
Economia, Organizações e Gestão Conhecimento -- Escola
de Engenharia de São Carlos da Universidade de São
Paulo, 2019.

1. Complexidade Econômica. 2. Desenvolvimento
Humano. 3. Data Envelopment Analysis (DEA). 4.
Econometria. 5. Mesoregiões. 6. Brasil. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **DIOGO FERRAZ**.

Título da tese: "Complexidade econômica e desenvolvimento humano: uma análise por meio do Data Envelopment Analysis (DEA)".

Data da defesa: 01/10/2019.

Comissão Julgadora:

Resultado:

Profa. Associada **Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto**
(Orientadora)

(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Prof. Dr. **Herick Fernando Morales**

(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado

Prof. Dr. **Enzo Barberio Mariano**

(Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/UNESP - Bauru)

Aprovado

Prof. Dr. **Dominik Hartmann**

(University of Hohenheim)

Aprovado

Profa. Dra. **Fabíola Cristina Ribeiro de Oliveira**

(Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP)

aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção:

Prof. Dr. **Marcelo Seido Nagano**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

Para

*Sandra, minha querida mãezinha, por ter lutado pela minha
educação.*

AGRADECIMENTOS

Compreender o bem-estar social, em especial no Brasil, foi o desafio que decidi enfrentar durante o doutorado. Escolhi este tema por entender que, mais importante do que o título de Doutor, seria transformar o conhecimento adquirido em algo útil, a fim de auxiliar o desenvolvimento social daqueles que têm uma origem humilde como a minha. Um país com desigualdades tão latentes, sobretudo de raça e condição sexual, constitui um ambiente ainda mais desafiador para a obtenção desta conquista. Por este motivo, eu agradeço aqueles que contribuíram durante este período, pois sem o apoio dessas pessoas, a finalização desta tese não teria sido possível:

Em primeiro lugar, para esta Força Superior presente em minha vida, pois sem fé nada faria sentido.

À minha orientadora, Profa. Associada Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto, por ser mestre em despertar a curiosidade do saber, por ser crítica e ética durante as orientações, mas acima de tudo, pela amizade, pela confiança e por ter sido uma das principais agentes de transformação na minha vida.

Agradeço aos meus pais, Sandra e Edson, por terem me escolhido e por constituírem a mais sincera fonte de amor, compreensão e apoio durante todos os dias da minha vida. Muitas vezes sem compreender minhas escolhas, confiaram e me apoiaram sem questionamentos.

Ao meu companheiro, Fernando, por nunca duvidar dos meus objetivos e por compartilhar sonhos, angústias e incertezas. Em alguns momentos, antes que eu pensasse em desistir, ele me fez acreditar que eu seria capaz de trilhar este caminho.

Aos Professores, Prof. Dr. Herick Fernando Moralles, Prof. Dr. Enzo B. Mariano, Prof. Dr. Dominik Hartmann, Profa. Dra. Fabíola Cristina Ribeiro de Oliveira, Profa. Dra. Jeanne Michel, Profa. Dra. Maria Rita Assumpção, Profa. Dra. Angela Jorge Corrêa e Prof. Dr. Lineu Carlos Maffezoli, pela valiosa troca de conhecimento, pela leitura e por contribuírem com críticas à esta tese, mas principalmente por me encorajarem na carreira acadêmica.

À equipe da Universidade de Hohenheim (Stuttgart/Alemanha), em especial, ao Prof. Dr. Andreas Pyka, Dr. Ben Vermeulen e Sra. Bianca Janic, pela acolhida no Departamento de Economia, pela troca de experiências e pelas discussões acerca do desenvolvimento econômico brasileiro.

Às verdadeiras amigas construídas, que tornaram a rotina no laboratório mais leve. Agradeço principalmente, àqueles mais próximos: Fabiana Scatolin e Francisco Sóla, Maria

Serrano, Mirian Chimirri, Marina Ribeiro, Naijela Silveira, Camila Poltronieri, Thaís Custódio, Rosane Grisotto, Juliana Menochelli, Guilherme Roiz e Allisfrank Santos. Que nossa amizade continue dando frutos e se prolongue por toda a vida.

Agradeço aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção da EESC/USP que tão bem me receberam. Em especial, à secretária Jessyca que, com muita competência, manteve todos os assuntos administrativos organizados.

Agradeço ainda a CAPES pela concessão da bolsa de estudos, muito útil para minha dedicação durante este projeto. Agradeço também ao Programa 6492 - CAPES/DAAD/CNPQ / Processo nº {88887.161388/2017-00} que possibilitou meu estágio doutoral no exterior.

Indubitavelmente, urge a necessidade de defesa das conquistas sociais que ocorreram no Brasil nas últimas décadas. É essencial defender a Universidade Pública que, desde 2003, tem se tornado um ambiente mais acessível, em especial, para os filhos daqueles que jamais sonharam em ocupar as cadeiras escolares de uma instituição como a Universidade de São Paulo. Sem o conhecimento construído nestas universidades será difícil alcançar o desenvolvimento e tornar a sociedade brasileira mais igualitária.

Por este motivo, é preciso lutar e encorajar a compreensão dos brasileiros sobre os mecanismos de desenvolvimento econômico no Brasil. Mais do que isto, é necessário entender o papel do Estado como gerador de bem-estar social, a fim de incluir aqueles que são constantemente marginalizados e socialmente calados. Esta tese foi escrita na esperança de um país mais inclusivo por meio de transformações econômicas que ofereçam a superação de mazelas sociais. Isto apenas será atingido quando todos os brasileiros obtiverem condições mínimas de desenvolvimento humano. Como disse o economista Celso Furtado, *“o ponto de partida de qualquer novo projeto alternativo de nação terá que ser, inevitavelmente, o aumento da participação e do poder do povo nos centros de decisão do país”*.

“Num país como o Brasil, manter a esperança viva é em si um ato revolucionário”.

Paulo Freire

RESUMO

FERRAZ, D. **Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano: uma análise por meio do *Data Envelopment Analysis (DEA)***. São Carlos, 2019. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A sofisticação da estrutura produtiva tem sido considerada uma importante estratégia para que os países conquistem o desenvolvimento econômico, embora a literatura careça de indicadores sociais que analisem esta relação com o desenvolvimento humano. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo mensurar a eficiência social dos países em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Neste aspecto, buscou-se responder o seguinte problema: quais regiões são eficientes em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano? Qual a relação entre a complexidade econômica e o desenvolvimento humano para diversos países e para o Brasil? Para que este objetivo fosse alcançado, as seguintes técnicas foram utilizadas: a) método *Data Envelopment Analysis (DEA)* na forma tradicional e *Slack Based Model (SBM)*, a fim de criar indicadores sociais; b) técnica da Fronteira Invertida, para desempate das unidades analisadas e; c) Econometria, para analisar a relação entre os *inputs* e os *outputs* dos modelos DEA, e para mensurar o impacto da complexidade econômica sobre os indicadores regionais gerados. Os principais resultados obtidos foram a comprovação do impacto positivo da complexidade econômica (*input*) sobre as dimensões do desenvolvimento humano (*outputs*). A mensuração do *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* mostrou que Cingapura conquistou a primeira colocação em um ranking entre cinquenta países analisados. Além disso, este indicador mostrou que diversos países latino-americanos conquistaram boa colocação, mesmo sem sofisticar a estrutura produtiva. Desta forma, a análise da economia brasileira permitiu a criação do *Indicador de Capacidades Ajustado pela Eficiência Social (CIASE)* e do *Indicador de Privação Social e Responsabilidade Financeira (DFRP)*, que levaram em consideração a riqueza e os gastos sociais das mesorregiões do Brasil. Diversas regiões pobres tiveram desempenho relativamente melhor em termos de eficiência social do que em termos de desenvolvimento humano absoluto. Além disso, verificou-se que a complexidade econômica é um fator explicativo do *CIASE* e do *DFRP* para o caso brasileiro, que pode ter maior impacto sobre o desenvolvimento humano do que os gastos sociais. Apesar das limitações de pesquisa apresentadas, acredita-se que o presente trabalho contribuiu por demonstrar a necessidade de levar em consideração a complexidade econômica para o desenvolvimento humano, em especial, no Brasil.

Palavras-chave: Complexidade Econômica, Desenvolvimento Humano; Análise por Envoltória de Dados (DEA); Econometria; Mesorregiões; Brasil.

ABSTRACT

FERRAZ, D. **Economic Complexity and Human Development: A Data Envelopment Analysis (DEA) approach.** São Carlos, 2019. Thesis (Ph.D.) – School of Engineering of São Carlos, University of Sao Paulo.

Economic Complexity is considered an important strategy for countries to achieve economic development. However, the literature lacks social indicators that analyze the relationship between economic complexity and human development. Thus, this study aims to measure the efficiency of countries in converting economic complexity into human development. In this regard, I sought to answer the following problem: which regions are efficient in converting economic complexity into human development? What is the relationship between economic complexity and human development for several countries and for Brazil? To achieve this goal, the following techniques were used: a) Data Envelopment Analysis (DEA) method in the traditional form and Slack Based Model (SBM) to create social indicators; b) Inverted Frontier technique, to break the units analyzed and; c) Econometrics, to analyze the relationship between the inputs and outputs of the DEA model, and to measure the impact of economic complexity on the generated regional indicators. The main results obtained were the proof of the positive impact of economic complexity on human development. Measurement of the Composite Index of Human Development and Economic Complexity (IDH-CE), which showed that Singapore ranked first in a ranking among fifty countries analyzed. In addition, this indicator showed that several Latin American countries achieved good placement, even without sophistication of the productive structure. Thus, the analysis of the Brazilian economy allowed the creation of the Capability Index Adjusted by Social Efficiency (CIASE) and the Deprivation and Financial Responsibility based Prioritization Index (DFRP), which took into account the wealth and social spending of the mesoregions of Brazil. The results for the case of Brazil show that several poor regions perform relatively better in terms of social efficiency than in terms of absolute human development. In addition, it was found that economic complexity is an explanatory variable of CIASE and DFRP with bigger impact than social expenditures. Despite some research limitations, it is believed that the present work contributed by demonstrating the need to take into account the economic complexity for human development, especially in Brazil.

Keywords: Economic Complexity, Human Development; Data Envelopment Analysis (DEA); Econometrics; Mesoregions; Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Concepção de um país como um sistema produtivo	28
Figura 2 Estágios do processo de desenvolvimento humano	29
Figura 3 Comparação dos modelos tradicionais e SBM.....	54
Figura 4 Desempenho socioeconômico mundial em relação a indicadores simples.	60
Figura 5 Desempenho socioeconômico mundial em relação aos indicadores compostos (Padrão e Fronteira Invertida).....	61
Figura 6 Comparação do desempenho absoluto e relativo	99
Figura 7 Permutações no ranking	101
Figura 8 Mudanças no ranking DCI e SEI	102
Figura 9 Mapas do Desempenho Socioeconômico, Brasil	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Base de dados coletada para diversos países	41
Quadro 2 Principais modelos radiais DEA na forma de multiplicadores.....	44
Quadro 3 Variáveis utilizadas para América Latina e Ásia.....	70
Quadro 4 Análise dos benchmarks em 2014, América Latina e Ásia	75
Quadro 5 Variáveis analisadas, Brasil.....	89
Quadro 6 Indicadores Primários	92
Quadro 7 Indicadores Compostos.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Matriz de correlação para o mundo	49
Tabela 2 - Estimativas econométricas para o mundo	51
Tabela 3 - Estimativas da eficiência dos modelos tradicionais e SBM	53
Tabela 4 Comparando regiões por meio de modelos tradicionais e baseados em folgas	57
Tabela 5 Matriz de correlação, América Latina e Ásia	72
Tabela 6 – Estimativas para América Latina e Ásia.....	73
Tabela 7 Eficiência e retornos de escala em 2014, América Latina e Ásia.....	74
Tabela 8 Coeficientes, p-Valor e R^2 dos outputs em relação aos <i>inputs</i>	98
Tabela 9 Estimativas dos indicadores sociais, Brasil	107
Tabela 10 Estimativas da complexidade sobre os indicadores sociais, Brasil	115

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
1.1 Tema da pesquisa.....	27
1.2 Problema de pesquisa.....	29
1.3 Objetivo da pesquisa	30
1.4 Relevância da pesquisa	30
1.5 Estrutura da tese	33
2. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO NO MUNDO	34
2.1 Complexidade, Mudança Estrutural e Inovação.....	36
2.2 Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano	39
2.3 Método.....	41
2.3.1 <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA) e Eficiência Social.....	42
2.3.2 Validação Econométrica.....	46
2.3.3 Modelos DEA e o IDH-CE.....	47
2.3.4 Fronteira Invertida	48
2.4 Resultados e Discussão.....	49
2.4.1 Resultados Econométricos.....	49
2.4.2 Análise da Eficiência em 2013	52
2.5 Considerações Finais	62
3. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO NA AMÉRICA LATINA E ÁSIA	64
3.1 Políticas públicas na Ásia	65
3.2 O caso da América Latina e do Brasil	66
3.3 Método	70
3.3.1 Análise Econométrica	71
3.4 Resultados e Discussão.....	72
3.4.1 Análise econométrica.....	72
3.4.2 Estimativas da eficiência para 2014.....	74
3.5 Considerações finais	77
4. DESENVOLVIMENTO HUMANO E COMPLEXIDADE ECONÔMICA NO BRASIL.....	79
4.1 A necessidade de novos indicadores sociais	80

4.2	Indicadores de Desenvolvimento Humano	83
4.3	Desafios recentes do Desenvolvimento Brasileiro	86
4.4	Método	88
4.4.1	Base de Dados.....	89
4.4.2	Validação econométrica no Brasil	90
4.4.4	Análise do impacto da complexidade no Brasil.....	94
4.5	Resultados e Discussão	95
4.5.1	Validação Econométrica	96
4.5.2	As diferenças no desempenho absoluto e relativo	99
4.5.3	Análise de sensibilidade.....	101
4.5.4	CIASE: uma contribuição para a análise da responsabilidade financeira.....	103
4.5.5	DFRP: análise de privação social e responsabilidade financeira.....	104
4.5.6	Analisando alguns casos	109
4.6	O impacto da complexidade no desenvolvimento humano no Brasil	113
4.7	Considerações finais	116
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
6.	REFERÊNCIAS	122

1. INTRODUÇÃO

Qualquer indivíduo em uma sociedade moderna almeja obter adequada qualidade de vida. Negros e brancos, ricos e pobres, empresários e assalariados compartilham o mesmo desejo de desenvolver a economia do país. Entretanto, o desafio que os cidadãos e governantes têm enfrentado é promover crescimento econômico sustentado e inclusivo, que gere melhores oportunidades trabalhistas, condições adequadas de saúde, educação e infraestrutura, e uma distribuição de renda equânime para todos.

Vários estudos recentes analisaram a eficiência social em que países ou regiões traduzem crescimento econômica em desenvolvimento humano (DESPOTIS, 2005a, 2005b; MORAIS e CAMANHO, 2011; REIG-MARTINEZ, 2013). Esta abordagem entende que o principal objetivo do crescimento econômico é melhorar o desenvolvimento humano para a população local. Isto ocorre por meio da expansão das capacidades, que correspondem às características que cada indivíduo deve possuir para se relacionar na sociedade (educação, saúde, condição de moradia e outros) (SEN, 2001).

Uma forma de analisar este fenômeno é por meio de indicadores sociais, demonstrando a eficiência que cada região possui em expandir as capacidades dos agentes econômicos. Esta abordagem, chamada de Eficiência Social (MARIANO et al., 2015), utiliza o método *Data Envelopment Analysis (DEA)* ou Análise por Envoltória de Dados para construir indicadores sociais que forneçam um ranking das regiões analisadas. A vantagem destes estudos é demonstrar quais são as melhores práticas encontradas, oferecendo informações relevantes para a sociedade e para os formuladores de políticas públicas. De forma simples, a eficiência social verifica como o crescimento econômico, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB), é transformado em desenvolvimento humano.

Contudo, nem todo crescimento econômico é capaz de gerar novas oportunidades para os indivíduos. Isto porque, alguns modelos de desenvolvimento não são inclusivos e não requerem a expansão das capacidades dos agentes. Por exemplo, o modelo de desenvolvimento agroexportador restringe às exportações do país apenas para produtos agrícolas com baixo valor agregado. A pouca sofisticação econômica deste modelo atinge apenas a parcela da população ligada ao setor agrícola, apresentando baixo impacto no desenvolvimento humano e tornando o mercado interno dependente da economia internacional (FURTADO, 1959). Este tipo de modelo, além de não expandir as capacidades dos indivíduos, torna a economia local economicamente vulnerável às oscilações dos preços internacionais. Por este motivo, podem ocorrer restrições financeiras que impeçam o financiamento de políticas sociais para o

desenvolvimento humano (PREBISCH, 1949; FURTADO, 1959; AGOSTIN 2009; CEPAL, 2010).

Desta forma, percebe-se que a sofisticação da economia se insere no contexto do desenvolvimento humano. A complexidade econômica de um país, ou seja, um modelo de desenvolvimento que priorize a diversificação da estrutura produtiva, por meio da produção e exportação de bens com alto valor agregado, expande as capacidades dos indivíduos e fortalece a economia. Isto ocorre porque, para que sejam exportados produtos tecnologicamente intensivos, é necessário conhecimento útil disponível, diversificação das ocupações fruto da maior diversidade de setores produtivos, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e vantagem competitiva internacional (HIDALGO e HAUSMANN, 2009; HAUSMANN et al., 2014). Neste tipo de economia, o capital humano exigido é maior, pois requer redes profissionais diversificadas como, por exemplo, engenheiros de diversos matizes (produção, mecânica, *softwares*, elétricos, ambientais) e profissionais de múltiplas áreas, como Economia, Administração e Marketing, Biotecnologia, Medicina, Direito, Contabilidade, entre outros. Além disso, a complexidade da economia cria centros urbanos, salários mais altos, melhor distribuição de renda e melhor infraestrutura produtiva (HARTMANN, 2014; HARTMANN et al., 2017; GALA et al., 2018).

Por outro lado, sabe-se que a falta de diversificação econômica torna a economia vulnerável. No caso da América Latina, é possível observar altas taxas de desemprego e de pobreza extrema (CEPAL, 2007a, 2007b, 2008). É preciso compreender ainda a importância das políticas sociais pois, além do crescimento e diversificação da economia, os gastos públicos também são essenciais para o desenvolvimento humano (DRÉZE e SEN, 1989). Países em desenvolvimento precisam investir em educação, saúde e infraestrutura para oferecer condições adequadas à sofisticação produtiva. Todavia, os gastos públicos podem se tornar limitados em momentos de crise, o que dificulta ainda mais a situação daqueles que já se encontram nas piores condições de vida.

Neste aspecto, para os países em desenvolvimento, é importante analisar se a riqueza e os gastos sociais estão sendo transformados em desenvolvimento humano. Mais do que isto, é relevante analisar quais são os determinantes que explicam a eficiência social destas regiões. Neste sentido, a complexidade econômica pode ser considerada um dos fatores explicativos, pois regiões mais complexas tornam a economia local menos vulnerável e com menor restrição financeira, o que aumenta a possibilidade de investimento público em políticas sociais para a promoção do desenvolvimento humano.

A fim de analisar a complexidade econômica e o desenvolvimento humano, esta tese propõe três principais indicadores sociais. Primeiro, foi mensurado o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* para países da América Latina, Ásia e outras nações que possuíam dados disponíveis. É preciso considerar tanto o nível de desenvolvimento humano e a complexidade econômica para entender o nível de desenvolvimento de uma país. A razão disso é que tanto o bem-estar do indivíduo quanto a sustentabilidade econômica do sistema em que os indivíduos vivem é importante. Neste sentido, o objetivo deste indicador é apontar quais nações são mais eficientes em transformar a complexidade econômica em desenvolvimento humano. Este tipo de análise contribuiu para compreender quais estratégias de desenvolvimento têm sido eficazes em gerar melhor condição de vida para a população. Em segundo lugar, a fim de analisar a relação entre riqueza, gastos sociais e desenvolvimento humano em países em desenvolvimento, foram calculados dois indicadores compostos para o Brasil: a) o *Indicador de Capacidades Ajustado pela Eficiência Social (CIASE)*, que combina um indicador absoluto de desenvolvimento humano com a eficiência social e; b) o *Indicador de Privação Social e Responsabilidade Financeira (DFRP)*, que combina a privação social absoluta com a eficiência social das mesorregiões brasileiras. O *CIASE* é importante para estabelecer um novo ranqueamento que leve em consideração, além da privação social, a eficiência dos gastos sociais no Brasil. O *DFRP* contribui para apontar quais regiões devem receber prioridade no investimento público, tendo em vista a maior privação social e melhor eficiência dos gastos sociais. Desta forma, analisou-se a complexidade econômica como um dos determinantes do *CIASE* e do *DFRP*. A próxima seção apresenta o tema de pesquisa elaborado para esta tese.

1.1 Tema da pesquisa

O tema abordado nesta tese é o estudo sobre a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano. Este fenômeno complexo envolve um conjunto de variáveis econômicas e sociais, a fim de representar a sofisticação produtiva e a expansão das capacidades dos agentes das regiões analisadas. Por este motivo, esta tese utiliza modelos econométricos, no intuito de validar a relação entre as variáveis utilizadas como *inputs* e *outputs* dos modelos de eficiência. A econometria é utilizada ainda para mensurar o impacto da complexidade econômica sobre os indicadores de eficiência mensurados para a economia brasileira (*CIASE* e *DFRP*). Além disso, a fim de construir os indicadores sociais, esta tese utilizou o *Data*

Envelopment Analysis, o que garante a homogeneidade de tratamento para os sistemas produtivos analisados.

Vale destacar que este trabalho entende como sistemas produtivos os países ou regiões sob análise. No Capítulo 2, os sistemas produtivos foram cinquenta países ao redor do mundo. No Capítulo 3, foram analisados 26 países da América Latina e Ásia. Desta forma, parte-se do pressuposto de que o objetivo destes países e regiões é transformar sua estrutura produtiva (*inputs*) em desenvolvimento humano (*outputs*), conforme apresentado pela Figura 1.

Figura 1 Concepção de um país como um sistema produtivo

Fonte: Adaptado de Mariano (2012)

Além disso, no Capítulo 4, foram analisadas 129 mesorregiões, que representam 3.734 municípios brasileiros. Tendo em vista que o Brasil é um país em desenvolvimento e com baixa complexidade econômica, primeiramente foi mensurada a eficiência social em converter riqueza e gastos sociais em desenvolvimento humano. Sendo assim, foi analisado o impacto da complexidade econômica sobre os indicadores sociais mensurados para o país.

A Figura 2 ilustra as etapas do processo de desenvolvimento humano. O Estágio 1 corresponde a transformação da complexidade econômica em riqueza e posteriormente em desenvolvimento humano (Capítulo 2 e 3). O Estágio 2 mostra que o desenvolvimento humano

pode ocorrer por meio dos gastos sociais, que são financiados pela riqueza. Neste estágio, considera-se que é possível gerar desenvolvimento humano mesmo sem complexidade econômica, por exemplo, por meio da exportação de *commodities* (Capítulo 4). Além disso, o Estágio 3 supõe que um dos determinantes dos gastos sociais pode ser a complexidade econômica (Capítulo 4), tendo em vista a menor vulnerabilidade da economia. Vale destacar que o Estágio 2 e Estágio 3 são características de economias em desenvolvimento. Finalmente, os Estágios 4a e 4b indicam que o desenvolvimento humano também pode gerar externalidades para a riqueza e para a complexidade econômica. Vale destacar que o Estágio 4 não foi analisado por esta tese, o que pode ser feito por trabalhos futuros.

Figura 2 Estágios do processo de desenvolvimento humano

Fonte: Elaborado pelo autor

1.2 Problema de pesquisa

O problema de pesquisa desta tese pode ser formulado da seguinte maneira: **Quais regiões são eficientes em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano? Qual a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano para diversos países e para o Brasil?** Este problema leva as seguintes perguntas de pesquisa:

- a) A complexidade econômica impacta o desenvolvimento humano? Quanto?;
- b) Quais países são mais eficientes em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano?;

- c) Regiões com pouca diversificação econômica são capazes de gerar desenvolvimento humano?;
- d) Os gastos sociais e a riqueza das regiões menos desenvolvidas têm sido transformados em desenvolvimento humano de forma eficiente?;
- e) A complexidade econômica é um dos determinantes do desenvolvimento humano e da eficiência social nas regiões menos desenvolvidas?;

1.3 Objetivo da pesquisa

O objetivo geral desta tese é mensurar a eficiência dos países em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Para isso, busca-se também comprovar a relação empírica deste fenômeno. Para melhor compreensão desse objetivo geral, faz-se necessária sua decomposição nos seguintes objetivos secundários:

- a) Analisar a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano, por meio de modelos econométricos;
- b) Criar um indicador de eficiência social, por meio de modelos DEA, que corresponda à transformação de complexidade em desenvolvimento humano;
- c) Analisar o papel dos gastos sociais e da riqueza para geração do desenvolvimento humano nas regiões com pouca diversificação econômica;
- d) Criar indicadores compostos que levem em consideração o desenvolvimento humano absoluto, privação social e a eficiência social
- e) Mensurar o impacto da complexidade econômica sobre os indicadores compostos criados.

1.4 Relevância da pesquisa

Diversos países têm enfrentado dificuldades em manter um crescimento econômico sustentado ao longo do tempo. Ainda mais desafiador é criar um modelo de crescimento que ofereça melhores condições de vida para toda a população. Neste sentido, a relevância desta tese decorre do entendimento de que o crescimento/riqueza econômica não é suficiente para explicar o desenvolvimento humano. Desta forma, é necessário avaliar se o modelo de desenvolvimento é voltado para a sofisticação da estrutura produtiva e se tem gerado desenvolvimento humano.

Este tipo de entendimento é ainda mais primordial para as economias emergentes. Isto porque é recorrente a formulação de políticas macroeconômicas que busquem apenas priorizar as metas de superávit primário e controle da inflação, a fim de atingir maior crescimento do Produto Interno Bruto. Contudo, estas políticas não consideram a qualidade do crescimento da economia. Em diversos países latino-americanos têm prevalecido decisões macroeconômicas de austeridade, que defendem os cortes dos gastos públicos, as privatizações de empresas Estatais e serviços públicos, e a omissão do Estado em áreas estratégicas para o desenvolvimento da nação. Isto pode dificultar o desenvolvimento econômico destes países, bem como piorar o desenvolvimento humano, mesmo em regiões que apresentaram melhoras nos indicadores sociais nas últimas décadas.

No Brasil, por exemplo, a década de 2000 foi caracterizada pelo crescimento econômico gradativo. Este crescimento foi possível devido ao *boom* dos preços das *commodities* agrícolas e produção de bens primários para a economia chinesa. Esta conjuntura favoreceu políticas públicas que ampliassem os direitos sociais da população e promovessem a elevação do desenvolvimento humano ((Bolsa Família, Minha Casa Minha Vida, Política de Valorização do Salário Mínimo, Programa Luz para Todos, Prouni). De fato, o próprio Banco Mundial considerou que mais de 29 milhões de brasileiros saíram da pobreza entre 2003 e 2014 (WORLD BANK, 2018). Embora seja possível observar avanços sociais, a falta de uma estratégia de desenvolvimento voltada para a sofisticação produtiva prejudicou a indústria nacional (BACHA, 2015). Desta forma, a recente crise econômica e política no Brasil tem colocado em cheque os avanços sociais conquistados durante as últimas décadas, sob a égide da insuficiência do orçamento público para os gastos em educação, saúde, ciência e tecnologia e previdência social.

Neste cenário, é preciso repensar as formas de crescimento, a fim de garantir o desenvolvimento econômico e humano. Por este motivo, é crucial demonstrar as melhores práticas no mundo em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. A partir dos indicadores de eficiência propostos nesta tese, é possível comprovar empiricamente quais regiões são mais eficientes e quais podem atuar como *benchmarks* (melhores práticas) para outros países. Além disso, é possível demonstrar ainda que alguns países conseguem ser eficientes em gerar desenvolvimento humano, mesmo não havendo complexidade. Contudo, este modelo não tem se mostrado eficaz para se tornar um país desenvolvido.

Desta forma, para os países em desenvolvimento, a análise dos gastos sociais e da riqueza para a geração de desenvolvimento humano é relevante em dois aspectos. Primeiro, os indicadores *CIASE* e *DFRP* podem ser utilizados por formuladores de políticas públicas, a fim

de balizar a disponibilização de recursos financeiros para as regiões mais eficientes (que sem a mensuração empírica poderiam ser consideradas ineficientes), bem como propor novas políticas públicas para as regiões que não tenham conquistado a eficiência durante o período analisado. Em segundo lugar, porque permite uma análise diferenciada do impacto da complexidade econômica sobre o desenvolvimento humano local.

Entretanto, ressalta-se que não apenas o setor público deve ter interesse nesse tema, mas também a iniciativa privada, em especial, o setor industrial. Isto porque existe relação entre a complexidade, o valor agregado dos produtos e a produtividade, o que torna o setor industrial estratégico para a geração de bens tecnológicos e para o desenvolvimento dos países. Vale destacar que setores menos intensivos em tecnologia, como por exemplo a agricultura, também podem se inserir neste cenário, tendo em vista as possibilidades de geração tecnológica por meio de novas práticas de Bioeconomia e Biotecnologia.

Ademais, tendo em vista os desafios sobre a complexidade econômica, esta tese se insere no campo de pesquisa da Engenharia, em especial, na área de Engenharia de Produção. Isto porque, boa parte da inovação gerada está associada aos engenheiros do setor industrial. Sendo assim, sem uma economia diversificada, torna-se difícil gerar empregos de qualidade para jovens engenheiros no Brasil. Segundo Luintel e Khan (2017), em 31 países emergentes, 89% dos pesquisadores e engenheiros estão empregados na área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), caracterizada por ser tecnologicamente intensiva e condutora do aumento da complexidade econômica nos países desenvolvidos. Portanto, as áreas de Engenharia e P&D das empresas precisam estar atentas às externalidades causadas pelos investimentos em inovação, sobretudo, no que se refere à complexidade econômica e, consequentemente, aos efeitos sobre o desenvolvimento humano dos indivíduos.

Por fim, espera-se que este trabalho coloque luz sobre a importância de compreender o desenvolvimento econômico não apenas pela ótica do crescimento do Produto Interno Bruto ou do ajuste das contas públicas, mas sim pela necessidade de criar novos setores de atividade e novos produtos, diversificando a pauta de exportação do país e gerando desenvolvimento humano. Espera-se que os resultados encontrados conscientizem os formuladores de políticas públicas, empresários e da sociedade em geral, gerando uma reflexão mais profunda sobre o desenvolvimento dos países.

1.5 Estrutura da tese

Além deste capítulo introdutório, a presente tese apresenta outros cinco capítulos, que se encontram a seguir. No Capítulo 2 é apresentado o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* para cinquenta países com dados disponíveis. Este capítulo se inicia com revisões bibliográficas sobre crescimento econômico, complexidade econômica e desenvolvimento humano. O capítulo apresenta ainda os modelos DEA tradicionais e o *Slack Based Model (SBM)*, bem como os modelos econométricos estimados. Por fim, o capítulo discute os resultados encontrados para o novo indicador.

O Capítulo 3 apresenta uma nova análise do *IDH-CE* para países da América Latina e Ásia. É importante comparar a América Latina e a Ásia, tendo em vista o histórico de desenvolvimento das duas regiões. Neste sentido, as duas primeiras seções discutem algumas políticas de desenvolvimento nos países asiáticos e as características da América Latina e do Brasil. Posteriormente, o capítulo discorre sobre os procedimentos metodológicos efetuados, como o modelo econométrico proposto e o modelo DEA utilizado. Por fim, discute os resultados encontrados.

O Capítulo 4 traz uma análise das mesorregiões brasileiras. Inicialmente, o capítulo revisa os indicadores de desenvolvimento humano utilizados pela literatura. Então, novos indicadores primários e compostos são apresentados, a fim de combinar o conceito de desenvolvimento humano absoluto e eficiência social (*CIASE* e *DFRP*). O capítulo traz ainda o método utilizado para a análise, a fim de validar a relação entre as variáveis utilizadas (econometria) e o modelo de eficiência proposto (DEA). Ainda no método, é apresentado um modelo econométrico para avaliar o efeito da complexidade econômica sobre os indicadores criados neste capítulo. Posteriormente, discutem-se os resultados da eficiência para cada indicador criado, apresentam-se alguns casos regionais que possam explicar o ranqueamento das mesorregiões analisadas e, por fim, discute-se o impacto da complexidade econômica sobre estes indicadores.

Finalmente, o Capítulo 5 aborda as conclusões gerais desta tese. O objetivo deste capítulo é alinhar os resultados encontrados nos capítulos anteriores, discorrendo sobre as limitações encontradas e os aspectos que podem ser considerados por estudos futuros.

2. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO NO MUNDO

É preciso pensar em formas de gerar desenvolvimento econômico, ampliando as capacidades dos cidadãos, a fim de gerar desenvolvimento humano para todos. Entretanto, o crescimento econômico geralmente é visto como a única forma de uma nação alcançar o desenvolvimento econômico e/ou humano. Segundo Oliveira (2002), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Gini surgiram para complementar o conceito de progresso econômico visto pela ótica do Produto Interno Bruto (PIB).

Crescimento econômico significa o simples crescimento da renda, podendo estar relacionado ou não ao desenvolvimento. Por outro lado, crescimento não indica desenvolvimento automático, muito menos melhora nas condições de vida da população. Para Schumpeter (1934), desenvolvimento econômico se traduz em transformações sociais e políticas dentro de um país. O desenvolvimento teve início com a indústria de transformação, evoluindo para a indústria manufatureira, que se diferenciou a partir do surgimento dos setores têxtil, energia, ferrovias, aço, produtos químicos, eletricidade, carros, aviões, etc. Note que estes avanços tendem aumentar a qualidade de vida. Por último, em diversos países os empregos no setor de serviços ultrapassaram os postos de trabalho na produção (SAVIOTTI e PYKA, 2013).

A literatura econômica tem dado atenção aos estudos sobre desenvolvimento econômico e humano, por entender que esta é uma relação complexa, pois embora seja necessário que a economia cresça, o aumento na qualidade de vida ou o desenvolvimento dos indivíduos da sociedade são fatores mais importantes.

Desenvolvimento humano pode ser compreendido como o processo de expansão das liberdades individuais, o que se refere às capacidades das pessoas em tomar decisões (SEN, 2001). Isto torna necessário garantir padrões mínimos de educação, saúde, saneamento básico e renda (HARTMANN, 2014).

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano (HDR, 2016), este fenômeno é o processo de expansão das liberdades para todos os seres humanos. Essas liberdades têm dois aspectos fundamentais: liberdade de agência, representada por voz e autonomia, e liberdade de bem-estar, representada por funcionalidades e capacidades. As funções são as diversas coisas que uma pessoa pode ter ou fazer (ser feliz, ser bem nutrida e ter uma boa saúde). As capacidades são um conjunto de operações essenciais para o agente na sociedade (SEN, 2001).

Para Sen (2001, p. 17), o desenvolvimento envolve aspectos econômicos e sociais, para promover a expansão de liberdades dos agentes. Quando as liberdades se expandem, os agentes

desfrutam atividades livremente escolhidas e valorizadas. Existem cinco tipos de liberdades: aquelas ligadas aos direitos políticos (voto, liberdade de expressão), ao consumo (disponibilidade para produzir, trocar ou consumir), às oportunidades sociais (educação, saúde, saneamento básico), à transparência (confiança mútua que existe na sociedade) e a segurança protetora (benefícios sociais, como o seguro desemprego ou a previdência) (SEN, 2001). Por isso, Sen (2001) argumenta que os agentes devem possuir “funcionamentos” e “capacidades”.

“Funcionamentos” são coisas que o agente julga valioso ter, fazer ou ser. São obtidos quando uma pessoa tem boa alimentação, é capaz de ler e compreender textos ou possui renda. Por este motivo, a pobreza é um fator multidimensional, causada pela privação de “funcionamentos” (SEN, 2001, p. 109). “Capacidades” é o conjunto de “funcionamentos”, essenciais para o agente, no contexto que ele está inserido. Quanto mais “funcionamentos” maior será a “capacidade” do agente (SEN, 2001).

Note que a abordagem teórica de Amartya Sen é relevante para este estudo, pois permite avaliar como o desenvolvimento econômico expande as capacidades e os funcionamentos dos cidadãos. Por exemplo, a educação deixa de ser vista como um mero mecanismo de obtenção da renda (SCHULTZ, 1961, 1971; MINCER, 1974; BECKER, 2009), e passa a oferecer condições para que o indivíduo possua liberdade para fazer suas escolhas e se desenvolver.

A partir da concepção de Amartya Sen, Hartmann (2014) argumentou que a região onde uma pessoa vive influencia suas “capacidades”. Os empregos gerados nos centros urbanos, geralmente, são tecnologicamente intensivos, exigindo maior capacitação técnica (educação) e uma rede de conhecimento compartilhada por diversos agentes.

Os centros urbanos também exigem o desenvolvimento de infraestrutura, saneamento básico, tecnologia de informação, bem como bons centros hospitalares. Estes fatores tornam a sociedade mais interligada e complexa. Por isso, para Hartmann (2014), a complexidade econômica influencia as capacidades dos agentes e, conseqüentemente, o desenvolvimento humano. A abordagem da complexidade econômica argumenta que os países com alta renda per capita se caracterizam pela diversificação de sua agenda de exportação e o grau em que produtos intensivos em tecnologia podem ser exportados (TACCHIELLA et al., 2013).

Hausmann et al. (2014) e Gala (2017) defendem que economias complexas são aquelas capazes de gerar grande quantidade de conhecimento por meio de uma rede de pessoas, a fim de gerar uma grande variedade de produtos intensivos em conhecimento. Segundo Hausmann et al. (2014), a complexidade econômica define a estrutura produtiva de uma nação, influenciando a capacidade de produzir máquinas, equipamentos médicos e outros produtos de alta tecnologia. Neste sentido, a restrição na estrutura produtiva é responsável por gerar

problemas de crescimento econômico, emprego e distribuição de renda. Desta forma, as transformações na estrutura produtiva influenciam o desenvolvimento humano de um país.

2.1 Complexidade, Mudança Estrutural e Inovação

Muitos setores econômicos foram criados desde a Revolução Industrial, alterando os bens produzidos e os atores sociais durante o processo de desenvolvimento econômico (SAVIOTTI e PYKA, 2013, p. 1500). Isto é importante porque, segundo Prebisch (1949) e Furtado (1959), a restrição da estrutura produtiva era responsável por gerar problemas na distribuição da renda e do emprego em um país.

De acordo com a Teoria Cepalina (Estruturalista) (PREBISCH, 1949; FURTADO, 1959), os países podem ser separados em dois grupos: o centro e a periferia. No centro estão os países que possuem especialização na exportação de produtos industrializados, por exemplo, os Estados Unidos e países europeus. Na periferia se encontram os países exportadores de matérias-primas (madeira, carvão, commodities agrícolas, entre outros) e são representados por países latino-americanos e outros. Evidentemente, existem trocas entre estes dois grupos, pois o centro exporta produtos tecnológicos e importa matéria-prima da periferia, e vice-versa.

Para os economistas cepalinos, existe uma concentração dos ganhos de produtividade nos países do centro, gerando uma deterioração dos termos de troca dos países periféricos. Em outras palavras, os países da periferia estariam sempre em desvantagem para adquirir os bens industrializados oferecidos pelo centro. Desta forma, a escola cepalina sugere que o livre comércio não seria a melhor estratégia para os países periféricos, a fim de gerar desenvolvimento econômico, que só seria possível por meio da industrialização (PREBISCH, 1949; FURTADO, 1959).

De acordo com o Fundo Monetário Internacional - FMI (2017), fatores estruturais, como o valor agregado da agricultura, indústria e serviços, população urbana, níveis educacionais e padrões demográficos sob a taxa de fertilidade e mortalidade, estão associados ao desenvolvimento econômico e desempenham um papel importante na explicação da desigualdade entre países. Estudos recentes retomaram esta questão, por meio da análise da pauta de exportações, utilizada para medir o padrão de diversificação da estrutura produtiva de um país (HIDALGO et al., 2007), o crescimento econômico (HIDALGO e HAUSMANN, 2009; HAUSMANN et al., 2014) e a distribuição de renda (HARTMANN, 2014; HARTMANN et al., 2015).

Segundo Ferrarini e Scaramozzino (2016), as economias desenvolvidas mostram maior crescimento do PIB devido à sua vantagem comparativa e produção de bens mais complexos, que estão interligados por um conjunto mais amplo de produtos, setores, indústrias e conhecimento disponível. Neste sentido, Hidalgo e Hausmann (2009) comprovaram que a diversificação econômica conduz o país ao crescimento econômico e à elevação da renda no longo prazo.

Para Hausmann et al. (2014, p. 18), a complexidade define a estrutura produtiva de uma nação. A capacidade de produzir maquinários, equipamentos médicos e outros produtos de alta tecnologia, torna os países mais complexos do que aqueles que exportam apenas *commodities*. Nações com baixa diversificação são capazes de exportar menos produtos e com menor intensidade tecnológica (TACCHELLA et al., 2013; GALA, 2017).

Outra forma de interpretar a Complexidade Econômica de um país é compreender que os tipos de produtos desenvolvidos decorrem de uma multiplicidade de conhecimento disponível. Em uma economia complexa, indivíduos em uma variedade de empregos (finanças, marketing, tecnologia, recursos humanos, operações, leis) precisam interagir e combinar seus conhecimentos para fazer produtos sofisticados. Sem esse conhecimento disponível, os países não conseguem produzir bens com valor agregado e gerar riqueza (HAUSMANN et al., 2014).

A importância da exportação de produtos de alta tecnologia ocorre devido a vantagem competitiva na economia global. Quanto maior a aptidão para produzir bens complexos, maior a probabilidade de haver rendimento relativamente elevado em relação aos países com menor aptidão (TACCHELLA et al., 2013). Países capazes de produzir bens tecnológicos, com exportação diversificada, tornam o mercado interno mais dinâmico, o que requer capacidades mais sofisticadas e raras. Por outro lado, os países dependentes de *commodities* aumentam a volatilidade macroeconômica, impulsionada por preços imprevisíveis e pela volatilidade da taxa de câmbio real, que desencoraja o investimento em bens e serviços comercializáveis (AGOSIN, 2009; FERRARINI e SCARAMOZZINO, 2016; NKURUNZIZA et al., 2017).

Uma forma comum de verificar o grau de complexidade de um país é pelo Índice de Complexidade Econômica (ECI), calculado a partir dos dados das Nações Unidas (HIDALGO e HAUSMANN, 2009). O ECI mostra as características de produção por meio das exportações. Quanto maior o ECI, mais diversificada a pauta de exportações e mais complexa será a economia. Contudo, este índice recebeu críticas sobre sua formulação teórica e matemática (TACCHELLA et al., 2013). Outra forma de analisar a complexidade de um país é mensurando a participação de cada setor econômico no Produto Interno Bruto (PIB) local, utilizando modelos de regressão linear ou criando indicadores econômicos. Isto pode ser válido

especialmente para países com alta dependência de um determinado setor, por exemplo, o setor petrolífero na Venezuela e nos Emirados Árabes Unidos (OSSMAN, 2016). Além disso, é possível analisar a sofisticação econômica por meio da capacidade de exportar produtos de alta tecnologia e os gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), fatores fundamentais para que a complexidade econômica aconteça.

Os gastos em P&D são importantes, pois para que ocorra diversificação e exportação de produtos de alta tecnologia é necessário inovar. Empresas que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento, geram produtos de melhor qualidade, criam novas rotinas e tornam-se mais eficientes no ambiente produtivo. Para Saviotti e Pyka (2004), as atividades de pesquisa fornecem o conhecimento necessário para a criação das inovações. Os novos setores e a melhora no produto compensam a diminuição da capacidade dos setores estabelecidos, gerando novos postos de trabalho de mão de obra especializada (SAVIOTTI e PYKA, 2013).

Segundo Saviotti e Pyka (2004, p. 5), P&D é o exemplo mais comum, embora não seja o único, das atividades de pesquisa e inovação que ocorrem nas empresas. Para Morales e Rebelatto (2016), P&D é considerado um insumo não tradicional, que define grande parte da eficiência e da competitividade das empresas, principalmente nos países em desenvolvimento, onde a indústria de máquinas e equipamentos agrícolas são geralmente o núcleo do setor de bens de capital, servindo posteriormente de base para o desenvolvimento de outras áreas.

A mudança estrutural causada pela inovação é a principal forma de criar novos setores, que são fundamentais para a sustentação do desenvolvimento econômico (SAVIOTTI et al., 2016). Logo, os investimentos em inovação (P&D) são responsáveis pelas mudanças estruturais na economia, o que pode alterar a estrutura produtiva de um país, tornando-o mais complexo. A diversificação da estrutura produtiva exige mudanças técnicas e sociais, além do desenvolvimento de novas habilidades úteis para a empresa e para a sociedade (KRUSS et al., 2015).

Para Hartmann et al. (2015), existe forte correlação entre a complexidade econômica, a desigualdade de renda, a educação e o crescimento do PIB. Uma economia voltada para a exportação de produtos tecnológicos e P&D, torna-se mais complexa, oferecendo melhores oportunidades para os cidadãos, o que possibilita o desenvolvimento social e econômico. A próxima seção discorre sobre a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano.

2.2 Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano

O Fundo Monetário Internacional (2017) alerta que o crescimento inclusivo é uma preocupação global. Países grandes ou pequenos com economias desenvolvidas ou avançadas têm se preocupado em promover o emprego produtivo de toda a força de trabalho, incorporando oportunidades iguais em termos de acesso a mercados e recursos. Este novo conceito de crescimento econômico está alinhado com a perspectiva do desenvolvimento humano, pois o objetivo deste último é criar um ambiente propício para que as pessoas melhorem suas escolhas, proporcionando uma vida mais saudável e longa (SURI et al., 2011; MUSTAFAA et al., 2017).

A relação entre a complexidade econômica e o desenvolvimento humano acontece por diversos fatores. Primeiro, a diversificação da matriz produtiva cria diversas oportunidades ocupacionais, o que expande as capacidades dos indivíduos. Isto ocorre porque economias tecnologicamente intensivas requerem trabalhadores tecnicamente qualificados. Países que produzem bens de alta tecnologia (equipamentos médicos, *softwares* e outros) necessitam de conhecimento mais avançado do que países intensivos na produção de *commodities* (HIDALGO e HAUSMANN, 2009). Neste sentido, a sofisticação da estrutura produtiva é importante, pois novos setores tecnológicos elevam a média salarial e a demanda por mão de obra qualificada, o que exige nível educacional mais alto (ANTONELLI, 2016). A educação especializa a mão de obra, aumenta a renda per capita e o poder de compra dos consumidores, além de melhorar a qualidade dos bens produzidos pelos trabalhadores especializados (SAVIOTTI et al., 2016). Este ciclo virtuoso tem papel fundamental na transformação de sociedades com abundância de trabalhadores com baixa qualificação.

Para Ferrarini e Scaramozzino (2016), a complexidade econômica influencia o desenvolvimento de novas competências e a formação do capital humano. Os sistemas econômicos complexos exigem um conjunto de capacidades adaptáveis às mudanças tecnológicas. Para que a economia cresça e se modernize, o Estado deve prover condições para a intensificação da inovação, da competitividade e da diversificação econômica. Agosin (2009) argumenta que a produção de bens tecnológicos requer trabalhadores mais qualificados, o que também acelera a formação de outros trabalhadores de forma indireta.

A elevação do capital humano possibilita maiores salários e melhor distribuição da renda. Um alto grau de conhecimento tácito pode aumentar os incentivos para que os trabalhadores se sindicalizem, aumentando a eficácia durante as negociações trabalhistas, elevando os salários e, portanto, comprimindo a desigualdade de renda (HARTMANN et al., 2017). Além disso, o surgimento de setores tecnológicos e a industrialização proporcionam

novos postos de trabalho, o que contribui para a inclusão dos indivíduos no mercado de trabalho formal (MILANOVIC, 2012, 2013). Por fim, a diversificação setorial diminui a vulnerabilidade econômica encontrada em economias com poucas atividades econômicas (ACEMOGLU et al., 2001; GUSTAFSSON e JOHANSSON, 1999). Neste sentido, o estudo da complexidade econômica traz luz sobre como a diversificação da estrutura produtiva cria oportunidades para a mobilidade laboral, poder de negociação dos trabalhadores e favorece a distribuição do poder econômico e político (HARTMANN et al., 2016).

Hartmann et al. (2017) apontam que há associação entre a diversidade de produtos exportados e o conhecimento disponível em uma economia. Neste sentido, as estruturas produtivas também podem ser entendidas como uma *proxy* do nível de capital social e da saúde das instituições dos países, uma vez que a capacidade de um país produzir bens sofisticados também depende criticamente da capacidade de se formarem redes sociais e profissionais (FUKUYAMA, 1996; HIDALGO, 2015). Por esta razão, os produtos industriais complexos também tendem a exigir conhecimento tácito de forma distribuída, o que não é observado em economias que baseiam a produção da riqueza em recursos naturais ou nos baixos custos trabalhistas. Ademais, Hartmann et al. (2017) argumentam que, em um mundo onde o poder econômico gera o poder político, economias não diversificadas, como países com rendimentos em grande parte baseados em poucos recursos naturais, são mais suscetíveis a sofrer rupturas econômicas e políticas.

Hidalgo e Hausmann (2009) argumentam que o trabalho e o capital não são suficientes para a produção de bens tecnologicamente intensivos. Isto porque são necessárias diversas capacidades como, por exemplo, infraestrutura específica, competências laborais, direitos de propriedade, regulamentações, entre outros. Isto sugere que as políticas social e industrial devem se complementar, a fim de superar as restrições causadas pela estrutura produtiva.

Tendo em vista a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano, argumenta-se como os países têm aproveitado a sofisticação produtiva para gerar desenvolvimento humano dos indivíduos. Vale destacar que os estudos anteriormente apresentados não buscaram criar um indicador que avaliasse a conversão da complexidade econômica em desenvolvimento humano. A próxima seção apresenta o método utilizado neste capítulo.

2.3 Método

Esta seção apresenta o método utilizado para analisar a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano. A seleção das variáveis utilizada foi embasada em estudos prévios (PREBISCH, 1949; FURTADO, 1959; SEN, 2001; SAVIOTTI e PYKA, 2004; DESPOTIS, 2005; HIDALGO et al., 2007; HIDALGO e HAUSMANN, 2009; HAUSMANN et al., 2014; HARTMANN, 2014; MARIANO et al., 2015; HARTMANN et al., 2015; SAVIOTTI e PYKA, 2016).

Desta forma, foram coletados dados de 50 países¹ por meio da base do Banco Mundial (WORLD BANK, 2017). Esta base se refere ao período entre 2010 e 2013 e utiliza quatro dimensões principais para representar o desenvolvimento humano: saúde (expectativa de vida – EV), educação (anos médios de estudo – AME), emprego (taxa de emprego (TE) e, saneamento básico (residências com acesso à água encanada e tratamento de esgoto - SB). Além disso, duas variáveis foram selecionadas para representar a complexidade econômica: Exportações de Produtos de Alta Tecnologia² (EHTP) e Despesas em Pesquisa e Desenvolvimento³ (P&D). Os dados coletados para análise são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Base de dados coletada para diversos países

Variável	Fonte	Tipo	Revisão da literatura
Exp. Alta Tecnologia	World Bank	<i>Input</i>	Saviotti e Pyka (2004); Saviotti e Pyka, (2016)
Despesas P&D	World Bank	<i>Input</i>	Saviotti e Pyka (2004); Saviotti e Pyka, (2016)
Expectativa de Vida	World Bank	<i>Output</i>	Despotis (2005a); Reig-Martinez (2013)
Anos Médios de Estudo	World Bank	<i>Output</i>	Despotis (2005b); Mariano e Rebelatto (2014)
Taxa de Emprego	World Bank	<i>Output</i>	Morais e Camanho (2011); Reig-Martinez (2013)
Saneamento Básico	World Bank	<i>Output</i>	Mariano e Rebelatto (2014); Reig-Martinez (2013)

Fonte: Elaborado pelo autor.

As variáveis sobre Desenvolvimento Humano estão baseadas nos pressupostos de Sen (2001) e estudos que analisaram a relação entre desenvolvimento humano e crescimento econômico (RANIS et al., 2000; BALDACCI et al., 2008; SURI et al., 2011). Além disso, a

¹ A lista completa dos países utilizados neste capítulo está apresentada na Tabela 3.

² Os produtos de alta tecnologia são definidos como a soma dos seguintes produtos: Aeroespacial, Máquinas para escritório, Computadores, Eletrônica-telecomunicações, Farmácia, Instrumentos científicos, Maquinaria elétrica, Química, Maquinaria não elétrica, Armamento. Esta lista contém produtos técnicos dos quais a fabricação envolveu uma alta intensidade de P&D (WORLD BANK, 2017).

³ Gasto total (atual e capital) em P&D de todas as empresas residentes, institutos de pesquisa, laboratórios de universidades e governos, etc. Exclui os gastos de P&D financiados por empresas domésticas, mas realizados no exterior. P&D abrange pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Os dados são obtidos por meio de pesquisas estatísticas realizadas regularmente em nível nacional, cobrindo entidades executoras de P&D nos setores público e privado (WORLD BANK, 2017).

teoria de Amartya Sen interpreta a liberdade como uma expansão das capacidades, incorporando o desenvolvimento humano. Deste ponto de vista, desenvolvimento significa remover os obstáculos que uma pessoa pode ter na vida, como o analfabetismo, saúde precária e saneamento básico, falta de acesso a recursos ou falta de liberdades civis e políticas (FUKUDA-PARR, 2003).

Estas variáveis são utilizadas para a construção de um indicador social, que analisa a eficiência dos países em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Para a obtenção do indicador, foi utilizado o método *Data Envelopment Analysis* (DEA). Além disso, tendo em vista que o DEA é um método não paramétrico, as variáveis foram analisadas *a priori* a partir de uma matriz de correlação e regressão linear (Econometria). Após a validação econométrica, foram estimados os modelos tradicionais DEA-CRS (Retornos Constantes à Escala) e o DEA-VRS ou BCC (Retornos Variáveis de Escala), além do *Slack Based Model* (SBM) e da técnica da Fronteira Invertida (FI) para desempate.

2.3.1 *Data Envelopment Analysis* (DEA) e Eficiência Social

Um sistema é eficaz quando metas e objetivos, previamente definidos, são atingidos ou superados. Sistema eficiente é aquele que realiza tarefas, utilizando o mínimo de recursos possíveis para obtenção do máximo rendimento. Mariano e Rebelatto (2014) ressaltam que a eficiência e eficácia podem se relacionar com diversos tipos de sistemas e indicadores.

A eficiência de um sistema pode ser mensurada a partir da divisão entre o valor corrente de algum indicador de desempenho do sistema e o máximo valor que esse indicador alcança (MARIANO e REBELATTO, 2014). Um sistema autônomo pode ser denominado por uma Unidade Tomadora de Decisão⁴ (*Decision Making Unit* – DMU). A DMU transforma um conjunto de entradas (*inputs*) em um conjunto de saídas (*outputs*). O método utilizado para determinar a eficiência de sistemas é chamado de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA).

A Análise Envoltória de Dados é um método matemático não paramétrico, baseado em programação linear. O método DEA foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e visa, por meio da construção empírica de uma fronteira linear por pares, mensurar a eficiência produtiva de um conjunto de DMUs (MARIANO e REBELATTO, 2014). Esta técnica é

⁴ Uma DMU pode representar uma empresa, uma máquina, um país, entre outros.

reconhecida pela sua flexibilidade e capacidade de se adaptar à resolução de problemas distintos (MARIANO et al., 2015, p. 34).

Para Cook e Zhu (2014), o DEA permite a mensuração da eficiência relativa de DMUs. Cada DMU é tratada como uma caixa preta, pois suas estruturas e operações internas são ignoradas. A partir da eficiência de cada DMU, é gerado um ranking de eficiência relativa. Para a elaboração deste ranking, é necessária a atribuição de pesos, derivados a partir dos dados, que podem variar de uma DMU para outra (COOPER et al., 2007, p. 21). Segundo Mariano et al. (2015), o conjunto de pesos maximiza a eficiência da DMU, permitindo a incorporação de vários *inputs* e *outputs* para um único valor, sem a necessidade de convertê-los a uma unidade de medida comum.

Para Cook e Zhu (2014), a fronteira eficiente expressa o número máximo de *outputs* que podem ser produzidos por unidade de *inputs*, representando o limite de produção determinado pela tecnologia. Esta fronteira separa a DMU eficiente, que estão nos limites da fronteira, a partir das ineficientes, que estão abaixo delas, de modo que a distância de uma DMU à fronteira é uma indicação do seu nível de eficiência. As DMUs eficientes representam uma “fronteira de melhores práticas”, servindo de análise para as menos eficientes (CHARNES e COOPER, 1985).

Existem diferentes modelos que podem ser usados para implementar DEA. Esses modelos diferem de acordo com seus pressupostos, a saber: a) o tipo de rendimentos de escala; b) a orientação; e c) a forma como os *inputs* e *outputs* são combinados. Segundo Mariano e Rebelatto (2014), o tipo de retornos de escala designa os dois principais modelos DEA: CRS (Retornos Constantes à Escala) e o VRS ou VRS (Retornos Variáveis de Escala). A hipótese do modelo CRS considera que os *outputs* variam proporcionalmente aos *inputs* em todas as regiões da fronteira (CHARNES et al., 1978). Contudo, este modelo não considera os ganhos de escala de um sistema, o que demonstra um limitante do modelo (MARIANO et al., 2015). A hipótese do modelo VRS considera que a variação dos *outputs* não é necessariamente equiproporcional aos *inputs*, sendo que na fronteira existirão três regiões: crescente, em que os *outputs* crescem proporcionalmente mais que os *inputs*; constante, em que existe proporcionalidade; e decrescente, em que os *outputs* crescem proporcionalmente menos que os *inputs* (BANKER et al., 1984).

A orientação pode ser do tipo radial (CRS e VRS), ou não radial, encontrada nos modelos aditivos e multiplicativos. Os modelos radiais se concentram em minimizar *inputs* ou maximizar *outputs* de forma separada, dado que: a) os modelos orientados aos *inputs* procuram determinar, dado o atual nível de *outputs*, para quanto os *inputs* poderiam ser reduzidos; e b) os

modelos orientados aos *outputs* procuram determinar, dado o atual nível de *inputs*, para quanto os *outputs* poderiam ser aumentados (COOPER et al., 2007). A orientação não radial visa, simultaneamente, reduzir os *inputs* e aumentar os *outputs*.

O Quadro 2 mostra a formulação de base dos dois principais modelos utilizados pelo DEA. Primeiramente, O modelo CRS na orientação ao *input* e *output*. Em seguida, é apresentado o modelo VRS, também com orientação ao *input* e ao *output*.

Quadro 2 Principais modelos radiais DEA na forma de multiplicadores

Modelo	Orientado ao <i>Input</i>	Orientado ao <i>Output</i>
CRS	$MAX \sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0}$ <p>Sujeito a :</p> $\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0, para k = 1, 2, \dots, h$	$MIN \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0}$ <p>Sujeito a :</p> $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0, para k = 1, 2, \dots, h$
VRS	$MAX \sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} + w$ <p>Sujeito a :</p> $\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} + w \leq 0, para k = 1, 2, \dots, h$ <p><i>w sem restrição de sinal</i></p>	$MIN \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} - w$ <p>Sujeito a :</p> $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} + w \leq 0, para k = 1, 2, \dots, h$ <p><i>w sem restrição de sinal</i></p>

Fonte: Mariano e Rebelatto (2014, p. 5)

Em que: x_{jk} é a quantidade do *input* j da DMU k ; y_{ik} é a quantidade do *output* i da DMU k ; x_{j0} quantidade do *input* j da DMU em análise; y_{i0} quantidade do *output* i da DMU em análise; v_j corresponde ao peso do *input* j ; u_i é o peso do *output* i ; θ significa a eficiência da DMU em análise; λ_k é a contribuição da DMU k para a meta da DMU em análise; m é a quantidade de *outputs* analisados; n é a quantidade de *inputs* analisados e; w é o tipo de retorno de escala.

Tone (2001) desenvolveu um modelo não radial chamado *Slack-Based Model* (SBM), que lida com as variáveis de folga, isto é, com os excessos de *inputs* e a escassez de *outputs*. Segundo Choi et al. (2012), o SBM projeta as observações ao ponto mais distante da fronteira de eficiência, no sentido de minimizar a função objetivo em relação aos montantes máximos de folgas. Cooper et al. (2007) definiram o SBM como um modelo DEA aditivo, invariável em

relação às unidades de medida utilizadas para os *inputs* e *outputs*. Isto significa que este modelo chega ao mesmo valor de eficiência, independente das unidades de medida adotadas para cada variável.

Os modelos DEA têm sido utilizados para criar diferentes tipos de indicadores sociais. Por exemplo, a análise da transformação da riqueza em desenvolvimento humano é conhecida como Eficiência Social. Este conceito pode ser traduzido como a capacidade de um país transformar o PIB em melhores condições de vida e desenvolvimento humano. Além disso, a eficiência social leva em conta o tamanho da economia e evita que ocorram escolhas e ponderação subjetivas (Davies e Quinlivan 2006; Bilbao-Ubillos 2012; Wu et al 2014).

Desde 1993, a DEA tem sido empregada em pesquisas sobre indicadores sociais devido suas vantagens. Por exemplo, a DEA aborda problemas multidimensionais, fornecendo fácil interpretação em um único índice, o que atrai o interesse de gestores (SAISANA e TARANTOLA, 2002; NARDO et al., 2005; BONCINELLI e CASINI, 2014; CHAABAN et al., 2016). Nesta técnica, os pesos são definidos endogenamente, evitando as críticas apresentadas em relação ao tradicional IDH (SAGAR e NAJAM, 1998; WU et al., 2014; CHAABAN et al., 2016). Este método mede a eficiência social, apontando os pontos fortes e fracos do desenvolvimento humano em cada região. Este método pode ser usado para revelar o número máximo de *outputs* sociais que podem ser produzidos por unidade de riqueza econômica por países.

Vários índices de desenvolvimento humano foram criados por meio da DEA. Para Mariano et al. (2015), estes índices são divididos em duas categorias: (1) índices compostos (desempenho absoluto); e (2) índices de eficiência social (desempenho relativo). Estudos que usam o DEA para avaliar o desempenho absoluto são divididos em duas abordagens: a) A vantagem do modelo *Benefit of Doubt (BoD)*, que contém *outputs* com um único *input* igual a 1 (BOUGNOL et al., 2010; ZHOU e ZHOU, 2010; BERNINI et al., 2013); e b) modelos incluindo *inputs* e *outputs* que não expressam uma relação de produção (por exemplo, medindo indicadores per capita ou por custo benefício) (BOYSEN, 2002; MURIAS et al. 2006;. GUARDIOLA e PICAZO-TADEO, 2014; MARIANO et al., 2015).

Diversos estudos sobre DEA criaram índices relativos de desenvolvimento humano. Por exemplo, Mahlberg e Obersteiner (2001) usaram o modelo de Retorno Constante de Escala (CRS), com restrições aos pesos para medir o desenvolvimento humano. Despotis (2005a, 2005b) analisou o desenvolvimento humano na Europa e na Ásia, utilizando a DEA com pesos comuns. Toffalis (2013) e Zhou e Zhou (2010) usaram os modelos DEA multiplicativos para recalcular o IDH. , Morais e Camanho (2011) usou o retorno o modelo de Retorno Variável de

Escala (VRS) para medir a qualidade de vida de 284 cidades europeias. Por fim, Reig-Martínez (2013) utilizou o modelo DEA-SBM para mensurar a eficiência social de 42 países da Europa, norte da África e Oriente Médio.

Entretanto, este campo de estudo ainda possui várias lacunas a serem preenchidas (MARIANO et al., 2015). Verifica-se que a literatura tem utilizado o crescimento econômico como o *input* para explicar os *outputs* do desenvolvimento humano. Este capítulo propõe que a complexidade econômica seja avaliada como input para a geração do desenvolvimento humano. A próxima seção apresenta a estratégia para a validação econométrica deste fenômeno.

2.3.2 Validação Econométrica

O *Data Envelopment Analysis (DEA)* é um método não-paramétrico que necessita da validação empírica da relação entre *inputs* e *outputs*. Neste sentido, a Econometria pode ser utilizada para comprovar a relação causal entre as variáveis analisadas pelo DEA. Para isto, diversos estudos têm utilizado a Matriz de Correlação de Pearson e modelos de regressão linear para este fim. Para a validação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano, além da matriz de correlação, foram estimados oito modelos econométricos, a fim de analisar quais variáveis da complexidade melhor explicam a variabilidade de cada variável social analisada. A Expressão 1 apresenta o modelo geral utilizado:

$$\begin{aligned} \ln y_{it}^{\text{variável social}} = & \beta_0 + \beta_1 \ln FBKF_{it} + \beta_2 \ln PEA_{it} + \beta_3 \ln PIB_{it} + \beta_4 \ln EHTP/PIB_{it} \\ & + \beta_5 \ln P\&D_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1) \end{aligned}$$

Onde: $\ln y_{it}^{\text{variável social}}$ é uma das variáveis sociais do desenvolvimento humano; β_0 é o intercepto do modelo; $\beta_1 \ln FBKF_{it}$ é o logaritmo natural da formação bruta de capital fixo; $\beta_2 \ln PEA_{it}$ é o logaritmo natural da população economicamente ativa; $\beta_3 \ln PIB_{it}$ é o logaritmo natural do produto interno bruto; $\beta_4 \ln EHTP/PIB_{it}$ é o logaritmo natural das exportações de produtos de alta tecnologia dividido pelo Produto Interno Bruto do país; $\beta_5 \ln P\&D_{it}$ é o logaritmo natural dos gastos em P&D e ε_{it} é o erro do modelo.

Foram utilizados modelos *log-log*, a fim de interpretar os coeficientes como elasticidades e evitar problemas de heterocedasticidade (GREENE, 2011). Para a econometria, foram utilizados dados entre 2010 e 2013, o que possibilitou estimativas por meio de dados em painel. Em primeiro lugar, o Teste de Breusch-Pagan foi utilizado para verificar se os dados

deveriam ser analisados em painel ou *pooled*. Em segundo lugar, foram estimadas regressões em painel com efeito fixo (FE) e efeito aleatório (RE). O Teste de Hausman foi utilizado para definir entre modelos FE ou RE. A fim de verificar se nenhuma hipótese inicial do modelo econométrico seria violada, o teste de Wald e o teste de Wooldrige foram efetuados, a fim de avaliar a presença de heterocedasticidade e autocorrelação, respectivamente. Para verificar a presença de multicolinearidade, foi calculado o *Variance Inflation Factors (VIF)*, sendo que se considera a presença de multicolinearidade quando $VIF > 10$ (WOOLDRIDGE, 2010). Além de verificar a significância estatística dos parâmetros e do R^2 ajustado, uma análise comparativa dos critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesian (BIC) foi usada para selecionar o melhor modelo (GREENE, 2011). Após a validação econométrica, é possível mensurar o indicador social por meio do DEA. A próxima seção apresenta o indicador proposto neste capítulo.

2.3.3 Modelos DEA e o IDH-CE

No intuito de mensurar a conversão da complexidade econômica em desenvolvimento humano, este capítulo apresenta o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* para o ano de 2013. Este indicador analisa como os *inputs*, os gastos em P&D e as Exportações de Produtos de Alta Tecnologia, são transformados em desenvolvimento humano. O objetivo do *IDH-CE* é indicar quais regiões melhor utilizam a complexidade econômica para gerar o desenvolvimento humano. Desta forma, é possível criar um ranking das melhores práticas e analisar as regiões eficientes, a fim de compreender as estruturas produtivas e as estratégias de desenvolvimento locais. Valores iguais a 1 indicam as regiões eficientes em transformar complexidade em desenvolvimento humano.

Entretanto, não há consenso na literatura sobre o melhor modelo DEA para mensurar a eficiência social (MARIANO et al., 2015). Neste sentido, este capítulo pretende contribuir com esta questão, analisando as diferenças na eficiência entre os modelos DEA tradicionais (CRS e VRS) e o *Slack Based Model (SBM)* nas versões de retornos constantes e variáveis à escala. A análise a partir destes modelos proporcionará uma análise sobre quais as vantagens e desvantagens de índices de eficiência baseados em modelos radiais e não-radiais, bem como a melhor utilização de retornos constantes ou variáveis à escala (CHOI et al., 2012).

Um problema recorrente dos indicadores de eficiência é o empate entre as unidades tomadoras de decisão. Para superar esta dificuldade, será utilizado o método de desempate da Fronteira Invertida, discutido na próxima seção.

2.3.4 Fronteira Invertida

Um dos maiores problemas causados pela Análise Envoltória de dados é o grande número de empates (unidades tomadoras de decisão com eficiência igual a 1). O principal motivo para isso é o fato de que a técnica trabalha com os pesos mais vantajosos para cada DMU, permitindo a comparação com base apenas nos pontos fortes.

Os empates não são usuais para um índice de eficiência social, uma vez que além de os empates não serem muito úteis para políticas públicas, para a criação de rankings e/ou compreensão do público em geral. Para resolver esse problema, diversos estudos têm utilizado a técnica da Fronteira Invertida (FI), que é uma das muitas desenvolvidas para o desempate de unidades eficientes na DEA, tal como pode ser visto em Ângulo-Meza e Lins (2002).

Para o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* será utilizado o método de desempate da fronteira invertida, cuja ideia foi proposta inicialmente por Yamada et al. (1994), e que foi utilizado com a função de desempate primeiramente por Leta et al. (2005). A fronteira invertida consiste em obter os resultados do DEA com os *inputs* no lugar dos *outputs* e vice-versa. Essa alteração possibilita dois resultados muito interessantes, sendo eles: (a) a obtenção de um indicador cujo maior peso é dado para as variáveis em que a DMU menos se destaca; e (b) o estabelecimento de uma fronteira das piores práticas, da qual quanto mais distante (e portanto com menor indicador) melhor será a DMU.

Na abordagem proposta por Leta et al. (2005) e utilizada neste trabalho, é recomendado que se utilize um índice composto, que é resultante da média entre o indicador obtido na fronteira padrão e um menos o indicador obtido na fronteira invertida, como pode ser visto na Expressão 2.

$$IDH - CE = \gamma * E_{front.padr\tilde{a}o} + (1 - \gamma) * (1 - E_{fronte.invertida}), 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (2)$$

O índice composto das fronteiras clássica e invertida permitirá que o índice de eficiência social leve em conta a situação em que os países são comparados com base em seus pontos mais fortes, quanto em seus pontos mais fracos. Finalmente, a fim de encontrar um indicador composto que variasse entre zero e um, procedeu-se com a normalização por mínimos e máximos. Este procedimento se encontra na Expressão 3.

$$IDH - CE_{normalizado} = \frac{IDH - CE_t - IDH - CE_{Min}}{IDH - CE_{Max} - IDH - CE_{Min}} \quad (3)$$

O IDH-CE foi mensurado para o último ano da amostra (2013). A próxima seção discute os resultados encontrados neste capítulo.

2.4 Resultados e Discussão

Esta seção está dividida em duas partes. Primeiramente, são apresentados os resultados econométricos para validação da relação entre complexidade e desenvolvimento humano. Na segunda parte, discute-se os resultados do IDH-CE.

2.4.1 Resultados Econométricos

A análise econométrica foi utilizada para comprovar a relação causal entre os *inputs* e os *outputs*. A primeira evidência de causalidade, além da literatura apresentada anteriormente, pode ser encontrada na matriz de correlação. Em relação à exportação de produtos de alta tecnologia (EHTP), todas as variáveis sociais apresentaram correlação positiva e foram estatisticamente significativas. A expectativa de vida (23,94%) foi a variável social que apresentou maior correlação com as exportações, seguida pela taxa de emprego (22,11%), taxa de saneamento (15,87%) e anos médios de estudo (12,41%).

Além disso, as variáveis expectativa de vida (16,71%), taxa de emprego (9,98%) e taxa de saneamento (12,12%) foram estatisticamente significativas e apresentaram correlação positiva com os gastos em P&D. Os anos médios de estudo não apresentaram significância estatística, embora a relação positiva esteja de acordo com a literatura. A Tabela 1 resume os resultados encontrados na matriz de correlação entre *inputs* e *outputs*.

Tabela 1 Matriz de correlação para o mundo

Variáveis	Anos Médios de Estudo	Expectativa de Vida	Saneamento Básico	Taxa de Emprego	EHTP	P&D
Anos Médios de Estudo	1					
Expectativa de Vida	0,3506*	1				
Saneamento Básico	0,4924*	0,5773*	1			
Taxa de Emprego	0,0958	0,0342	-0,2224*	1		
EHTP	0,1241***	0,2394*	0,1587**	0,2211*	1	
P&D	0,1085	0,1671**	0,1212***	0,0998***	0,1094	1

Estatisticamente significativo: (*) ao nível de 1%; (**) ao nível de 5%; (***) ao nível de 10%.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram estimadas regressões lineares entre os *inputs* e cada um dos *outputs*. O teste de Breusch-Pagan indicou que os modelos em painel são preferíveis do que os dados *pooled*. O teste de Hausman indicou preferência por estimativas de efeito fixo. O teste de Wald mostrou que as estimativas deveriam ser corrigidas devido a heterocedasticidade. O teste de Wooldridge não indicou presença de autocorrelação. Desta forma, foi utilizado o modelo *Feasible Generalized Least Squares (FGLS)*. Além disso, os resultados do teste VIF ficaram sempre abaixo de 10, o que significa que não há presença de multicolinearidade.

Em relação aos anos médios de estudo (AME), verificou-se que o Modelo 5 foi aquele que obteve maior R²-Ajustado de (18.56%) e maior BIC (-1672.5160), o que demonstra o melhor ajuste dentre os modelos analisados. Neste modelo, a variável P&D foi estatisticamente significativa ao nível de 5% e teve sinal esperado (positivo). Note-se que os gastos em P&D (0.0114) explicam mais os anos de estudo do que o GDP (0.0084). Os demais modelos demonstraram que a variável P&D é estatisticamente significativa e que a variável EHTP/PIB teve sinal esperado, embora o parâmetro não tenha apresentado significância. A Tabela 2 resume os resultados encontrados nas regressões lineares múltiplas.

Em relação à variável expectativa de vida (EV), o Modelo 1 foi aquele que apresentou maior grau de explicação. Com R²-Ajustado (48.65) e BIC (-1994.7540) superiores aqueles encontrados nos demais modelos, a variável P&D (0.0113) foi estatisticamente significativa ao nível de 1%. Além disso, os gastos em P&D (0.0113) explicaram mais a variação sobre a expectativa de vida do que a população economicamente ativa (0.0041). A variável EHTP/PIB demonstrou sinal esperado apenas no Modelo 6.

Em relação ao saneamento básico (SB), o Modelo 4 foi o mais robusto, pois apresentou maior R²-Ajustado (26.35%) e estatística BIC igual a -1974.3780. Neste modelo, a variável P&D não foi considerada e a variável EHTP/PIB não foi significativa. Contudo, o Modelo 3, com R²-Ajustado (24.44%) próximo aquele do Modelo 4, demonstrou haver significância estatística para P&D (0.0047).

O Modelo 1 demonstrou melhor ajuste para a taxa de emprego (TE). As variáveis P&D e EHTP/PIB obtiveram sinal esperado. Além disso, o EHTP/PIB foi estatisticamente significativo ao nível de 10% no Modelo 3. Em resumo, a análise econométrica demonstrou que os *inputs* selecionados para este estudo estão correlacionados e possuem significância estatística com as variáveis sociais (*outputs*), confirmando os pressupostos teóricos anteriormente discutidos (HIDALGO e HAUSMANN, 2009; HARTMANN, 2014; HAUSMANN et al., 2014; HARTMANN et al., 2015; ANTONELLI, 2016). Neste sentido, a próxima seção discute os resultados encontrados pela análise de eficiência DEA.

Tabela 2 - Estimativas econométricas para o mundo

Variáveis	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
Anos Médios de Estudo (AME)								
PEA	0,1390*	0,1351*	0,1410*	0,1543*	0,1339*	0,1755*	0,1405*	0,1450*
PIB	0,0172	0,0089	-	0,0192***	0,0084	-	-	-
FBKF	-0,0065	-	0,0020	-	-	0,0061	0,0019	-
EHTP/PIB	0,0023	0,0023	0,0008	0,0121	-	0,0121	-	0,0001
P&D	0,0102***	0,0110**	0,0127**	-	0,0114**	-	0,0128*	0,0130*
Constante	-0,0221	-0,0363	-0,0712	-0,1416	-0,0269	-0,2720	-0,0675	-0,0792
R ² ajustado	0,1875	0,1858	0,1829	0,1652	0,1856	0,1496	0,1829	0,1825
AIC	-1682,1770	-1683,7590	-1683,0560	-1680,7660	-1685,7090	-1677,0710	-1685,0500	-1684,9510
BIC	-1662,3870	-1667,2670	-1666,5640	-1667,5730	-1672,5160	-1663,8770	-1671,8570	-1671,7570
Teste F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Expectativa de Vida ao Nascer (EV)								
PEA	0,0041	-0,0042	0,0090	0,0187	-0,0010	0,0572*	0,0145	0,0238
PIB	0,0432*	0,0253*	-	0,0376*	0,0266*	-	-	-
FBKF	-0,0140*	-	0,0073**	-	-	0,0131*	0,0085*	-
EHTP/PIB	-0,0062	-0,0061	-0,0099	0,0055	-	0,0059	-	-0,0124
P&D	0,0113*	0,0131*	0,0177*	-	0,0120*	-	0,0161*	0,0190*
Constante	1,7509*	1,7206	1,6278*	1,5948*	1,6963*	1,3476*	1,5812*	1,5982*
R ² ajustado	0,4865	0,4603	0,3907	0,3627	0,4558	0,1750	0,3783	0,3712
AIC	-2014,5440	-2006,6110	-1982,3210	-1975,3470	-2006,9360	-1923,7130	-1980,2960	-1978,0240
BIC	-1994,7540	-1990,1200	-1965,8290	-1962,1540	-1993,7420	-1910,5200	-1967,1030	-1964,8310
Teste F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Saneamento Básico (SB)								
PEA	0,0527*	0,0532*	0,0548*	0,0564*	0,0561*	0,0674*	0,0587*	0,0749*
PIB	0,0185**	0,0196*	-	0,0213*	0,0208*	-	-	-
FBKF	0,0008	-	0,0100*	-	-	0,0115*	0,0108*	-
EHTP/PIB	-0,0055	-0,0055	-0,0071	-0,0039	-	-0,0030	-	-0,0104
P&D	0,0019	0,0018	0,0047***	-	0,0007	-	0,0035	0,0064*
Constante	1,5086*	1,5104*	1,4560*	1,4931*	1,4883*	1,3825*	1,4226	1,4156*
R ² ajustado	0,2659	0,2658	0,2444	0,2635	0,2611	0,2261	0,2365	0,2000
AIC	-1984,2260	-1986,1950	-1980,4440	-1987,5710	-1986,9310	-1977,6750	-1980,3870	-1971,0460
BIC	-1964,4360	-1969,7030	-1963,9520	-1974,3780	-1973,7380	-1964,4820	-1967,1940	-1957,8530
Teste F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Taxa de Emprego (TE)								
PEA	0,3395*	0,4191*	0,3288*	0,3980*	0,4022*	0,3041*	0,3058*	0,5048*
PIB	-0,0943*	0,0774*	-	0,0660*	0,0703*	-	-	-
FBKF	0,1340*	-	0,0874*	-	-	0,0845*	0,0826*	-
EHTP/PIB	0,0339	0,0323	0,0420***	0,0216	-	0,0338	-	0,0130
P&D	0,0048	-0,0121	-0,0091	-	-0,0059	-	-0,0022	0,0058
Constante	-1,7210*	-1,4307*	-1,4524*	-1,3144**	-1,3015**	-1,3086*	-1,2557**	-1,8058*
R ² ajustado	0,4160	0,2712	0,3884	0,2661	0,2634	0,3849	0,3750	0,2204
AIC	-1428,1990	-1385,8940	-1420,9520	-1386,5080	-1385,7620	-1421,8280	-1418,6180	-1374,4270
BIC	-1408,4090	-1369,4020	-1404,4600	-1373,3150	-1372,5690	-1408,6350	-1405,4250	-1361,2340
Teste F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Observ.	200							

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4.2 Análise da Eficiência em 2013

Utilizando modelos tradicionais e *Slack Based Models (SBM)*, foram comparadas as diferenças na eficiência dos países em converter a complexidade econômica em desenvolvimento humano. Nesse sentido, esta seção apresenta os países eficientes na análise e uma discussão sobre as diferenças encontradas entre os modelos DEA, como o número de países eficientes e a estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para o mundo, economias desenvolvidas e em desenvolvimento, bem como para nações com baixa ou alta renda.

Os resultados demonstram que o modelo tradicional com Retornos Constantes de Escala (CRS) possui apenas seis países considerados eficientes. Da mesma forma, o modelo SBM com Retornos Constantes à Escala possui os mesmos seis países eficientes. Isto mostra que para retornos constantes de escala não há diferença na eficiência social entre os modelos tradicionais e o *Slack Based Model*.

A estatística descritiva mostra que a média do modelo CRS (0,3594) e o SBM-CRS (0,3374) estão bem próximas, assim como o desvio padrão de cada modelo, CRS (0,3537) e SBM-CRS (0,3435). Como esperado, também encontramos coeficientes de variação semelhantes entre os modelos CRS (0,9842) e SBM-CRS (1,0181). Isso significa que para a transformação da complexidade econômica em desenvolvimento humano com retornos constantes de escala, não há grandes divergências entre o modelo tradicional e o SBM.

Vale destacar que os países eficientes nos modelos com retorno constante de escala são: Armênia, Bósnia e Herzegovina, Geórgia, Lituânia, Panamá e Uruguai. Entretanto, uma limitação apresentada pela literatura refere-se ao fato de que modelos com retorno constante de escala não diferenciam o tamanho da economia. Neste caso, os modelos CRS e SBM-CRS não levam em consideração os níveis distintos de gastos em P&D e exportação de alta tecnologia. É conveniente comparar a eficiência destes países de acordo com as características econômicas. Por este motivo, o modelo com retornos variáveis de escala tem sido mais utilizado.

O modelo tradicional VRS mostrou que 26 países foram eficientes para converter a complexidade econômica em desenvolvimento humano. Entretanto, apenas 19 países foram considerados eficientes pelo *Slack Based Model - VRS*. Este é um resultado importante, pois demonstra que os modelos DEA tradicionais podem estar superestimando a eficiência de algumas unidades tomadoras de decisão.

A Tabela 3 resume os resultados do cálculo da eficiência em cada modelo.

Tabela 3 - Estimativas da eficiência dos modelos tradicionais e SBM

Países	<u>Modelos Tradicionais</u>				<u>Slack Based Models (SBM)</u>			
	CRS	VRS	FI-VRS	IDH-CE	CRS	VRS	FI-VRS	IDH-CE
Cingapura	0,6143	1,0000	0,8322	1,0000	0,5282	1,0000	0,6660	1,0000
Noruega	0,6655	1,0000	0,8418	0,9628	0,6225	1,0000	0,6767	0,9821
Austrália	0,1440	1,0000	0,8410	0,9659	0,1384	1,0000	0,6783	0,9794
Canadá	0,0903	1,0000	0,8437	0,9555	0,0867	1,0000	0,6793	0,9777
Israel	0,4620	1,0000	0,8449	0,9508	0,4499	1,0000	0,6967	0,9486
Holanda	0,1915	1,0000	0,8508	0,9280	0,1814	1,0000	0,7016	0,9404
Dinamarca	0,5778	1,0000	0,8639	0,8772	0,5687	1,0000	0,7096	0,9270
Reino Unido	0,0514	1,0000	0,8587	0,8974	0,0507	1,0000	0,7119	0,9232
Alemanha	0,0392	1,0000	0,8633	0,8796	0,0387	0,9963	0,7199	0,9036
Suécia	0,3316	0,9978	0,8469	0,9345	0,3207	0,9806	0,7052	0,9019
Áustria	0,3807	1,0000	0,8565	0,9059	0,3572	0,9997	0,7250	0,9008
Uruguai	1,0000	1,0000	0,8913	0,7711	1,0000	1,0000	0,7467	0,8650
Panamá	1,0000	1,0000	0,8906	0,7738	1,0000	1,0000	0,7604	0,8420
Irlanda	0,7608	1,0000	0,8834	0,8017	0,7130	1,0000	0,7676	0,8300
Geórgia	1,0000	1,0000	0,9275	0,6309	1,0000	1,0000	0,7712	0,8240
Estados Unidos	0,0105	1,0000	0,8971	0,7486	0,0103	0,9724	0,7461	0,8198
Lituânia	1,0000	1,0000	0,9378	0,5910	1,0000	1,0000	0,7753	0,8171
Rep. Checa	0,3104	0,9910	0,8895	0,7432	0,3006	0,9553	0,7389	0,8032
Bélgica	0,3301	1,0000	0,8889	0,7804	0,3086	0,9999	0,7895	0,7932
Armênia	1,0000	1,0000	0,9314	0,6158	1,0000	1,0000	0,7975	0,7800
Finlândia	0,6127	0,9972	0,8654	0,8606	0,5624	0,9547	0,7583	0,7697
Japão	0,0260	1,0000	0,8880	0,7839	0,0246	1,0000	0,8149	0,7508
Portugal	0,3053	1,0000	0,8819	0,8075	0,2591	1,0000	0,8276	0,7296
Chile	0,1955	0,9900	0,8567	0,8664	0,1783	0,9113	0,7403	0,7272
Espanha	0,0708	1,0000	0,8936	0,7622	0,0608	0,9998	0,8508	0,6904
Ucrânia	0,0696	0,9732	0,9655	0,3799	0,0656	0,9258	0,7781	0,6883
Polônia	0,0874	0,9815	0,9113	0,6220	0,0839	0,9327	0,7856	0,6872
Croácia	0,8567	1,0000	0,9451	0,5627	0,7757	1,0000	0,8561	0,6819
França	0,0555	0,9946	0,8753	0,8122	0,0511	0,9203	0,7826	0,6715
Argentina	0,0841	0,9580	0,9094	0,5383	0,0773	0,8977	0,7696	0,6555
Grécia	0,4347	1,0000	0,9257	0,6379	0,3655	1,0000	0,8788	0,6439
Costa Rica	0,7256	0,9887	0,8755	0,7885	0,6284	0,8854	0,7763	0,6237
Belarus	0,3520	0,9461	0,9686	0,2630	0,3407	0,9066	0,8093	0,6039
Itália	0,0647	0,9970	0,8989	0,7301	0,0565	0,9377	0,8474	0,5922
Romênia	0,2385	0,9401	0,9445	0,3331	0,2226	0,9096	0,8289	0,5761
Bulgária	0,9926	0,9926	0,9618	0,4694	0,9272	0,9272	0,8632	0,5482
Hungria	0,3676	0,9800	0,9383	0,5116	0,3403	0,8852	0,8218	0,5472
Rússia	0,0224	0,9593	0,9702	0,3079	0,0189	0,8591	0,7998	0,5403
Brasil	0,0173	0,9540	0,9212	0,4771	0,0124	0,8346	0,7848	0,5244
México	0,0307	0,9293	0,9032	0,4512	0,0256	0,8267	0,8006	0,4848
Bósnia e Herzegovina	1,0000	1,0000	1,0000	0,3501	1,0000	1,0000	1,0000	0,4411
Etiópia	0,1432	1,0000	1,0000	0,3501	0,0427	0,9999	1,0000	0,4409
Filipinas	0,0404	0,8999	0,9903	0,0000	0,0320	0,8079	0,8330	0,3991
Coréia do Sul	0,0651	1,0000	1,0000	0,3501	0,0627	0,9667	1,0000	0,3854
Colômbia	0,0728	0,9116	0,9282	0,2858	0,0547	0,7776	0,8213	0,3680
El Salvador	0,9536	0,9536	0,9463	0,3784	0,8243	0,8243	0,8758	0,3549
China	0,0024	0,9787	1,0000	0,2676	0,0017	0,8939	1,0000	0,2636
Turquia	0,0553	0,9410	0,9558	0,2928	0,0464	0,7890	0,9214	0,2195
Egito	0,0530	0,9470	1,0000	0,1448	0,0411	0,7372	1,0000	0,0013
Indonésia	0,0148	0,9121	1,0000	0,0097	0,0099	0,7364	1,0000	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor.

A estatística descritiva do indicador mostrou que a mudança de posição impactou a discrepância entre as médias. A média do modelo VRS tradicional (0,9823) é ligeiramente superior à média do SBM-VRS (0,9390). Além disso, o desvio padrão é menor para o modelo VRS tradicional (0,0509) do que para o modelo SBM-VRS (0,0770). Isso mostra que há maior variabilidade da eficiência dos países no SBM-VRS. Além disso, o coeficiente de variação do modelo VRS (0,0279) é inferior ao mesmo coeficiente do modelo SBM-VRS (0,0820). Note que o SBM-VRS apresenta um coeficiente de variação quatro vezes maior que o modelo tradicional. Isso pode ser explicado pela eficiência mínima do modelo VRS (Filipinas = 0,8322), enquanto a eficiência mínima do SBM-VRS foi a Indonésia (0,7364).

A Figura 3 ilustra as discrepâncias entre os modelos tradicionais VRS e SBM-VRS.

Figura 3 Comparação dos modelos tradicionais e SBM

Os sete países que são considerados eficientes para o modelo VRS tradicional, mas que não alcançaram a eficiência no SBM-VRS são: Áustria, Bélgica, Etiópia, Alemanha, Coreia do Sul, Espanha e Estados Unidos. Note que, com exceção da Etiópia, as unidades que não podem ser consideradas eficientes no SBM-VRS são países desenvolvidos e ricos. Esta é uma descoberta importante para medir os indicadores de desenvolvimento humano

com a Análise Envoltória de Dados (DEA). De acordo com os resultados empíricos deste capítulo, os modelos tradicionais tendem a superestimar a eficiência de algumas nações ricas e de alta renda.

Vale destacar que, utilizando o modelo VRS tradicional, os resultados deste capítulo são semelhantes à pesquisa de Despotis (2005a, 2005b) e Reig-Martinez (2013). Isto porque, muitos países considerados eficientes em transformar a complexidade econômica em desenvolvimento humano também são eficientes em converter riqueza em desenvolvimento humano. Pode-se destacar países como, Alemanha, Áustria, Bélgica, Coreia do Sul e Espanha. Em contraste, usando o modelo SBM-VRS, os resultados deste capítulo mostram que esses países não podem ser considerados eficientes, divergindo de estudos anteriores (Despotis, 2005a, 2005b; Reig-Martinez, 2013).

É possível observar também que o número de unidades eficientes é alto para o modelo tradicional VRS (52%) e SBM-VRS (38%), em relação ao total de países analisados. Modelos com retorno variável de escala apresentam muitos empates, o que foi resolvido por meio da Fronteira Invertida. Nesse sentido, foi criado um indicador composto chamado *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)*. A vantagem desse indicador é evitar os empates, considerando as melhores e piores práticas de cada país em transformar complexidade econômica em desenvolvimento humano. Além disso, o *IDH-CE* permite que os formuladores de políticas elaborem as melhores políticas industriais (gastos com P&D e exportação de produtos de alta tecnologia) para gerar desenvolvimento humano.

O *IDH-CE* apresentou um importante resultado, pois tanto para o modelo VRS tradicional quanto para o SBM, Cingapura é o único país eficiente entre as 50 nações analisadas. Este é um resultado inesperado, uma vez que todos na Europa e na América do Norte foram considerados ineficientes após o critério de desempate. Vale destacar que, esse resultado é apoiado por estudos anteriores, que analisaram o desenvolvimento econômico de Cingapura (GOPINATHAN, 2007; WORLD BANK, 2018; HUMAN CAPITAL INDEX, 2018).

Tanto no ranking tradicional VRS quanto no ranking SBM-VRS do *IDH-CE*, os cinco países com melhor colocação são: Cingapura, Noruega, Israel, Canadá e Austrália. A boa colocação da Noruega corrobora com os achados de Reig-Martinez (2013). Segundo este autor, os países nórdicos foram eficientes na conversão de riqueza em desenvolvimento humano com modelos SBM. Além disso, os resultados demonstram que não há concentração

de países eficientes em alguma região específica do globo para o IDH-CE. Observe que os países mais eficientes podem ser encontrados na Europa, América do Norte e Ásia. Além disso, de acordo com os resultados empíricos, a técnica da Fronteira Invertida evita as diferenças no ranking de eficiência entre modelos tradicionais e o modelo baseado em folga.

Os países que ocupam as cinco piores posições no ranking VRS tradicional são: Filipinas, Indonésia, Egito, China e Bielorrússia. Os países que ocupam as cinco piores posições no ranking SBM-VRS são: Indonésia, Egito, Turquia, China e El Salvador. Note que o modelo tradicional coloca o país europeu Bielorrússia entre as cinco piores posições do ranking, enquanto o modelo SBM-VRS traz a Turquia entre os piores colocados. Além disso, enquanto o modelo tradicional considera o país asiático Filipinas entre as cinco últimas posições, o SBM-VRS considera o país latino-americano El Salvador entre os piores colocados.

A Tabela 4 resume as diferenças entre os indicadores calculados neste estudo. Além disso, a tabela traz informações sobre as diferenças para os 50 países analisados de acordo com o tipo de economia (desenvolvida ou em desenvolvimento) e renda (renda alta e renda média alta e renda baixa e média baixa).

Tabela 4 Comparando regiões por meio de modelos tradicionais e baseados em folgas

Região	Estatística	Modelos Tradicionais					Slack Based Models (SBM)				
		CRS	VRS	FI-VRS	IDH-CE	Ef. Escala	SBM-CRS	SBM-VRS	FI-SBM-VRS	IDH-CE	Ef. Escala
Mundo	Média	0,3594	0,9823	0,9120	0,5351	0,3623	0,3374	0,9390	0,8038	0,5676	0,3492
	Mediana	0,2170	1,0000	0,9011	0,5431	0,2256	0,2020	0,9765	0,7852	0,5742	0,2202
	Desvio-Padrão	0,3537	0,0274	0,0509	0,0345	0,3552	0,3435	0,0770	0,0920	0,0721	0,3518
	Coefficiente de Variação	0,9842	0,0279	0,0558	0,0644	0,9804	1,0181	0,0820	0,1145	0,1269	1,0076
	Máximo	1,0000	1,0000	1,0000	0,5839	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6670	1,0000
	Mínimo	0,0024	0,8999	0,8322	0,4548	0,0025	0,0017	0,7364	0,6660	0,3682	0,0019
	Países eficientes	6	26	6	1	-	6	19	6	1	-
Desenvolvido	Média	0,3710	0,9955	0,8850	0,5552	0,3724	0,3465	0,9797	0,7637	0,6080	0,3537
	Mediana	0,3301	1,0000	0,8834	0,5583	0,3301	0,3086	1,0000	0,7583	0,6124	0,3147
	Desvio-Padrão	0,2948	0,0121	0,0369	0,0219	0,2951	0,2788	0,0328	0,0653	0,0421	0,2847
	Coefficiente de Variação	0,7946	0,0121	0,0417	0,0395	0,7924	0,8046	0,0335	0,0855	0,0692	0,8048
	Máximo	1,0000	1,0000	0,9618	0,5839	1,0000	1,0000	1,0000	0,8788	0,6670	1,0000
	Mínimo	0,0105	0,9401	0,8322	0,4978	0,0105	0,0103	0,8852	0,6660	0,5317	0,0106
	Países eficientes	1	19	0	1	-	1	14	0	1	-
Em Desenvolvimento	Média	0,3458	0,9668	0,9438	0,5115	0,3504	0,3267	0,8913	0,8508	0,5203	0,3439
	Mediana	0,0728	0,9732	0,9463	0,5037	0,0799	0,0627	0,8977	0,8006	0,5249	0,0703
	Desvio-Padrão	0,4119	0,0320	0,0464	0,0314	0,4144	0,4062	0,0861	0,0965	0,0711	0,4170
	Coefficiente de Variação	1,1912	0,0331	0,0492	0,0614	1,1826	1,2435	0,0965	0,1134	0,1367	1,2128
	Máximo	1,0000	1,0000	1,0000	0,5667	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6267	1,0000
	Mínimo	0,0024	0,8999	0,8567	0,4548	0,0025	0,0017	0,7364	0,7403	0,3682	0,0019
	Países eficientes	5	7	6	0	-	5	5	6	0	-
Alta e Média Alta Renda	Média	0,4093	0,9607	0,9701	0,4953	0,4165	0,3770	0,8789	0,8820	0,4985	0,4028
	Mediana	0,1064	0,9634	0,9779	0,5018	0,1074	0,0542	0,8751	0,8544	0,4937	0,0633
	Desvio-Padrão	0,4471	0,0372	0,0296	0,0296	0,4532	0,4404	0,1087	0,0965	0,0896	0,4628
	Coefficiente de Variação	1,0922	0,0387	0,0305	0,0598	1,0883	1,1683	0,1237	0,1094	0,1798	1,1491
	Máximo	1,0000	1,0000	1,0000	0,5363	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6144	1,0000

	Mínimo	0,0148	0,8999	0,9275	0,4548	0,0162	0,0099	0,7364	0,7712	0,3682	0,0134
	Países eficientes	2	3	3	1	-	2	2	3	1	-
Baixa e Média Baixa Renda	Média	0,3499	0,9864	0,9010	0,5427	0,3520	0,3298	0,9505	0,7889	0,5808	0,3390
	Mediana	0,2719	1,0000	0,8910	0,5538	0,2795	0,2409	0,9885	0,7795	0,5859	0,2519
	Desvio-Padrão	0,3322	0,0230	0,0463	0,0298	0,3322	0,3211	0,0631	0,0832	0,0597	0,3254
	Coefficiente de Variação	0,9493	0,0233	0,0514	0,0549	0,9439	0,9737	0,0664	0,1055	0,1029	0,9601
	Máximo	1,0000	1,0000	1,0000	0,5839	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6670	1,0000
	Mínimo	0,0024	0,9116	0,8322	0,4888	0,0025	0,0017	0,7776	0,6660	0,4338	0,0019
	Países eficientes	4	23	3	0	-	4	17	3	0	-

Levando em consideração o tipo de economia, observa-se que o modelo tradicional VRS beneficia os países desenvolvidos. Enquanto o modelo SBM-VRS apresentou apenas 14 países eficientes, o modelo tradicional VRS trouxe 19 países eficientes. Em contraste, para as economias em desenvolvimento, a Etiópia era o único país eficiente para o modelo VRS. Por outro lado, o modelo SBM-VRS não considerou a Etiópia como uma nação eficiente. Note-se que o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* mostrou um melhor ajuste para os países desenvolvidos e em desenvolvimento, considerando apenas Cingapura como eficiente.

Em relação ao nível de renda, o modelo VRS tradicional concentra unidades eficientes em economias de baixa renda e renda média-baixa (23 países), enquanto apenas 3 de alta renda e média alta são consideradas eficientes. Em contraste, o modelo SBM-VRS reduz essa discrepância, considerando apenas dois países eficientes de alta renda e média alta renda e 17 economias eficientes de baixa renda e média-baixa renda.

Em resumo, considera-se que o modelo SBM-VRS pode analisar melhor a eficiência dos países em transformar a complexidade econômica em desenvolvimento humano. Desta forma, o modelo SBM-VRS impede que alguns países desenvolvidos sejam considerados eficientes pelos modelos tradicionais. Além disso, o método de desempate da Fronteira Invertida também foi capaz de demonstrar um melhor ajuste entre os 5 principais países eficientes. Além disso, a discrepância desses modelos também pode ser aplicada à transformação da riqueza e do desenvolvimento humano, trazendo novos *insights* para as análises de Eficiência Social.

A Figura 4 ilustra quatro mapas sobre a eficiência social de indicadores primários no mundo, utilizando: A) modelo tradicional CRS; B) modelo tradicional VRS; C) SBM-CRS; e D) SBM-VRS. A Figura 5 ilustra quatro mapas da eficiência social mundial de indicadores compostos (usando a técnica da Fronteira Invertida), em relação ao A) modelo tradicional CRS; B) CIHD-EC pelo modelo tradicional VRS; C) SBM-CRS; e D) CIHD-EC pelo modelo SBM-VRS. As regiões em verde escuro representam os países mais eficientes em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano, enquanto as regiões em verde claro são os locais menos eficientes.

Figura 4 Desempenho socioeconômico mundial em relação a indicadores simples.

A) Eficiência CRS (Mod. Tradicional)

B) Eficiência VRS (Mod. Tradicional)

C) Eficiência SBM-CRS

D) Eficiência SBM-VRS

Figura 5 Desempenho socioeconômico mundial em relação aos indicadores compostos (Padrão e Fronteira Invertida)

A) Eficiência CRS (Modelo Tradicional)

B) Eficiência IDH-CE VRS (Modelo Tradicional)

C) Eficiência SBM-CRS

D) Eficiência IDH-CE SBM-VRS

2.5 Considerações Finais

Este capítulo propôs a introdução da complexidade econômica como *input* para a avaliação do desenvolvimento humano. Além disso, o capítulo contribuiu para a comparação de diferentes modelos de *Data Envelopment Analysis* para a Eficiência Social.

Verificou-se que o modelo tradicional com retornos variáveis de escala tende a superestimar o número de países eficientes. Essa superestimação beneficia países desenvolvidos e de alta renda, que não podem ser considerados eficientes por meio do *Slack Based Model (SBM)*. Neste sentido, o modelo baseado em folga apresenta melhor ajuste para a análise do desenvolvimento humano no mundo, indicando a existência de menor quantidade de países eficientes.

A técnica da Fronteira Invertida também demonstrou melhor ajuste ao problema analisado. Usando essa técnica de desempate, foi possível observar que apenas Cingapura pode ser considerado eficiente em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano, entre os 50 países analisados para o ano de 2013. Além disso, a Fronteira Invertida manteve os mesmos países eficientes dentre as cinco primeiras posições do ranking. Isto demonstrou melhor relação entre os modelos tradicional e *Slack Based Model*.

Vale destacar que uma das limitações deste capítulo foi não utilizar indicadores sobre a desigualdade de renda (Índice de Gini, por exemplo). Sabe-se que a desigualdade de renda é considerada um fator importante no conceito teórico desenvolvido por Amartya Sen. Contudo, não foram encontrados dados disponíveis para todos os 50 países, o que limitaria ainda mais a análise.

Finalmente, o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* demonstrou quais regiões são as mais eficientes dentre as analisadas. Verificou-se que as cinco melhores posições no ranking foram ocupadas por países da América do Norte, Europa e Ásia. Cingapura conquistou a primeira posição no ranking, enquanto nenhum país latino-americano se manteve dentre as cinco primeiras colocações.

Neste aspecto, os resultados obtidos neste capítulo motivaram a análise feita no Capítulo 3. A comparação entre os países da América Latina e Ásia é importante, pois tais países apresentam economias emergentes semelhantes durante a década de 1960. Contudo, diversos países asiáticos (Cingapura, Coreia do Sul, Japão) adotaram estratégias de desenvolvimento que diversificaram a matriz produtiva e demonstram melhores indicadores

sociais. A fim de compreender a eficiência social entre países da América Latina e Ásia, o próximo capítulo apresenta uma análise deste problema.

3. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO NA AMÉRICA LATINA E ÁSIA

A América Latina e a Ásia foram regiões consideradas emergentes durante a década de 1960. Por exemplo, o Brasil e a Coreia do Sul tinham o mesmo nível de Produto Interno Bruto (PIB) e anos médios de escolaridade. Entretanto, as últimas décadas demonstraram que, enquanto alguns países asiáticos se tornaram desenvolvidos e exportadores de produtos de alta tecnologia, a América Latina permaneceu especializada em *commodities*, em especial, do tipo agrícola (BARBIER e BUGAS, 2014; LEE, 2016a, b).

Neste aspecto, a importância de comparar os países asiáticos e latino-americanos ocorre devido às experiências de desenvolvimento destas regiões nas últimas décadas (AGOSIN, 2009; UNGOR, 2017). De acordo com Huang et al. (2010), é importante comparar essas duas regiões porque, enquanto a América Latina é o local de nascimento da Teoria Cepalina (PREBISCH, 1949; FURTADO, 1959) os países asiáticos foram reconhecidos como os mais bem-sucedidos na exploração dos benefícios dos recursos estrangeiros. Além disso, nas últimas décadas, enquanto os países asiáticos cresceram economicamente por meio da exportação de produtos tecnologicamente intensivos, aumentando o desenvolvimento humano, os países latino-americanos continuaram a exportar *commodities*, sem alterar a estrutura produtiva, embora a América Latina tenha melhorado os indicadores de qualidade de vida, decorrente das políticas sociais.

Agosin (2009) mostra que, entre 1981 e 2003, os exportadores asiáticos de manufaturas cresceram mais rapidamente do que os países latino-americanos. A produção asiática e as exportações cresceram duas vezes mais rápido que as da América Latina. Parte desse crescimento pode ser explicado pelo aumento do nível de produtividade do trabalho na Ásia, que representava 15% do nível dos EUA em 1963. Em 2010, a produtividade asiática atingiu 70% do nível norte-americano. Por outro lado, a produtividade do trabalho na América Latina diminuiu de 35% em 1963 para 25% em 2010, em relação ao nível dos EUA (UNGOR, 2017).

O crescimento da produtividade asiática decorre da mudança na composição do emprego. Houve forte declínio da participação do setor agrícola na Ásia em relação ao total da economia, caindo de 58% em 1963 para menos de 7% em 2010. A participação da indústria de transformação, por outro lado, aumentou de cerca de 10% em 1963 para 21% em 2010 (AGOSTIN, 2009; UNGOR, 2017). Na América Latina, a agricultura representava

48% do emprego total em 1963, diminuindo sua participação para 15% em 2010. No entanto, a participação da indústria de transformação se estagnou, sem mostrar mudanças significativas ao longo do tempo, passando de 14,5% em 1963 para 16% no final da década de 1980 e declinando para 12% em 2010 (UNGOR, 2017).

É importante notar que, de acordo com Ranis et al. (2000), a redução da pobreza depende do tipo de crescimento da economia, da forma como o emprego é gerado, isto é, a participação de cada setor na geração de postos de trabalho, e do aumento da renda na área rural. Enquanto os países asiáticos diversificaram a matriz produtiva e elevaram a produtividade dos setores econômicos, a América Latina permaneceu dependente de setores primários, com pouca elevação na renda se comparado com a Ásia.

Estudos têm discutido a forma como mudanças estruturais e políticas públicas influenciam o desenvolvimento dos países. A próxima seção faz uma revisão destes estudos em alguns países.

3.1 Políticas públicas na Ásia

Para promover mudanças estruturais que engendrem o desenvolvimento econômico, diversos países têm formulado estratégias de desenvolvimento, que beneficiam setores tecnologicamente intensivo em detrimento de setores cujo o produto possui baixo valor agregado. No Japão, a mecanização agrícola liberou a mão de obra para o setor industrial, elevando os salários e gerando urbanização. Este processo durou mais de 15 anos e ocorreu devido ao crescimento da produtividade em todos os setores econômicos. Nas atividades não agrícolas, a produtividade aumentou devido a adoção, imitação e assimilação dos fluxos de conhecimento técnico das nações avançadas, que dependeu do nível do capital humano (ESTEBAN-PRETEL e SAWADA, 2014).

Esta mudança estrutural ocorreu porque o governo japonês subsidiou preços e investimentos para mecanizar a agricultura. Para o desenvolvimento industrial, o governo baixou a taxa de juros e elevou o nível de empréstimos e investimentos para o setor. Os investimentos financiaram empresas públicas ligadas à infraestrutura. Os juros baixos permitiram o desenvolvimento de setores estratégicos, como o transporte marítimo, energia elétrica, construção naval, automobilístico, maquinaria, ferro e aço, mineração de carvão e refino de petróleo (ESTEBAN-PRETEL e SAWADA, 2014).

Outro exemplo é a política desenvolvimentista da Coreia do Sul, que está embasada na exportação, principalmente, de produtos com valor agregado. Segundo Lee (2016), a abertura comercial proporcionou a importação de bens intermediários mais baratos e o acesso a tecnologias avançadas, contribuindo para o rápido crescimento da produtividade da indústria. A política de exportação para a industrialização, incentivou o desempenho dos exportadores, gerando vantagem comparativa das empresas coreanas no comércio internacional. Essas indústrias, antes intensivas em mão de obra, se tornaram intensivas em capital e tecnologia na área de eletrônicos, máquinas, automóveis, navios e tecnologia da informação e comunicações. Com isto, a renda per capita coreana atingiu o nível dos países desenvolvidos.

A China, desde sua reformulação e abertura econômica, tem crescido em média 9,5% ao ano (LEE, 2016). Entretanto, a economia chinesa está atrás de outras economias asiáticas. O PIB per capita chinês em 2011 (US\$ 8,850 PPP) é comparável ao nível da Coreia em 1988 (US\$ 9,137 PPP) e do Japão em 1968 (US\$ 9,527 PPP). O nível de produtividade relativa da China (44%) em 2010 foi inferior ao da Coreia em 1980. Neste aspecto, Lee (2016) afirma que a economia chinesa está mais de 20 anos atrás da Coreia e mais de 40 anos atrás do Japão. Para que a China passe de uma economia de renda média alta para renda alta, é necessário desenvolver indústrias tecnologicamente mais sofisticadas (LEE, J.-W., 2016). O progresso tecnológico chinês depende de políticas que promovam a inovação tecnológica, o aumento do investimento em P&D e a modernização industrial.

Entretanto, na América Latina este tipo de política para o desenvolvimento não tem funcionado. A região permanece especializada na exportação de *commodities* agrícolas, o que dificulta o desenvolvimento regional e, conseqüentemente, a garantia do desenvolvimento humano para a população. A próxima seção revisa algumas informações sobre a América Latina e o Brasil.

3.2 O caso da América Latina e do Brasil

Os estudos publicados pela CEPAL têm indicado que o crescimento econômico não tem sido suficiente para o desenvolvimento social (CEPAL, 2007a, 2007b, 2008, 2010). A desigualdade continua a ser uma característica que define o quadro econômico e social dos países latino-americanos. Os problemas em relação ao desemprego, segurança social, ineficiências no sistema de educação, educação e infraestrutura ainda dificultam o

desenvolvimento regional. Além disso, é constante a falta de oportunidades para os trabalhadores (CEPAL, 2007).

O modelo latino-americano de desenvolvimento também é criticado porque o setor moderno e produtivo compete com o setor de produção primária. A disponibilidade de terras para o cultivo absorve trabalhadores e migrantes das áreas rurais, deslocando o trabalho qualificado de outros setores da economia. A região é suscetível ao efeito da "Doença Holandesa" de um setor de produtos primários em expansão (BRESSER-PEREIRA, 2008). À medida que o preço das *commodities* aumenta, a produção e o emprego crescem, destacando a região na exportação de produtos primários (BARBIER e BUGAS, 2014). Os dados do Banco Mundial (2013) mostram que 55,3% das exportações de mercadorias consistem em produtos primários, correspondendo a 63,5% das exportações totais. Apenas 20,8% da força de trabalho está na indústria e a taxa de pobreza é de 41,2%. Os resultados mostram acesso inadequado ao sistema de transporte, infraestrutura e mercado internacional.

Os problemas sociais são recorrentes nos países que não conseguem traduzir o crescimento econômico nas diferentes dimensões do desenvolvimento humano. Por exemplo, um país pode melhorar o desempenho na renda per capita, mas não apresentar melhoras na expectativa de vida e educação. Essa assimetria entre o progresso nos diferentes componentes do IDH pode beneficiar a posição destes países no ranking de desenvolvimento humano, levando em consideração apenas a exploração dos recursos naturais (como petróleo ou ouro), o que seria interpretado pelo IDH como um processo de desenvolvimento (BILBAO-UBILLOS, 2012). É neste sentido que o *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* contribui, utilizando a complexidade econômica para avaliação do desenvolvimento humano local.

No caso do Brasil, o Governo Brasileiro, entre 1930 e 1970, tentou orientar o processo de industrialização por meio do Programa de Substituição das Importações (PSI). Este programa era dependente, ao menos em parte, das exportações do setor agrícola, a fim de suprir as necessidades financeiras encontradas para a industrialização nacional. Vale destacar ainda que o PSI promovia protecionismo à indústria nacional, a fim de evitar que concorrentes estrangeiros dominassem o mercado interno (FURTADO, 1959; TAVARES, 1972; GREMAUDI, 2016).

Contudo, o PSI demorou a acontecer, pois a pauta de exportações do Brasil permanecia dependente de produtos com baixo valor agregado como, por exemplo, o café e a borracha. Até 1960, o agregado destes dois produtos constituía 55% das exportações

brasileiras, o que evidencia a vulnerabilidade da economia brasileira em relação ao mercado internacional (TAVARES, 1972; GREMAUDI, 2016).

A partir da década de 1960, o ferro e a soja permitiram alguma diversificação da pauta de exportações, embora não possuam valor agregado. A partir de 1980, a soja e o ferro juntos passaram a representar apenas 10% do total de exportações, o que mostra menor concentração na pauta de exportação brasileira (GREMAUDI, 2016).

Na origem do setor industrial eram produzidos principalmente produtos leves. Desta forma, 80% do que a indústria produzia correspondia ao subsetor têxtil e de alimentos e bebidas. Menos expressivamente eram produzidas peças de reposição, instrumentos de trabalho para a agricultura (enxadas, arados e outros) e peças de reposição para as estradas de ferro. Desta forma, uma pequena parte da indústria servia como um setor para suprir a demanda de acessórios do complexo cafeeiro, por meio dos subsetores metal-mecânico e de transportes (GREMAUDI, 2016). Vale destacar que, durante este período, houve avanço no bem-estar da população do país. O PIB per capita aumentou, houve avanço nas taxas de alfabetização e elevação da expectativa de vida. Por outro lado, houve piora na distribuição da renda, tornando o Brasil um dos países mais desiguais no mundo (GREMAUDI, 2016).

Depois de apresentar crescimento gradativo durante a década de 1970, a década de 1980 ficou conhecida como Década Perdida, devido a crise da dívida externa dos países latino-americanos. Neste aspecto, a taxa média anual de crescimento do PIB per capita entre 1985 e 1992 foi de -0,54%. Após os anos de contração, o crescimento do PIB per capita voltou a crescer em 1992-93, embora o crescimento médio anual no período 1992-2005 tenha sido ainda modesto (1,25%) (FERREIRA et al., 2010).

Após o controle inflacionário no Brasil em 1994, as reformas neoliberais transformaram os padrões de emprego no Brasil, apresentando graves implicações para a política social. O emprego industrial declinou 40% nos anos 90, acompanhado por uma perda de 1,5 milhão de empregos, sendo 500 mil postos de trabalho formais perdidos apenas nas indústrias privatizadas. Além disso, cresceu a subcontratação dos trabalhadores e economia informal (BRITO et al., 2017). Os anos 2000 foram marcados pelo *boom* nos preços das commodities, a participação das exportações agrícolas e de minério de ferro, em especial para a China, apresentou forte crescimento (BRITO et al., 2017). Sendo que, durante este período, alguns economistas defenderam que o Brasil passava por um processo de desindustrialização (BACHA, 2015).

Neste aspecto, é flagrante a necessidade de o governo brasileiro melhorar a estratégia de desenvolvimento industrial. O setor industrial do país exige trabalhadores altamente qualificados e oferece salários mais atrativos (FERRAZ et al., 2016). Um exemplo bem-sucedido é a adoção da biotecnologia para a produção de soja, que reduziu a intensidade da força de trabalho na agricultura e o emprego cresceu no setor industrial (BUSTOS et al., 2016). Outro exemplo é a mecanização no cultivo da cana-de-açúcar, que praticamente eliminou os fluxos migratórios nas regiões mais pobres e gerou oportunidades de emprego para mão de obra especializada no país (MORAES et al., 2015). Além disso, diversos produtos do setor sucroalcooleiro aumentaram o valor agregado. Isto aconteceu por meio das usinas de biomassa, que apresentam utilização mais eficiente dos recursos produzidos (SCHEITERLE et al., 2017). Vale destacar ainda que, o setor sucroalcooleiro era constituído por empresas familiares. Entretanto, desde a liberalização econômica, esse setor tem recebido investimentos estrangeiros, aumentando a participação de mercado de empresas multinacionais (VIANA e PEREZ, 2013) e diversificando o setor e seus produtos, como biocombustíveis, bioplásticos, energias alternativas e outros (VIANA e PEREZ, 2013; SCHEITERLE et al., 2018). Um caso de sucesso é a joint venture entre a multinacional Shell Fuel SA e a empresa nacional Cosan SA (SHELL, 2019). Por outro lado, ainda existe uma adoção tecnológica que prejudica a indústria local, como o desenvolvimento de uma tecnologia que intensificou a área plantada de milho, aumentando o trabalho agrícola e contraindo o emprego industrial (BUSTOS et al., 2016).

Vale ressaltar que a especialização tecnológica em setores específicos, como a agricultura no Brasil, resulta da adoção de tecnologias adequadas aos insumos disponíveis na economia local. Por outro lado, outros setores, como os fabricantes de coletores solares brasileiros, têm maior dificuldade na capacidade de absorção para o desenvolvimento de produtos inovadores, corroborando a necessidade de investimentos em P&D (GUEDES et al., 2017).

Antonelli (2016) defende que os países tecnologicamente atrasados adaptam recursos tecnológicos dos países avançados, o que diminui a congruência tecnológica e a produtividade total dos fatores. A política industrial dos países em desenvolvimento deve favorecer mudanças estruturais que reforcem a oferta dos principais fatores de produção da região, junto com uma política de formação que apoie a criação de habilidades e competências ao capital humano regional, gerando desenvolvimento social e econômico.

Neste sentido, a próxima seção apresenta o método utilizado para avaliar a conversão de complexidade em desenvolvimento humano na América Latina e Ásia.

3.3 Método

O método deste capítulo pode ser sistematizado nas seguintes etapas: a) seleção dos países analisados; b) identificação e coleta de variáveis; c) validação econométrica e; d) mensuração do *Índice de Desenvolvimento Humano e Complexidade Econômica (IDH-CE)* para a América Latina e Ásia em 2014. Na primeira etapa, foram selecionados 26 países para análise. Entre eles estão todos os países da América Latina e alguns países asiáticos (Japão, China, Coreia do Sul, Filipinas, Cingapura, Tailândia e Malásia). A escolha destes países é justificada com base em estudos anteriores (AGOSIN, 2009; UNGOR, 2017). Além disso, os países asiáticos melhoraram os indicadores de desenvolvimento humano, crescimento e complexidade econômica em relação aos países da América Latina (BARBIER e BUGAS, 2014; LEE, 2016a, b).

Na segunda etapa, foram selecionadas as variáveis correspondentes à Complexidade Econômica (Índice de Complexidade Econômica - ECI) e ao Desenvolvimento Humano (educação, expectativa de vida, saneamento básico e emprego). As variáveis foram coletadas na base de dados do Banco Mundial, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 Variáveis utilizadas para América Latina e Ásia

Variável	Fonte	Tipo	Referência
Índice de Complexidade Econômica (ECI)	<i>Economic Complexity Observatory</i>	<i>Input</i>	Proposta deste trabalho
Expectativa de vida (EV)	<i>World Bank</i>	<i>Output</i>	Despotis (2005a)
Anos médios de estudo (AME)	<i>World Bank</i>	<i>Output</i>	Despotis (2005b)
Taxa de Emprego (TE)	<i>United Nations Develop. Prog. UNDP</i>	<i>Output</i>	Morais e Camanho (2011)
Saneamento Básico (SB)	<i>World Bank</i>	<i>Output</i>	Mariano e Rebelatto (2014)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Note que neste capítulo, o Índice de Complexidade Econômica é utilizado como proxy da diversificação econômica dos países. Há dois motivos para a escolha do ECI: primeiro, buscou-se analisar de forma diferente a questão da complexidade, a fim de contribuir com indicadores alternativos sobre a relação entre complexidade e desenvolvimento humano. Em segundo lugar, o ECI se mostrou mais adequado para o caso

da América Latina, pois diversos países não possuíam dados disponíveis sobre gastos em P&D e exportação de produtos de alta tecnologia. Neste sentido, foi possível analisar países interessantes como, por exemplo, Cuba e Venezuela. Vale destacar que há uma vasta literatura sobre medidas de complexidade econômica (ABDON e FELIPE, 2011, BUSTOS et al., 2012; CALDARELLI et al., 2012; CRISTELLI et al., 2013; CRISTELLI et al., 2015; FELIPE, 2009; HAUSMANN et al., 2006; HAUSMANN et al., 2014; HIDALGO e HAUSMANN, 2009; HIDALGO et al., 2007; RODRIK, 2006; TACCHELLA et al., 2012), sendo o ECI uma das mais disseminadas medidas para representa a diversificação produtiva.

Na terceira etapa, houve validação econométrica por meio de uma matriz de correlação e modelos de regressão linear. Na quarta etapa, foram estimados modelos DEA-SBM, orientados ao *output*. Tendo em vista os resultados apresentados no capítulo anterior, optou-se pelo modelo que melhor respondeu ao problema de pesquisa analisado nesta tese. A próxima seção apresenta o modelo para validação econométrica.

3.3.1 Análise Econométrica

A fim de validar a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano entre os países da América Latina e países asiáticos entre 2010 e 2014, uma matriz de correlação e quatro modelos de regressão linear múltipla foram estimados. O modelo geral pode ser encontrado na Expressão 4.

$$\ln y_{it}^{variável\ social} = \beta_0 + \beta_1 \ln PIB + \beta_2 \ln ECI + \varepsilon \quad (4)$$

Onde: $\ln y_{it}^{variável\ social}$ é uma das variáveis sociais do desenvolvimento humano; β_0 é o intercepto do modelo; $\beta_1 \ln PIB$ é o logaritmo natural do produto interno bruto; $\beta_2 \ln ECI$ é o logaritmo natural do Índice de Complexidade Econômica. Novamente, foram utilizados modelos *log-log* e os testes estatísticos foram efetuados. Note que este modelo não apresenta algumas variáveis de controle, conforme apresentado no capítulo anterior desta tese. Isto ocorreu devido a indisponibilidade de dados para a América Latina. Entretanto, tendo em vista que a econometria apenas auxilia na validação da correlação entre *inputs* e *outputs* do modelo DEA, o valor dos coeficientes estimados não é relevante para a análise.

3.4 Resultados e Discussão

Esta seção apresenta os resultados para 26 países da América Latina e Ásia. Primeiro, apresenta-se os resultados da validação econométrica. Em segundo lugar, são apresentadas as estimativas para o IDH-CE em 2014.

3.4.1 Análise econométrica

Os resultados mostram que a complexidade econômica (ECI) tem correlação positiva e significância estatística com todas as variáveis sociais analisadas. A correlação foi maior para a expectativa de vida no nascimento ($EV=0,51$), o que mostra que em países mais complexos as pessoas tendem viver mais. Os anos médios de escolaridade ($AME=0,47$) e o saneamento ($SB=0,42$) também mostraram forte correlação. Isso significa que países com maior complexidade têm pessoas mais educadas e com melhor infraestrutura. Este resultado está em linha com a discussão teórica, uma vez que os países que exportam bens tecnologicamente intensivos tendem exigir trabalhadores altamente qualificados e precisam de infraestrutura adequada em centros urbanos (AGOSIN, 2009; SAVIOTTI e PKA, 2016, HARTMANN et al., 2017). A taxa de emprego ($TE=0,23$) apresentou menor correlação, embora tenha apresentado o sinal esperado (positivo). Este resultado pode ser interpretado devido ao fato de países que não dependem exclusivamente de *commodities* terem uma economia mais robusta (NKURUNZIZA et al., 2017). A Tabela 5 traz as estimativas da matriz de correlação entre os *input* e *outputs* do modelo DEA.

Tabela 5 Matriz de correlação, América Latina e Ásia

Variáveis	ECI	Anos Médios de Estudo	Expectativa de Vida	Saneamento Básico	Taxa de Emprego
ECI	1				
Anos Médios de Estudo	0,4661***	1			
Expectativa de Vida	0,5107***	0,6808***	1		
Saneamento Básico	0,4191***	0,6298***	0,7612***	1	
Taxa de Emprego	0,2259***	0,1984**	0,1341**	-0,0173	1

Coeficientes estatisticamente significantes: (***) nível de 1%; (**) nível de 5%; (*) nível de 10%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação aos modelos estimados, o teste de Breusch-Pagan indicou que os modelos em painel são preferíveis do que os dados *pooled*. O teste de Hausman indicou preferência por estimativas de efeito fixo. O teste de Wald mostrou que as estimativas deveriam ser corrigidas devido a heterocedasticidade. O teste de Wooldridge não indicou presença de autocorrelação. Desta forma, foi utilizado o modelo *Feasible Generalized Least Squares (FGLS)*. Além disso, os resultados do teste VIF ficaram sempre abaixo de 10, o que significa que não há presença de multicolinearidade. As regressões estimadas são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Estimativas para América Latina e Ásia

Variáveis	(1) Anos Médios de Estudo	(2) Expectativa de Vida	(3) Saneamento Básico	(4) Taxa de Emprego
Economic Complexity Index (ECI)	0,363*** (0,0780)	0,774*** (0,179)	1,693** (0,847)	0,608*** (0,227)
PIB per capita	0,0000437*** (-0,00000646)	0,000151*** (-0,0000171)	0,000220*** (-0,0000515)	0,0000236* (-0,000013)
Constante	7,767*** (0,0932)	73,57*** (0,200)	82,80*** (1,111)	94,31*** (0,230)
Observações	130	130	130	130
Número de países	26	26	26	26

Desvio-padrão entre parênteses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: Elaborado pelo autor.

O PIB foi estatisticamente significativo e obteve sinal esperado para todas as variáveis sociais. O PIB funciona como variável de controle do crescimento econômico nestes modelos. A complexidade econômica também obteve alto grau de significância estatística (nível de 1%) e sinal esperado para todas as variáveis sociais. Somente no Modelo 4, o ECI foi estatisticamente significativo ao nível de 5%. Note que, conforme apontado por Hartmann (2014), a complexidade econômica teve um efeito maior sobre as variáveis do desenvolvimento humano, do que o crescimento da economia. Esses resultados comprovam a relação entre complexidade econômica e desenvolvimento humano para os países analisados. Em resumo, a análise econométrica mostrou os pressupostos de Hidalgo et al. (2012), Hausmann et al. (2014) e Hartmann (2014) são válidos.

3.4.2 Estimativas da eficiência para 2014

O modelo DEA SBM-VRS mediu a eficiência social em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano para os países da América Latina e alguns países da Ásia em 2014. O modelo com retornos constante de escala (VRS) mostrou todos os países asiáticos, com exceção da China e Filipinas, foram eficientes.

A ineficiência da China pode ser interpretada devido a necessidade de melhorar o capital humano do país e sofisticar a matriz produtiva (LEE, 2016a). Outra explicação para a ineficiência chinesa pode vir do fato que para o nível de diversificação da China, existe um nível de desenvolvimento humano relativamente baixo. Isto indicaria a necessidade de gastos e políticas sociais ou da desigualdade dentro do país, do que a necessidade de mais complexidade econômica. Em relação às Filipinas, não foi encontrado referencial teórico que explicasse a ineficiência. A Tabela 7 apresenta os resultados encontrados.

Tabela 7 Eficiência e retornos de escala em 2014, América Latina e Ásia

Ranking	País	VRS	VRS-FI	CI-VRS	IDH-CE	Retorno de Escala
1	Cuba	1,0000	0,7717	0,6142	1,0000	Constante
2	Chile	1,0000	0,8045	0,5978	0,9340	Decrescente
3	Malásia	1,0000	0,8698	0,5651	0,8025	Decrescente
4	Venezuela	1,0000	0,8717	0,5642	0,7989	Constante
5	Equador	1,0000	0,8767	0,5617	0,7888	Constante
6	Singapura	1,0000	0,8894	0,5553	0,7633	Decrescente
7	Argentina	0,9492	0,8478	0,5507	0,7448	Decrescente
8	Coréia do Sul	1,0000	0,9355	0,5323	0,6706	Decrescente
9	Uruguai	0,9112	0,8736	0,5188	0,6165	Decrescente
10	Peru	0,9060	0,8711	0,5175	0,6110	Constante
11	Costa Rica	0,8993	0,8831	0,5081	0,5734	Decrescente
12	Bolívia	1,0000	1,0000	0,5000	0,5408	Constante
13	Japão	1,0000	1,0000	0,5000	0,5408	Decrescente
14	Tailândia	1,0000	1,0000	0,5000	0,5406	Decrescente
15	Paraguai	0,8588	0,8760	0,4914	0,5062	Decrescente
16	Panamá	0,8716	0,9024	0,4846	0,4789	Decrescente
17	México	0,8678	0,9375	0,4652	0,4006	Decrescente
18	Brasil	0,8390	0,9292	0,4549	0,3594	Decrescente
19	Colômbia	0,8158	0,9709	0,4225	0,2289	Decrescente
20	Filipinas	0,8253	1,0000	0,4127	0,1895	Decrescente
21	República Dominicana	0,8220	1,0000	0,4110	0,1828	Decrescente
22	Nicarágua	0,7992	0,9901	0,4046	0,1569	Constante
23	China	0,8069	1,0000	0,4035	0,1525	Decrescente
24	El Salvador	0,7700	1,0000	0,3850	0,0782	Decrescente
25	Honduras	0,7527	1,0000	0,3764	0,0434	Decrescente
26	Guatemala	0,7311	1,0000	0,3656	0,0000	Decrescente

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na América Latina, os países eficientes foram a Bolívia, Chile, Cuba, Equador e Venezuela. Isso significa que, mesmo com baixa complexidade, esses países latino-americanos conseguiram gerar bons indicadores sociais. Note que o Brasil apresentou eficiência de 89,9% no modelo VRS. Isso ocorreu porque a economia brasileira tem uma complexidade econômica relativamente maior do que outros países latino-americanos, mas seus indicadores sociais foram menores do que de outros países da região.

Tendo em vista que, dentre os 26 países analisados, 10 ocupam a eficiência, é necessário analisar o ranking por meio da Fronteira Invertida. Após o desempate, observou-se que Cuba ocupa a primeira posição no ranking geral, seguido por 3 países latino-americanos (Chile, Venezuela e Equador) e a Malásia. Além disso, Singapura ocupou o sexto lugar após o desempate.

A análise de *benchmarking* mostrou quais países podem ser tomados como exemplo por aqueles que não foram considerados eficientes na análise. Note que Chile e Coréia do Sul foram *benchmarks* importantes para diversos países analisados. Contudo, Cuba foi a principal referência para os países ineficientes. Embora a economia cubana não tenha diversificado as exportações, os indicadores de desenvolvimento humano foram excepcionais. Por exemplo, os anos médios de estudo (11,5) são os mais altos entre os países da América Latina e da Ásia, perdendo apenas para a Coréia do Sul. A Quadro 4 apresenta os resultados encontrados.

Quadro 4 Análise dos benchmarks em 2014, América Latina e Ásia

País	Benchmarks
Argentina	Chile, Cuba e Coréia do Sul
Brasil	Cuba e Coréia do Sul
China	Cuba e Coréia do Sul
Colômbia	Cuba e Coréia do Sul
Costa Rica	Cuba e Coréia do Sul
República Dominicana	Cuba e Coréia do Sul
El Salvador	Cuba e Coréia do Sul
Guatemala	Bolívia, Cuba e Tailândia
Honduras	Cuba e Coréia do Sul
México	Cuba e Coréia do Sul
Nicarágua	Cuba, Equador e Venezuela
Panamá	Cuba e Coréia do Sul
Paraguai	Cuba e Coréia do Sul
Peru	Cuba, Equador e Venezuela
Filipinas	Cuba e Coréia do Sul
Uruguai	Chile, Cuba e Coréia do Sul

Fonte: Elaborado pelo autor.

O fato de Cuba ser considerada eficiente e o principal *benchmark* para o restante dos países analisados abre uma importante discussão na literatura, embora sua interpretação deva ser feita com cautela. Cuba é um caso especial, vulnerável aos mecanismos de transmissão do crescimento do comércio, mas, ao mesmo tempo, é uma economia de passado socialista com serviços sociais universais e que sofre com embargos econômicos de países com poder econômico (SCHREIBER, 1973; MESA-LAGO e VIDAL-ALEJANDRO, 2010). Isto tem afetado alguns indicadores sociais, como o declínio dos níveis nutricionais, o aumento das taxas de doenças infecciosas e mortes violentas e a deterioração da infraestrutura de saúde pública (NAYERI e LÓPEZ-PARDO, 2005).

Apesar destes problemas, Cuba é reconhecida pelo sistema de saúde, pelas escolas de Medicina e por ainda apresentar baixos níveis de mortalidade infantil e materna. Estes fatores podem explicar o fato de Cuba ser o país mais envelhecido da América Latina (NAYERI e LÓPEZ-PARDO, 2005; MESA-LAGO, 2017). Ademais, o acesso universal ao sistema educacional permite que Cuba tenha um dos maiores índices de anos médios de escolaridade da América Latina (DOMÍNGUEZ, 2004; LAHERA-MARTINEZ et al., 2017). O mercado de trabalho também vem sofrendo transformações na última década, devido a expansão das formas de propriedade e gestão, a diversificação das fontes de emprego, a disponibilidade de mão de obra, o rearranjo institucional no setor público (ECHEVARRIA et al., 2018).

Contudo, Cuba revela ser um caso de sucesso limitado das políticas para promover a inovação. Isto pode ser observado pelo baixo desenvolvimento do mercado tecnológico cubano, que não promove atividades de difusão tecnológica (SÉROR e ARTEAGA, 2000). Neste aspecto, tendo em conta que os cubanos com alta escolaridade não possuem empregos que necessitem de alta qualificação profissional, característica decorrente da baixa diversificação produtiva, pode-se considerar que existe desperdício de capital humano no país. Em outros termos, embora Cuba seja um importante *benchmark* e demonstre que políticas sociais podem melhorar o desenvolvimento humano, é preciso levar em conta as especificidades do sistema cubano, antes de propor qualquer modelo de desenvolvimento com base no caso cubano.

Além disso, há preponderância de países latino-americanos nas cinco primeiras posições do ranking após o desempate. Este resultado inesperado pode ter decorrido das características do método DEA. O DEA considera eficientes as unidades tomadoras de

decisão que conseguem atingir maior nível de desenvolvimento humano (*outputs*), utilizando menos *inputs* (complexidade econômica). Isto chama atenção, pois é preciso compreender quais mecanismos os países latino-americanos têm utilizado para conquistar maior desenvolvimento humano.

Uma possível explicação seria melhorar o desenvolvimento humano por meio de políticas sociais, o que não exigiria a diversificação da economia. Há evidências de que os gastos sociais ajudam a reduzir a pobreza e a desigualdade. Ferreira et al. (2008) notam um aumento substancial no número de famílias que recebem transferências governamentais condicionadas, que impactam positivamente a educação, saúde e condições de moradia. Barros et al. (2006a, b) estimam que cerca de metade do declínio da desigualdade (entre 2001 e 2005) resultou de melhorias na distribuição de renda. Em suma, as políticas sociais têm engendrado melhores condições de vida para os mais pobres na América Latina (PASE e MELO, 2017) e no Brasil (SAAD-FILHO, 2015).

3.5 Considerações finais

Este capítulo analisou a conversão da complexidade econômica em desenvolvimento humano nos países da América Latina e Ásia em 2014. Os resultados econométricos novamente comprovaram a correlação positiva e a significância estatística entre Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano.

O modelo DEA-SBM com retorno variável de escala demonstrou que todos os países asiáticos, exceto a China e as Filipinas, foram eficientes. Este resultado era esperado, tendo em vista o histórico de desenvolvimento dos países daquela região, embora a China e as Filipinas sejam casos que necessitem melhor análise. Entretanto, os resultados não permitiram afirmar que apenas os países asiáticos são eficientes em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Isto porque, alguns países latino-americanos (Bolívia, Chile, Cuba, Equador e Venezuela) também foram considerados socialmente eficientes pelo modelo. Além disso, após o método de desempate, a primeira posição foi ocupada por Cuba, seguido por outros países da América Latina.

Cuba, um país de passado socialista, conquistou a primeira posição devido aos indicadores sociais melhores do que boa parte dos países asiáticos analisados. Contudo, a complexidade econômica de Cuba é muito baixa, o que demonstra que as capacidades dos cubanos poderiam ser melhor utilizadas em uma economia tecnologicamente desenvolvida.

Além disso, alguns estudos têm demonstrado que os países latino-americanos apoiaram sua estratégia de desenvolvimento em políticas sociais. Estas políticas têm sido importantes para melhorar os indicadores sociais, mas são incapazes de transformar a estrutura produtiva da região. A esse respeito, é possível observar que as economias latino-americanas ainda possuem baixa participação do setor industrial e, principalmente, exportam poucos produtos tecnológicos. Conforme argumentado anteriormente, esse cenário mantém esses países dependentes das exportações de *commodities*, o que não exige necessariamente a melhoria das capacidades para o desenvolvimento humano. Por este motivo, as economias dos países da América Latina permanecem vulneráveis no comércio internacional, o que pode restringir, em especial nos momentos de crise, o orçamento público para a continuidade das políticas sociais que promovem o desenvolvimento humano regional.

Dada a constatação do baixo nível de complexidade econômica nos países latino-americanos, surge a motivação para analisar a eficiência social de países em desenvolvimento em relação à transformação da riqueza e dos gastos públicos em desenvolvimento humano. Após esta análise, é possível verificar se a complexidade econômica age como fator determinante do desenvolvimento humano gerado pelas políticas sociais e pela riqueza local. Vale destacar que a promoção do desenvolvimento humano nestas regiões pode ser prejudicada pela restrição financeira do orçamento público. Isto reforça a necessidade de compreender os fatores que podem auxiliar o desenvolvimento social destas regiões. O próximo capítulo aborda este tema por meio de um novo indicador de eficiência social para o Brasil.

4. DESENVOLVIMENTO HUMANO E COMPLEXIDADE ECONÔMICA NO BRASIL

O Capítulo anterior mostrou que países com baixa sofisticação produtiva podem atingir certa eficiência em converter baixa complexidade econômica em desenvolvimento humano. Este fenômeno pode ser explicado pelo desenvolvimento de políticas sociais que permitiram a melhora do desenvolvimento humano, sem alterar a estrutura produtiva do país. Entretanto, este modelo se limita pela vulnerabilidade externa, explicada anteriormente pela Teoria Cepalina. Note que, durante a alta nos preços das commodities, os países da América Latina possuem recursos suficientes para desenvolver políticas sociais. Contudo, em momentos de crise, a restrição financeira dificulta a viabilização de tais políticas, o que pode gerar retrocessos no processo de desenvolvimento humano.

Partindo desta perspectiva, este capítulo tem como objetivo analisar a eficiência social do Brasil e verificar o impacto da diversificação produtiva sobre o desenvolvimento humano no país. Desta forma, ao invés de analisar a simples relação entre complexidade e desenvolvimento humano na forma tradicional, busca-se analisar esta relação levando em consideração a restrição financeira regional. Este tipo de análise requer que novos indicadores sejam elaborados, conforme se discute na próxima seção.

Neste aspecto, o *Data Envelopment Analysis*, novamente, permite resolver esta difícil questão. Desta forma, neste capítulo, o DEA foi aplicado para o contexto socioeconômico do Brasil, devido à heterogeneidade regional da economia brasileira e por algumas regiões ainda enfrentarem a pobreza multidimensional e ineficiências sociais. Esta heterogeneidade torna o Brasil um caso perfeito para ilustrar como métodos de DEA podem ajudar a analisar diferentes tipos de privação humana absoluta e eficiência social das regiões. Além disso, uma vantagem da DEA é que o método permite atribuir diferentes pesos para pontos fortes e fracos de diferentes regiões em diferentes dimensões do desenvolvimento humano.

Neste aspecto, pretende-se demonstrar como o nível absoluto de capacidades e privação e a eficiência social permitem uma análise mais abrangente das conquistas de desenvolvimento humano das regiões, ajudando a identificar regiões prioritárias para a despesa pública com base na responsabilidade financeira e privação social. Para calcular os índices de desenvolvimento humano e eficiência social, foram utilizados dados regionais do último Censo do Brasil (2010). Primeiro, foram calculados índices primários para medir o desempenho absoluto e a eficiência relativa. Segundo, foram criados indicadores compostos

que combinam a privação social e a eficiência social. Em terceiro lugar, foram criados dois indicadores: a) o *Indicador de Capacidades Ajustado pela Eficiência Social (CIASE)*, que classifica as regiões de acordo com a privação social e a eficiência social; e b) o *Indicador de Privação Social e Responsabilidade Financeira (DFRP)*, a fim de revelar as regiões pobres que apresentem um elevado grau de eficiência. A fim de assegurar a homogeneidade metodológica, todos os indicadores foram calculados por meio do DEA.

Pode-se argumentar que as regiões que apresentam altos níveis de privação humana e altos níveis de eficiência social devem ter prioridade sob o recebimento de investimentos públicos para gerar desenvolvimento humano. O pior desempenho em eficiência social, em comparação com o desempenho do desenvolvimento humano de uma região, aponta para a necessidade de estudos aprofundados sobre como essas regiões podem usar seus recursos financeiros de forma mais eficiente para atingir seus potenciais de desenvolvimento humano. Isso não significa que uma única análise dos níveis absolutos de privação humana, bem como a eficiência social, não sejam relevantes. Níveis profundos de privação humana e problemas de eficiência social ainda precisam ser abordados. No entanto, uma consideração conjunta de ambos aspectos facilita novas descobertas empíricas, debates teóricos, e recomendações políticas sobre a forma de promover o desenvolvimento humano, mesmo com restrições financeiras.

4.1 A necessidade de novos indicadores sociais

Diversos estudos sobre desenvolvimento humano e teoria das capacidades têm argumentado que a expansão da liberdade humana, e, portanto, a redução das privações e da pobreza multidimensional, é o principal objetivo para o desenvolvimento socioeconômico das regiões ou países (SEN, 1982, 1988; UNDP, 2016). O foco nas capacidades humanas e na liberdade dos indivíduos permite a melhor compreensão de uma vasta gama de fenômenos sociais, como a pobreza, a desigualdade e a qualidade de vida (SEN, 1982; 1988; NUSSBAUM, 2000; UNDP 1993, 2016). Desta forma, diversos indicadores têm se baseado na análise das capacidades, ao invés de atribuir papel relevante apenas à renda dos indivíduos ou das famílias como, por exemplo, o Índice de Desenvolvimento Humano, o Índice de Desenvolvimento Humano ajustado à Desigualdade ou o Índice de Pobreza Multidimensional (UNDP 2016; UL HAQ, 1973; ALKIRE e FOSTER, 2011). Estes indicadores ajudam os formuladores de políticas públicas na comparação do nível absoluto

de desenvolvimento humano e privação em suas regiões, bem como na identificação de potenciais gargalos.

No entanto, estes indicadores não medem o uso eficiente dos recursos financeiros (DESPOTIS, 2005a; 2005b; REIG-MARTÍNEZ, 2013). Consequentemente, estes indicadores não incorporam aspectos essenciais para as políticas de desenvolvimento do país, como: (i) a possível escassez de recursos financeiros para financiar políticas sociais em algumas regiões, (ii) a eficiência dos gastos públicos para a promoção do desenvolvimento humano, e (iii) a vontade política de outras regiões e países em investir em regiões menos desenvolvidas, tendo como base a percepção do uso eficiente dos recursos financeiros disponibilizados.

Vale destacar que a abordagem tradicional do desenvolvimento humano tem uma contribuição importante ao enfatizar que renda e o crescimento econômico não são o foco principal para garantir melhor qualidade de vida. Além disso, esta abordagem indica que a privação humana, como a fome, constitui um problema de distribuição dos recursos, e não de produção econômica ou riqueza (DREZE e SEN, 1990). Contudo, isto não significa que a eficiência do financiamento seja irrelevante para a análise do desenvolvimento humano. De fato, o uso eficiente dos recursos, que na maioria das vezes se encontra de forma limitada para geração do desenvolvimento humano, deve ser considerado no âmbito da responsabilidade financeira e social dos países e regiões (SEN, 2009).

Este capítulo entende responsabilidade financeira como a capacidade e a vontade política das autoridades públicas em gerir recursos financeiros limitados de uma forma socialmente eficiente, visando melhorar as capacidades das pessoas (FRERICKS e HÖPPNER, 2019). Argumenta-se que é essencial considerar a responsabilidade financeira na análise do desenvolvimento humano, pois: primeiro, os recursos financeiros são limitados em países ou regiões em desenvolvimento; e em segundo lugar, a vontade política para que ocorram transferências financeiras provenientes de países ou regiões mais ricas depende da percepção sobre a utilização eficiente e eficaz dos recursos financeiros disponibilizados. Quando uma região ou os formuladores de políticas públicas fazem uso ineficiente dos recursos, a disposição dos doadores ou contribuintes de outras regiões tende diminuir (TIMMONS e GARFIAS, 2015; SOUSA et al., 2017), embora exista potencial consciência de que existam privações humanas substanciais nas regiões menos desenvolvidas.

Além disso, os formuladores de políticas públicas possuem diferentes meios e objetivos para gerir os recursos públicos em uma determinada região (SEN, 2009; BALLET

et al., 2007). Por exemplo, os formuladores podem investir em infraestrutura, na educação ou em políticas para promoção do crescimento econômico. A partir da abordagem do desenvolvimento humano, os gestores regionais e nacionais possuem responsabilidade social para fazer escolhas, no intuito de aumentar as capacidades dos cidadãos que os elegeram. Apesar de priorizarem certas metas de desenvolvimento, os formuladores devem agir com responsabilidade financeira, utilizando os recursos públicos da forma mais eficiente para atingir os objetivos estipulados. Este entendimento é ainda mais importante em países ou regiões onde existe limitação financeira dos recursos públicos, níveis endêmicos de corrupção e ineficiência do Estado. Por este motivo, é importante medir a eficiência e a responsabilidade social dos recursos financeiros das políticas públicas. Deve-se notar, porém, que a eficiência social e a responsabilidade financeira não são apenas determinadas pelos decisores políticos, mas por toda a rede de agentes socioeconômicos em uma região ou país, como escolas e centros de pesquisa, sociedade civil, setor público e privado. Estes agentes precisam trabalhar em conjunto para alcançar altos níveis de desenvolvimento humano (HARTMANN, 2014).

Outro aspecto importante se trata da ênfase política em “promover o desenvolvimento humano” ou “melhorar a eficiência das despesas”. De forma recorrente, estes argumentos têm sido discutidos separadamente e, às vezes, são consideradas políticas antagônicas. Na prática, porém, o foco no desenvolvimento humano e na eficiência social podem ser aliados. Isto porque, um nível mais alto de desenvolvimento humano pode levar a um nível mais alto de eficiência social, mas, por definição, a eficiência social também pode contribuir para o desenvolvimento humano e, assim, facilitar um ciclo virtuoso de expansão do desenvolvimento humano. Portanto, a ênfase política deve se concentrar não apenas na privação humana, mas também considerar a eficiência social e a responsabilidade financeira de converter recursos financeiros em desenvolvimento humano. Pode-se argumentar que uma região pobre que apresente uma política eficiente de conversão dos recursos financeiros em desenvolvimento humano deve ter prioridade no recebimento do financiamento público. Entretanto, deve-se argumentar de que forma estas regiões podem ser identificadas e, desta forma, incentivar a eficiência social? A próxima seção apresenta alguns indicadores utilizados pela literatura.

4.2 Indicadores de Desenvolvimento Humano

De acordo com as Nações Unidas, o desenvolvimento humano é um processo de ampliação das liberdades para todos os seres humanos e depende das capacidades e liberdade dos indivíduos (SEN, 1979, 1980, 1982, 1988; ANAND e SEN, 1993, 2000; ROBEYNS, 2005a, 2005b, 2006; PNUD, 2016). Para entender esse fenômeno, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é medido como a média geométrica da educação, expectativa de vida e renda (PNUD, 2016).

No entanto, o IDH tem recebido diversas críticas. De acordo com Sagar e Najam (1998), o IDH reflete um mundo distorcido, incapaz de apresentar uma visão abrangente das dimensões do desenvolvimento humano. Para Bilbao-Ubillos (2012), o IDH reflete apenas uma média, negligenciando grupos populacionais que não tenham se beneficiado das realizações representadas por este índice. Outros autores têm abordado a necessidade de representar a qualidade da educação no IDH, analisar os efeitos da formulação logarítmica da renda e os processos mais adequados para normalização da variável. Além disso, outros autores apontam para a necessidade de considerar dimensões adicionais do desenvolvimento humano, a saber: gênero e desigualdade de renda, segurança e homicídios, a democracia, variáveis ambientais, as condições de vida dos refugiados e a discriminação (HERRERO et al., 2010; BILBAO-UBILLOS, 2011, 2012; NUSSBAUM, 2000; FUKUDA-PARR et al., 2010; DOMÍNGUEZ et al., 2011.; KAUFMANN et al., 2008; GRIMM et al. 2008; SETH 2009, 2010).

Para lidar com essas limitações, vários estudos têm desenvolvido novos indicadores. Por exemplo, Ranis et al. (2006), considerando as três dimensões do IDH tradicional como limitadas, elaboraram um novo indicador que contemplasse onze dimensões para o desenvolvimento humano, a saber: bem-estar mental, empoderamento, liberdade Política, relações sociais, bem-estar comunitário, desigualdades, condições de trabalho, condições de lazer, segurança política, segurança econômica e condições ambientais. Quando o indicador expandido é considerado, os países da OCDE apresentaram desempenho pior do que os países em desenvolvimento.

Fukuda-Parr et al. (2010) propuseram o “*Economic and Social Rights Fulfilment Index*” (*ESRF*), a fim de complementar a visão de desenvolvimento humano fornecida pelo IDH tradicional. Os autores calcularam o *ESRF* a partir de seis direitos fundamentais (saúde, educação, alimentação, habitação, segurança social e emprego decente), utilizando dados

estatísticos internacionais comparáveis e homogêneos. O *ESRF* mostrou que, alguns países considerados com alto desempenho no desenvolvimento humano, têm uma performance inferior quando considerados os níveis de renda.

Hicks (1997) propôs o “*Inequality-Adjusted Human Development Index*” (*IAHDI*). Este é um indicador de desenvolvimento humano ajustado à desigualdade de renda, que utiliza coeficientes de Gini durante a mensuração. De acordo com o *IAHDI*, a maioria dos países latino-americanos apresentam pior classificação no desenvolvimento humano quando a desigualdade de renda é considerada. Grimm et al. (2008) também sugeriu um novo método para calcular os três componentes do IDH, utilizando os *quintis* da distribuição de renda. Por meio da análise dos quintis, é possível comparar o nível de desenvolvimento humano por tipo de países (pobres ou ricos). O resultado demonstrou que a desigualdade de renda afeta principalmente países pobres, em especial, a África Subsaariana.

Outros autores também propuseram formas distintas de mensurar o desenvolvimento humano. Ravallion (2010) propôs algumas formas alternativas para a formulação do IDH, utilizando uma função cumulativa de transformações côncavas dos valores normalizados nas dimensões saúde, educação e renda. O índice apresentado por Ravallion (2010) é relativamente influenciado pelos níveis de renda per capita quando comparado com os resultados fornecidos pelas novas versões do IDH (Zambrano, 2012). Herrero et al. (2010) propuseram uma série de melhorias no uso da média geométrica dos componentes do IDH, contribuindo para uma mudança nas variáveis que medem as dimensões da saúde e educação. Por fim, autores como Dominguez et al. (2011) e Kaufmann et al. (2008) introduziram a importância da participação política no desenvolvimento humano.

O “*Multidimensional Poverty Index*” (*MPI*) ou Índice de Pobreza Multidimensional é uma importante forma alternativa de mensurar o desenvolvimento humano. O *MPI* promove uma avaliação que vai além da renda, compreendendo como as pessoas são atingidas pela pobreza de formas múltiplas e simultâneas (ALKIRE e FOSTER, 2011; UNDP, 2016). No entanto, assim como os indicadores apresentados anteriormente nesta seção, o *MPI* não é capaz de avaliar a responsabilidade financeira e a eficiência social. Em suma, todos estes indicadores têm centrado esforços apenas nos níveis absolutos de privação social, não considerando a eficiência social das regiões em traduzir os recursos financeiros em desenvolvimento humano, o que requer novas formas de mensuração deste fenômeno.

Para responder este problema, desde 1993, a DEA tem sido empregada em pesquisas sobre indicadores sociais devido suas vantagens metodológicas. Por exemplo, a DEA aborda

problemas multidimensionais, fornecendo fácil interpretação em um único índice, o que atrai o interesse de gestores públicos (SAISANA e TARANTOLA, 2002; NARDO et al., 2005; BONCINELLI e CASINI, 2014; CHAABAN et al., 2016). Por meio desta técnica, os pesos são definidos endogenamente, evitando as críticas apresentadas em relação ao tradicional IDH (SAGAR e NAJAM, 1998; Wu et al., 2014; CHAABAN et al., 2016).

Neste sentido, diversos indicadores de desenvolvimento humano foram criados por meio do DEA. Para Mariano et al. (2015), estes índices são divididos em duas categorias: (1) índices compostos (desempenho absoluto); e (2) índices de eficiência social (desempenho relativo). Estudos que usam o DEA para avaliar o desempenho absoluto são divididos em duas abordagens: a) o modelo *Benefit of Doubt* (*BoD*), que contém diversos *outputs* e um único *input* igual a 1 (BOUGNOL et al., 2010; ZHOU e ZHOU, 2010; BERNINI et al., 2013); e b) modelos incluindo *inputs* e *outputs* que não expressem uma relação de produção (por exemplo, medindo indicadores per capita ou por custo benefício) (BOYSEN, 2002; MURIAS et al., 2006; GUARDIOLA e PICAZO-TADEO, 2014; MARIANO et al., 2015).

Utilizando estes modelos, diversos estudos criaram novos indicadores relativos para o desenvolvimento humano. Mahlberg e Obersteiner (2001) usaram o modelo de Retorno Constante de Escala (CRS), com restrições aos pesos para medir o desenvolvimento humano. Os autores utilizaram o PIB real per capita como *input* e a esperança de vida ao nascer, taxa de alfabetização de adultos, taxa de matrícula escolar como *outputs*. Os resultados demonstraram que, diferentemente do IDH tradicional, o modelo DEA apresentou os seguintes países como eficiente: Noruega, Polônia, Rússia, Eslováquia, Suécia, Suíça, Tadjiquistão, Reino Unido, Estados Unidos e Uzbequistão.

Despotis (2005a) analisou a conversão da riqueza nas três dimensões tradicionais do desenvolvimento humano, utilizando o DEA-VRS com pesos comuns. O autor encontrou que, dentre 34 países de alta renda, Canadá, Suécia, Japão, Reino Unido, Nova Zelândia, Espanha, Grécia e Eslovênia podem ser considerados socialmente eficientes. Dentre os países de baixa renda, o Azerbaijão, Armênia, Tadjiquistão, Ilhas Salomão, Iêmen, Tanzânia, Malawi e Serra Leoa são socialmente eficientes. Por fim, entre os países de renda média, Barbados, Coreia do Sul, Polônia, Estônia, Costa Rica, República Dominicana, Cuba, Geórgia, Ucrânia, Jamaica, Sri Lanka, Albânia, África do Sul, Uzbequistão e Djibuti socialmente eficientes entre os 81 países analisados neste grupo.

Outros estudos utilizaram modelos DEA distintos ou promoveram uma análise regional da eficiência social. Toffalis (2013) e Zhou e Zhou (2010) usaram os modelos DEA

multiplicativos para recalcular o IDH. Reig-Martínez (2013) usou o Slacks-Based Model (SBM) para avaliar o desenvolvimento humano de 42 países da Europa, Norte da África e no Oriente Médio. Morais e Camanho (2011) usou o retorno o modelo de Retorno Variável de Escala (VRS) para medir a qualidade de vida de 284 cidades europeias, utilizando 29 indicadores de qualidade de vida como outputs. Despotis (2005b) constatou que Fiji, Hong Kong, Coréia do Sul, Mongólia, Myanmar, Nepal, Filipinas, Ilhas Salomão, Sri Lanka e Vietnã eram socialmente eficientes na Ásia. Outros trabalhos, como os de Raab e Habib (2007) e Malul et al. (2009) mediram a eficiência social usando o Produto Interno Bruto, o Produto Nacional Bruto, o índice de Gini e o gênero para comparar a eficiência social entre países.

Contudo, os indicadores apresentados nesta seção não apresentam uma combinação entre o desempenho absoluto e a eficiência relativa dos países ou regiões. Além disso, não foi encontrado um indicador que avaliasse o contexto regional do Brasil, levando em consideração a restrição financeira que cada região brasileira enfrenta para desenvolver as políticas sociais. A próxima seção explica porque o Brasil é um bom caso para compreender este fenômeno.

4.3 Desafios recentes do Desenvolvimento Brasileiro

Desde a metade da década de 1990, o Brasil tem conseguido apresentar uma evolução no ambiente econômico e social. A diminuição da pobreza e da desigualdade de renda foi intensificada após 2003, por meio do aumento dos gastos sociais e dos programas de transferência de renda condicionada. Isto permitiu que mais de 29 milhões de brasileiros saíssem da pobreza entre 2003 e 2014 (WORLD BANK, 2018). No entanto, as diversas formas de desigualdade e heterogeneidade social ainda são uma realidade no país (HARTMANN et al., 2019). Como agravante, o país enfrenta ineficiências burocráticas, políticas e econômicas, além de inúmeros escândalos de corrupção, envolvendo Presidentes da República em exercício ou não, membros de diversos partidos políticos, governadores, senadores, deputados federais e o alto escalão de empresas públicas e privadas em setores estratégicos da economia. Este cenário corrobora para uma crise econômica, social e política no Brasil, comprometendo a continuidade das políticas sociais vigentes e retirando o mérito de qualquer política pública desenvolvida por órgãos estatais (OSIPIAN 2013; SOUSA et al., 2017). É neste ambiente que urge a necessidade de comprovar a eficiência dos gastos

públicos na promoção do desenvolvimento humano, bem como compreender os determinantes deste processo.

De acordo com o Relatório da Oxfam (2017), a corrupção afeta negativamente o gasto público em saúde, educação, infraestrutura e outros projetos financiados pelo governo. Por exemplo, há casos de corrupção em muitos serviços públicos, tais como contratos de merenda escolar, aquisição de equipamentos e suprimentos para a saúde pública e obras públicas para o desenvolvimento regional (estádios, hospitais, malha rodoviária, relações portuárias e outros). Na maioria dos casos, a corrupção ocorre devido às relações entre políticos, instituições públicas e empresas privadas (OXFAM, 2017). De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU), entre R\$ 100 bilhões a R\$ 300 bilhões foram desviados dos cofres públicos entre 1970 e 2016. Este montante corresponde a três vezes os gastos em educação do Governo Federal para o ano de 2016 (OXFAM de 2017). Isto mostra que é crucial considerar a responsabilidade financeira no Brasil, tendo em vista que estas práticas impactam negativamente os gastos públicos para o desenvolvimento do país.

A infraestrutura do Brasil pode ser considerada menos desenvolvida se comparada com outras economias emergentes, devido às ineficiências do sistema de portos e ferrovias, o que reduz a competitividade internacional e as exportações (ARMIJO e RHODES, 2017; MARCHETTI e WANKE, 2017; BEUREN et al., 2018). Os sistemas públicos de saúde e educação também são constantemente criticados, devido à ineficiência nos problemas de gestão de recursos financeiros e de qualidade dos serviços oferecidos (ARAÚJO et al., 2018). Por exemplo, o desempenho médio dos alunos brasileiros está abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), colocando o Brasil entre as dez piores posições em Ciência (65), Leitura (58) e Matemática (63º) no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) em 2015 (OCDE, 2018).

Além disso, a heterogeneidade regional do Brasil mostra que existem duas realidades sociais no país. Nas regiões Norte e Nordeste estão estados relativamente menos desenvolvidos, como o Maranhão, onde apenas 32,7% da população possui um sistema de coleta de lixo, ou Rondônia (54%), onde metade da população vive sem um sistema de abastecimento de água; ou o Piauí, onde apenas 8,3% da população tem acesso ao sistema de esgoto. Em contraste, as regiões Sul e Sudeste têm melhores condições de vida. Por exemplo, em São Paulo, o estado mais rico do Brasil, quase toda a população tem acesso a coleta de lixo (98,8%), abastecimento de água (96,4%), e sistema de esgoto (93%) (IBGE 2019).

Apesar das melhores condições de vida e indicadores absolutos em São Paulo, alguns estudos têm argumentado que o estado não gasta os recursos públicos de forma eficiente. De acordo com Andrett et al. (2018), as despesas de saúde pública de São Paulo foram ineficientes no fornecimento de vacinas, cuidados básicos, hospitalizações e atendimento ambulatorial, entre 2005 e 2014. Para Varela et al. (2010), apenas 6,41% dos municípios do estado de São Paulo gastam de forma eficiente os recursos públicos para os cuidados de saúde primários da população. Além disso, Coelho (2008) argumenta que a população mais rica do município de São Paulo tende se beneficiar mais do que a população mais pobre em relação à despesa pública em saúde. Neste sentido, a ineficiência nos gastos públicos revela como, mesmo nas regiões desenvolvidas, o desenvolvimento humano pode ser afetado pela falta de responsabilidade financeira.

Para enfrentar essa heterogeneidade, o Brasil tem desenvolvido políticas sociais para reduzir a desigualdade de renda, a insegurança alimentar, o déficit habitacional e para valorizar o salário mínimo (SAAD-FILHO, 2015; SALÃO de, 2006; ROCHA, 2009; CAMPOS e GUILHOTO, 2017; MAURIZIO e VAZQUEZ, 2016 ; BRITO et al., 2017). No entanto, desde os recentes escândalos de corrupção, muitos brasileiros têm duvidado da eficácia das políticas públicas. Além disso, o Governo Federal tem menos recursos financeiros, devido à Emenda Constitucional 95/2016 que limita os gastos públicos até 2027. Este cenário desafiador exige maior responsabilidade financeira para convencer os brasileiros de que as políticas sociais geram maior qualidade de vida e desenvolvimento humano.

4.4 Método

Esta seção apresenta o método utilizado neste capítulo. O primeiro subitem apresenta os dados utilizados para construir novos indicadores de desenvolvimento humano para as mesorregiões brasileiras. O segundo subitem mostra o modelo econométrico para validar os *inputs* e *outputs* utilizados nos modelos DEA deste capítulo. O terceiro subitem discute a estratégia para a construção de novos indicadores primários e compostos. Por fim, o quarto subitem apresenta o modelo econométrico para avaliar o impacto da diversificação econômica no desenvolvimento humano brasileiro.

4.4.1 Base de Dados

Para avaliar o desenvolvimento humano e a eficiência social no Brasil, foram analisadas 5 dimensões representadas por 14 variáveis sociais do último Censo Demográfico brasileiro (IBGE, 2019). Justifica-se a escolha do Brasil devido à disponibilidade da base confiável e comparável de dados (CHAABAN, 2009; CHAABAN et al., 2016). As informações do Censo utilizadas neste capítulo correspondem a 3.734 municípios, o que representou 67,18% de todos os habitantes do Brasil em 2010. Os municípios foram divididos em 129 mesorregiões, de acordo com o método estipulado pelo IBGE. Desta forma, a mesorregião é uma área, dentro de uma unidade federativa, que apresenta uma forma de organização geográfica definida pelas seguintes dimensões: processo social, ambiente natural, e a rede de comunicação. Estas três dimensões permitem que este espaço delimitado como mesorregião possua identidade regional, construída ao longo do tempo pela sociedade local (IBGE, 2017).

O Quadro 5 resume as variáveis analisadas e apresenta estudos prévios que utilizaram alguma das variáveis selecionadas.

Quadro 5 Variáveis analisadas, Brasil

	Variável	Dimensão	Revisão da literatura
<i>Inputs</i>	População	Geral	Morais e Camanho (2011)
	Produto Interno Bruto (PIB)	Riqueza	Despotis (2005a, 2005b); Ramanathan (2006)
	Gastos Públicos em Educação e Cultura	Educação	Varela (2010); Andrett et al. (2017)
	Gastos Públicos em Habitação	Habitação	Varela (2010); Andrett et al. (2017)
	Gastos Públicos em Saúde e Saneamento	Saúde	Varela (2010); Andrett et al. (2017)
<i>Outputs</i>	Pessoas alfabetizadas	Educação	Despotis (2005a, b); Raab et al (2000)
	Crianças em creches	Educação	Morais e Camanho (2011)
	Residências próprias	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Casas com eletricidade	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Casas com água encanada	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Casas com coleta de lixo	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Mortalidade infantil	Saúde	Raab et al (2000); Ramanathan (2006)
	Número de pessoas vacinadas	Saúde	Morais e Camanho (2011)
	Expectativa de vida	Saúde	Despotis (2005a, b); Blancard e Hoarau (2013)
	Empregados formais	Economia	Somarriba e Pena (2009); Moraes e Camanho (2011)
	Índice de Gini	Economia	Malul et al (2009)
	Pessoas extremamente pobres	Economia	Malul et al (2009); Moraes e Camanho (2011)
	Número de homicídios	Instituição	Mariano e Rebelatto (2014)
	Participação nas eleições	Instituição	Morais e Camanho (2011)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para analisar a eficiência relativa, os *inputs* da DEA foram a riqueza (PIB) e as despesas públicas em educação e cultura, habitação e moradia e saúde e saneamento (MPDG, 2019). Estes gastos públicos são os recursos financeiros recebidos de impostos locais ou do Governo Federal. Os *outputs* representam 5 dimensões. Educação: a) número de pessoas

alfabetizadas com 10 anos ou mais de idade, b) número de crianças que frequentam creches; Habitação: c) número de residências próprias, d) número de casas com eletricidade, e) número de casas com água encanada, f) número de casas com coleta de lixo; Saúde: g) número de crianças mortas por mil habitantes (mortalidade infantil), h) número de pessoas vacinadas, i) expectativa de vida ao nascer; Economia: j) número de pessoas empregadas, k) Índice de Gini, l) número de pessoas extremamente pobres, que vivem com menos de U\$ 70⁵ (renda mensal per capita do agregado familiar em Dezembro de 2010, de acordo com o método do Banco Mundial; Instituições: m) número de homicídios por milhares de habitantes, e n) número de pessoas que votaram nas últimas eleições em relação à população total (*proxy* para a democracia).

Da mesma forma que Hashimoto e Ishikawa (1993) e Cook e Zhu (2014), utilizou-se uma transformação linear decrescente para adaptar os *outputs* indesejáveis. Isto é necessário quando um valor maior do output significa menos desenvolvimento humano. Por exemplo, da taxa de mortalidade por mil habitantes foi subtraído um mil, e o resultado pode ser interpretado como o número de crianças sobreviventes para cada 1000 nascimentos. O mesmo foi feito para as pessoas extremamente pobres e homicídios por 1000 habitantes. Para transformar o Índice de Gini, foi subtraído o valor 1 (SEIFORD e ZHU, 2002). A próxima seção apresenta o modelo econométrico para validação das variáveis propostas neste capítulo.

4.4.2 Validação econométrica no Brasil

Conforme discutido no Capítulo 1, o DEA é uma técnica não-paramétrica que requer validação econométrica, a fim de provar a causalidade entre os *inputs* e os *outputs* (CHARNES et al., 1978; COOK e ZHU, 2014; MARIANO et al., 2015). Por esta razão, os dados foram validados por meio de quatorze painéis econométricos. Nos dados em painel, a mesma unidade transversal é monitorada ao longo do tempo, apresentando uma dimensão espacial e temporal (GUJARATI e PORTER, 2011). Desta forma, os Censos de 2000 e 2010 foram analisados para várias regiões, contemplando um painel balanceado. A análise em painel foi escolhida, a fim de garantir melhor ajuste dos modelos propostos. Além disso,

⁵ Os valores em dólares (U\$) são expressos pela taxa de câmbio de 30 de Dezembro de 2010 (U\$ 1,00 = R \$ 1,6662) (Banco Central do Brasil, 2019).

foram utilizadas funções Cobb-Douglas adaptadas ao problema de pesquisa deste capítulo (ver Expressão 5).

$$\begin{aligned} \ln y_{it}^{variável\ social} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_{it} + \beta_2 \ln PEA_{it} + \beta_3 \ln IDH_{it} \\ & + \beta_4 \ln Gastos_educ_cult_{it} + \beta_5 \ln Gastos_habit_{it} \\ & + \beta_6 \ln Gastos_saude_san_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5) \end{aligned}$$

Onde: $\ln y_{it}^{variável\ social}$ é uma das 14 variáveis do desenvolvimento humano; β_0 é o intercepto; $\beta_1 \ln PIB_{it}$ é o logaritmo do Produto Interno Bruto; $\beta_2 \ln PEA_{it}$ é o logaritmo da PEA; $\beta_3 \ln IDH_{it}$ é o logaritmo do Índice de Desenvolvimento Humano; $\beta_4 \ln Gastos_educ_cult_{it}$ é o logaritmo da despesa pública em educação e cultura; $\beta_5 \ln Gasto_habit$ é o logaritmo da despesa pública em habitação e; $\beta_6 \ln Gastos_saude_san_{it}$ é o logaritmo da saúde e saneamento. Foram utilizadas regressões *log-log*, a fim de interpretar os parâmetros como elasticidades (Greene, 2011).

Os modelos foram estimados para analisar quais variáveis melhor explicam a variabilidade de cada variável social analisada. Para cada modelo, primeiro foi estimado uma regressão por meio do *Ordinary Least Squares* (OLS). O Teste de Hausman foi utilizado para verificar se os dados poderiam ser analisados em painel. Em segundo lugar, foram estimadas regressões em painel com efeito fixo (FE) e efeito aleatório (RE). O Teste de Hausman foi utilizado para definir entre modelos FE ou RE (GREENE, 2011).

A fim de verificar se nenhuma hipótese inicial do modelo econométrico seria violada, o teste de Breusch-Pagan e o teste de autocorrelação foram verificados. Além disso, alguns modelos econométricos podem apresentar multicolinearidade. Para verificar a presença de multicolinearidade, foi calculado o *Variance Inflation Factors* (VIF) (GREENE, 2011).

Após a validação econométrica dos *inputs* e *outputs*, é possível criar os indicadores de desenvolvimento humano para o Brasil. A próxima seção apresenta a estratégia utilizada para criar novos indicadores para o contexto brasileiro.

4.4.3 Estratégia para mensurar os indicadores sociais

Conforme discutido anteriormente, a eficiência social mensura como as regiões convertem e riqueza econômica em bem-estar social (MARIANO e REBELATTO, 2014). O resultado é uma classificação, que permite comparar a eficiência social de cada região.

Entretanto, a literatura sobre eficiência social (MARIANO et al., 2015) aponta que não existem estudos que combinem privação social e os aspectos da eficiência social. Embora estudos anteriores foquem em privação absoluta e eficiência relativa separadamente, argumenta-se que ambos os elementos devem ser analisados em conjunto. Isto porque, os gestores públicos enfrentam escassez de recursos financeiros, exigindo que as autoridades escolham regiões que possuam mais mérito em receber recursos públicos.

O Quadro 6 apresenta um resumo de todos os indicadores primários.

Quadro 6 Indicadores Primários

Índice	Objetivo	Método	Input
<i>Índice de Capacidades com os Pesos Mais Favoráveis (ICPF)</i>	Avaliar o nível de capacidades, dando maior peso para as variáveis em que a região teve melhor desempenho em relação as outras unidades analisadas;	DEA-CRS com fronteira padrão	População
<i>Índice de Capacidade com Pesos Iguais (ICPI)</i>	Avaliar o nível de capacidades da região, dando pesos iguais para todas as capacidades avaliadas	Média das variáveis normalizadas	População
<i>Índice de Privação Social (IPS)</i>	Avaliar as regiões que possuem maior nível de privações (os maiores pesos são atribuídos para as variáveis em que a região teve pior desempenho em relação as outras unidades analisadas)	DEA-CRS com fronteira invertida	População
<i>Eficiência Social Padrão (ESP)</i>	Avaliar a eficiência social dando maior peso para as variáveis onde a região mais se destaca em relação as outras unidades analisadas (com base em seus pontos fortes)	DEA-VRS com fronteira padrão	GDP e gastos sociais
<i>Eficiência Social Invertida (ESI)</i>	Avaliar a eficiência social dando maior peso para as variáveis onde a região mais se destaca em relação as outras unidades analisadas (com base em seus pontos fracos)	DEA-VRS com fronteira invertida	GDP e gastos sociais

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para abordar os níveis de privação absoluta e eficiência social simultaneamente, este capítulo apresenta cinco indicadores primários e quatro indicadores compostos para as mesorregiões brasileiras em 2010. O *Indicador de Capacidades com os Pesos Mais Favoráveis (ICPF)* mede o desenvolvimento humano por meio de um modelo DEA-CRS e fronteira padrão. O objetivo do *ICPF* é analisar o desenvolvimento humano por meio do modelo DEA com retornos constantes de escala, tendo em vista os pesos mais favoráveis para cada região. O *Indicador de Capacidades com Pesos Iguais (ICPI)* também mede o desenvolvimento humano, mas utiliza pesos iguais para cada dimensão analisada. O objetivo do *ICPI* é disponibilizar um indicador de desenvolvimento humano ampliado, utilizando o método tradicional do IDH. O *Indicador de Privação Social (IPS)*, que usou a fronteira invertida do modelo DEA-CRS, tem como objetivo revelar quais regiões apresentam as

piores privações sociais no Brasil. A fim de avaliar a eficiência social, foi calculado o *Indicador de Privação Social (IPS)*, que revela quais regiões são mais eficientes em converter riqueza e gastos públicos em desenvolvimento humano. Também foi calculado o *Eficiência Social Invertida (ESI)*, que mostra quais são as piores regiões em gerar desenvolvimento humano por meio dos recursos financeiros disponíveis.

Contudo, conforme foi argumentado anteriormente, é necessário combinar a privação absoluta e a eficiência social das regiões. Neste sentido, utilizando os indicadores primários previamente citados, foram criados outros quatro indicadores compostos. O *Indicador de Capacidades DEA (DCI)*, que combina a fronteira padrão (*ICPF*) e a fronteira invertida (*IPS*) dos modelos DEA-CRS. O objetivo do *DCI* é avaliar a privação social de cada região, combinando os pontos fortes e fracos, bem como reduzindo os empates. Foi calculado o *Indicador de Eficiência Social (SEI)*, que combina o *ESP* e *ESI*. O objetivo do *SEI* é avaliar a eficiência social de cada unidade analisada, tendo em conta os pontos fortes e fracos de cada região.

O Quadro 7 apresenta um resumo de todos os indicadores compostos.

Quadro 7 Indicadores Compostos

Indicador	Objetivo	Fórmula	Peso usado	Escala
<i>Indicador de Capacidades DEA (DCI)</i>	Avaliar as regiões que apresentam melhor desempenho absoluto quando se considera as melhores e piores práticas	$DCI = \alpha * ICPF + (1 - \alpha) * (1 - IPS)$	$\alpha = 0,5$	0 (capacidade menor) e 1 (alta capacidade)
<i>Indicador de Eficiência Social (SEI)</i>	Avaliar o desempenho das regiões em converter os gastos sociais e a riqueza econômica em desenvolvimento humano, considerando os pontos fortes e fracos	$SEI = \beta * ESP + (1 - \beta) * (1 - ISE)$	$\beta = 0,5$	0 (menor eficiência) e 1 (a mais alta eficiência)
<i>Indicador de Capacidades Ajustado pela Eficiência Social (CIASE)</i>	Avaliar o desempenho das regiões, considerando a privação social e a eficiência social	$CIASE = \mu * DCI + (1 - \mu) * SEI$	Foi testado 10 u valores diferentes	0 (menor desempenho social) e 1 (mais alto desempenho social)
<i>Indicador de Privação Social e Responsabilidade Financeira (DFRP)</i>	Evidenciar quais regiões possuem pior privação social e melhor eficiência social, a fim de indicar quais regiões devem ser priorizadas para o recebimento de investimentos públicos	$DFRP = \gamma * SEI + (1 - \gamma) * DI$	$\gamma = 0,5$	0 (prioridade mais baixa) e 1 (prioridade mais elevada)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, foi criado o *Indicador de Capacidades Ajustado pela Eficiência Social (CIASE)*, que considera os níveis absolutos de privação e a responsabilidade financeira. O *CIASE* representa um único índice, combinando o *DCI* e o *SEI*, contemplando a privação social, a riqueza e os gastos públicos em conjunto. Em outros termos, o *CIASE* apresenta de forma simples informações relevantes para classificar as regiões e gerar recomendações políticas (OECD 2008; ZHOU et al., 2009).

Além disso, foram testadas dez combinações diferentes para avaliar quais pesos proporcionam a melhor representação do *CIASE* para as regiões brasileiras. Para este efeito, foram combinados os valores do *DCI* e *SEI* entre 0,1 e 0,9, o que evita a escolha subjetiva de ponderação.

Finalmente, foi criado o *Indicador de Privação Social e Responsabilidade Financeira (DFRP)*. O *DFRP* combina a eficiência social (*SEI*) e privação social (*IPS*), permitindo que os formuladores de políticas públicas verifiquem quais regiões têm a pior privação social e melhor eficiência social. Em outros termos, as regiões com maior *DFRP* podem melhorar o desenvolvimento humano utilizando os recursos financeiros de forma mais eficiente.

Vale destacar que todos os indicadores seguiram o método de normalização Min-Max, tornando-os comparáveis (de zero a um). A próxima seção apresenta o modelo econométrico para analisar o efeito da diversificação econômica sobre os novos indicadores sociais calculados para o Brasil.

4.4.4 Análise do impacto da complexidade no Brasil

Após criar os indicadores sociais para o Brasil, busca-se mensurar o impacto da diversificação econômica sobre o desenvolvimento humano das mesorregiões brasileiras, em especial, quando se leva em consideração a eficiência social, bem como a combinação entre privação social e responsabilidade financeira.

Note que mensurar o impacto da diversificação econômica sobre o desenvolvimento humano no Brasil é importante, pois o país tem apresentado como fonte de crescimento a exportação de commodities agrícolas. O cenário favorável da exportação de commodities auxilia o financiamento dos gastos públicos no país, embora coloque o crescimento sob a vulnerabilidade dos preços internacionais destes produtos.

A fim de verificar esta relação, quatro modelos econométricos foram estimados para analisar o impacto da diversificação econômica nos indicadores DCI, SEI, CIASE e DFRP. Tendo em vista que estes indicadores foram mensurados para o ano de 2010, as regressões foram estimadas apenas por meio do método *Ordinary Least Squares* (OLS) com correção da heterocedasticidade. Além disso, verificou-se o VIF, a fim de evitar multicolinearidade. A Expressão 6 apresenta o modelo genérico para esta análise.

$$\ln y_i^{\text{indicador}} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Urbanização}_i + \beta_2 \ln \text{GDP_pc}_i + \beta_3 \text{Região}_i + \beta_4 \ln \text{Div. Ocupação}_i + \beta_5 \ln \text{Gastos_Sociais}_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

Onde: $\ln y_i^{\text{indicador}}$ é um dos 4 indicadores sociais construídos neste capítulo; β_0 é o intercepto; $\beta_2 \ln \text{GDP_pc}_i$ é o logaritmo do Produto Interno Bruto per capita; $\beta_3 \text{Região}_i$ corresponde a cinco binárias para cada uma das grandes regiões do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste), tendo como base a região Nordeste; $\beta_4 \ln \text{Div. Ocupação}_i$ é o logaritmo da diversificação das ocupações em cada região analisada; $\beta_5 \ln \text{Gastos_Sociais}_i$ são os gastos sociais em educação, cultura, saúde, habitação e saneamento básico. Tendo em vista que a variável dependente (indicador social) varia apenas entre zero e um, o logaritmo foi aplicado apenas para as variáveis independentes, a fim de interpretar os parâmetros como elasticidades (GREENE, 2011).

Note que a variável diversificação das ocupações foi escolhida como proxy da complexidade econômica. A diversificação de ocupações é mensurada por meio do número de ocupações únicas de 4 dígitos da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) (DATAVIVA, 2018). Justifica-se a escolha desta variável como proxy, pois muitos municípios no Brasil não exportam, o que dificultaria a análise por meio do Índice de Complexidade Econômica. Além disso, a diversificação das ocupações permite que o logaritmo desta variável seja utilizado sem a necessidade de normalização, o que não é possível com o Índice de Complexidade Econômica. A próxima seção apresenta os resultados e discussão deste capítulo.

4.5 Resultados e Discussão

Esta seção discute os resultados encontrados neste capítulo. Em primeiro lugar, as estimativas econométricas para validação dos *inputs* e *outputs* do modelo DEA são

apresentadas. Em segundo lugar, discute-se as diferenças entre os indicadores absolutos e relativos, bem como os rankings encontrados para o CIASE e o DFRP. Em terceiro lugar, alguns casos são discutidos, a fim de interpretar os resultados encontrados para as mesorregiões brasileiras. Finalmente, avalia-se o impacto da diversificação econômica sobre os indicadores propostos.

4.5.1 Validação Econométrica

As estimativas econométricas mostram que as variáveis foram estatisticamente significativas, comprovando o impacto da riqueza e dos gastos públicos sobre cada uma das dimensões sociais. Este resultado valida a utilização do método DEA para o problema analisado. A matriz de correlação mostrou que todos os *inputs* (PIB e gastos públicos) estão correlacionados com os *outputs* (variáveis sociais). Todas as relações foram estatisticamente significativas ao nível de 1% e mostraram sinais esperados. Destaca-se a correlação entre PIB e mortalidade infantil (-81,37%), expectativa de vida (79,69%), pessoas extremamente pobres (-73,08%), Índice de Gini (-40,23%) e emprego (36,44%).

As estimativas dos econométricos são apresentadas na Tabela 8. Para cada variável social, foi desenvolvido um modelo econométrico. Os modelos foram estimados em painel com efeito fixo devido aos resultados encontrados no teste de Hausman. Além disso, o teste de Breusch-Pagan não demonstrou a presença de heterocedasticidade e os resultados do teste VIF ficaram sempre abaixo de 10, o que significa que não há presença de multicolinearidade.

O primeiro e segundo modelos referem-se à dimensão da Educação. O PIB (0,10%) e os gastos públicos em educação e cultura (0,09%) afetam positivamente o número de pessoas alfabetizadas. Isso também ocorre para o número de creches (PIB = 0,08%; Gastos em Educação e Cultura = 0,11%). Em todos os casos, as variáveis explicativas apresentaram significância estatística do nível de 1%.

Para a dimensão Habitação, o PIB afeta positivamente o número de residências próprias (0,26%), número de residências com energia elétrica (0,15%), número de residências com acesso a esgoto (0,71%) e com coleta de lixo (0,73%). Além disso, o gasto público em habitação impacta positivamente o número de residências próprias (0,03%), número de residências com energia elétrica (0,06%), número de residências com acesso a esgoto (0,08%) e com coleta de lixo (0,02%). Além disso, o gasto público em saneamento e saúde apresenta impacto positivo no número de residências com energia elétrica (0,05%),

número de residências com acesso a esgoto (0,26%) e com coleta de lixo (0,24%). Todos os coeficientes estimados, exceto o gasto público com saneamento e saúde para residências com energia elétrica, foram estatisticamente significativos ao nível de 1%.

Na dimensão Saúde, como esperado, o PIB impacta positivamente o número de pessoas vacinadas (0,05%) e a expectativa de vida (0,01%) e afetou negativamente a mortalidade infantil (-0,12%). Além disso, o gasto público com saneamento e saúde impacta positivamente o número de pessoas vacinadas (0,02%) e a expectativa de vida (0,01%), bem como o impacto negativo sobre a mortalidade infantil (-0,05%). Todos os coeficientes foram estatisticamente significativos ao nível de 1%.

Para a dimensão Economia, verificou-se que o emprego é positivamente impactado pelo PIB (0,17%) e pelo gasto público com educação e cultura (0,12%). Conforme esperado, o Índice de Gini foi negativamente impactado pelo PIB (-0,09%) e pelo gasto público em educação e cultura (-0,01%), enquanto o número de pessoas extremamente pobres foi negativamente impactado pelo PIB (-0,71%) e pelo gasto público em educação e cultura (-0,07%).

A dimensão Instituições mostrou que o número de pessoas que votaram nas últimas eleições é positivamente impactado pelo PIB (0,05%) e pelo gasto público com educação e cultura (0,10%). Por outro lado, o número de homicídios mostrou, como esperado, impacto negativo do gasto público em educação e cultura (-0,08%), embora o PIB tenha impacto positivo (20%). O impacto positivo do PIB no número de homicídios pode ser justificado, porque os centros urbanos mais ricos apresentam taxas mais altas de violência no Brasil.

Em síntese, a análise econométrica mostrou que os *inputs* selecionados para este estudo estão correlacionados e possuem significância estatística com as variáveis sociais (*outputs*), confirmando os pressupostos teóricos discutidos anteriormente.

Tabela 8 Coeficientes, p-Valor e R² dos outputs em relação aos *inputs*

variáveis	Pessoas Alfabet.	Creches	Resid. Própria	Com Eletricid.	Com Saneam.	Com coleta de lixo	Pessoas Vacinad as	Mortalida de Infantil	Exp. de Vida	Emprego Formal	Índice de Gini	Pessoas Ext. Pobres	Eleição	Homicídio
lnPIB	0,102*** (0,00413)	0,0824*** (0,0169)	0,259*** (0,0305)	0,149*** (0,0539)	0,706*** (0,0783)	0,732*** (0,0742)	0,0473*** (0,00864)	-0,122*** (0,00722)	0,00820*** (0,000873)	0,167*** (0,00753)	-0,0898*** (0,00489)	-0,712*** (0,0270)	0,0545*** (0,00449)	0,200*** (0,0603)
lnPEA	0,392*** (0,00776)	0,639*** (0,0317)	0,574*** (0,0622)	0,870*** (0,0906)	1,525*** (0,132)	1,237*** (0,125)	0,402*** (0,0168)	0,190*** (0,0140)	-0,0200*** (0,00170)	0,530*** (0,0141)	0,0795*** (0,00918)	0,387*** (0,0503)	0,331*** (0,00844)	0,432*** (0,108)
lnIDH	0,621*** (0,0199)	0,453*** (0,0814)					0,808*** (0,0403)	-0,707*** (0,0337)	0,175*** (0,00407)	0,913*** (0,0363)	0,248*** (0,0236)	1,356*** (0,129)	0,322*** (0,0217)	1,869*** (0,293)
lnGastos_Educ_Cul	0,0883*** (0,00399)	0,113*** (0,0163)								0,120*** (0,00727)	-0,00960** (0,00472)	-0,0665** (0,0259)	0,0980*** (0,00433)	-0,0758 (0,0587)
lnGastos_Habitação			0,0317** (0,0140)	0,0662*** (0,0199)	0,0810*** (0,0289)	0,0282 (0,0274)								
lnGastos_San_Saúd				0,0456 (0,0357)	0,265*** (0,0518)	0,238*** (0,0491)	0,0196*** (0,00543)	-0,0484*** (0,00454)	0,00222*** (0,000548)					
Constante	3,456*** (0,0931)	-2,077*** (0,380)	-0,625 (0,840)	-3,193*** (1,218)	-18,94*** (1,768)	-15,59*** (1,675)	5,266*** (0,187)	3,131*** (0,156)	4,408*** (0,0188)	0,0935 (0,170)	-0,0876 (0,110)	8,317*** (0,606)	4,101*** (0,101)	-3,025** (1,279)
Observações	8764	8762	8.618	8599	8599	8577	8.746	8.746	8.746	8764	8764	8764	8755	5079
R-quadrado	0,813	0,118	0,031	0,029	0,136	0,152	0,248	0,88	0,903	0,767	0,421	0,608	0,590	0,170
Número de cidades	4.982	4.982	4.955	4.953	4.953	4.950	4.981	4.981	4.981	4.982	4.982	4.982	4.978	3.516
Cidade FE	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Ano FE	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Os erros padrão entre parênteses

*** p <0,01, ** p <0,05, * p <0,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.2 As diferenças no desempenho absoluto e relativo

O *DEA Capability Index (DCI)* foi usado para mostrar quais regiões são mais desenvolvidas de acordo com o desempenho social. O *Social Efficiency Index (SEI)* mediu a eficiência relativa das regiões, ou seja, a eficiência social. De acordo com as estatísticas descritivas, a média do *DCI* (0,497) foi ligeiramente inferior à média do *SEI* (0,544). Além disso, o *DCI* (0,475) e o *SEI* (0,536) apresentaram medianas próximas às respectivas médias. O desvio padrão do *DCI* (0,250) foi maior do que o *SEI* (0,209), o que contribuiu para a maior coeficiente de variação do *DCI* (0,503) do que o coeficiente do *SEI* (0,383). A Figura 6 revela a discrepância entre *DCI* e *SEI* em 129 mesorregiões brasileiras.

Figura 6 Comparação do desempenho absoluto e relativo

Note que, quando as restrições financeiras são consideradas, várias regiões apresentam discrepâncias entre o seu desempenho absoluto e a eficiência social. As cinco primeiras regiões que mais perdem posições quando se compara o índice absoluto e eficiência social são Sul Maranhense (S MA), Norte Fluminense (N RJ), Sul de Roraima (S RO), Metropolitana de Salvador e o Nordeste Baiano (NE BA). Estas regiões apresentam melhores indicadores absolutos do que eficiência social. Além disso, regiões

ricas, como a Macro Metropolitana Paulista (Met Macro Paulista), Vale do Paraíba Paulista (V. do Paraíba Paulista), Metropolitana de Curitiba (Met Curitiba), Campinas e Piracicaba têm melhores indicadores absolutos, mas baixa eficiência social. Isto significa que estas regiões apresentar melhores indicadores sociais, tendo em vista a riqueza e os gastos públicos disponíveis.

Por outro lado, as cinco primeiras regiões que apresentam maior índice de eficiência social e piores indicadores absolutos são: Leste Goiano (E GO), Sudoeste Rio-Grandense (SW RS), Sul do Amapá (S AP), Centro Sul Mato-Grossense (CS MT) e Sul Cearense (S CE). Além disso, as regiões Nordeste, como o Metropolitana de Fortaleza (Met Fortaleza) e Metropolitana do Recife (Met Recife), demonstraram ser financeiramente mais responsáveis em comparação com outras regiões, tendo em vista a maior eficiência social, embora ainda enfrentem privação social.

Note que algumas regiões pobres no Centro-Oeste, Norte e Nordeste (S MA, S RR, N GO) atingiram (relativamente) elevados níveis de eficiência social, mesmo apresentando elevado grau de privação social. Este resultado é importante porque o Brasil concentra recursos públicos nas regiões Sudeste e Sul. Por exemplo, enquanto a despesa média em saúde foi de R\$ 591,89 per capita na mesorregião Nordeste Rio-Grandense, no Centro Sul Mato-Grossense a mesma despesa foi de R\$ 302,20, e na mesorregião Sul Cearense foi de R\$ 356,35 por habitante. Da mesma forma, enquanto a despesa média em educação e cultura em Campinas foi de R\$ 567,06, na mesorregião Sul Amapá foi de R\$ 286,43 por habitante. Em outras palavras, Campinas gasta quase o dobro do Sul Amapá em recursos públicos para oferecer serviços educacionais e culturais. Isto revela as distintas realidades regionais do Brasil, que pode ser melhor compreendido por uma análise das posições no ranking.

Enquanto Campinas foi classificada na 54ª posição do ranking absoluto, esta mesorregião ocupou o 105º lugar para o ranking de eficiência social. Isso revela que Campinas perde 51 posições entre os rankings devido a sua ineficiência financeira para a geração de desenvolvimento humano. Várias outras regiões exibem o mesmo comportamento, tais como Sul Maranhense (-102), Norte Fluminense (-85), Sul Roraima (-83), Macro Metropolitana Paulista (-57) e Piracicaba (-27).

Por outro lado, algumas regiões com privação social melhoraram sua posição no ranking do índice de eficiência social. Este é o caso de Leste Goiano, que passou do 97º para o 9º lugar (+88 posições). Outras regiões exibem o mesmo comportamento, como o

Sudoeste Rio-Grandense (+87), Sul do Amapá (+85), e Centro Sul Mato-Grossense (+84). Neste aspecto, é importante analisar como o indicador absoluto e a eficiência social podem ser analisados conjuntamente, com pesos que melhor traduzam a realidade brasileira. A próxima seção apresenta uma análise de sensibilidade para este problema.

4.5.3 Análise de sensibilidade

A fim de definir quais pesos devem ser atribuídos para o CIASE, foram analisadas as permutações no ranking entre os 9 modelos propostos na seção do Método. A Figura 7 apresenta a evolução dos pesos entre o desempenho absoluto e a eficiência social para cada mesorregião brasileira. Note que, enquanto o Modelo 1 (SEI = 0,1; DCI = 0,9) enfatiza o desempenho absoluto, o Modelo 9 (SEI = 0,9; DCI = 0,1) reforça a eficiência social.

Figura 7 Permutações no ranking

Observa-se que várias regiões do topo do ranking no Modelo 1 apresentam queda abrupta até o Modelo 9. Por exemplo, a Macro Metropolitana Paulista perde 57 posições, que passa da posição 50° (Modelo 1) para a posição 107° (Modelo 9). Este fenômeno é recorrente para algumas regiões ricas, por exemplo, o Vale do Paraíba Paulista (-62), Campinas (-49), Litoral Sul Paulista (-41), Metropolitana de Curitiba (-40) e Piracicaba (-19). Isso significa que, considerando a eficiência social, algumas regiões ricas têm desempenho pior em relação à sua eficiência social.

Por outro lado, algumas regiões que enfrentam privação social melhoraram sua posição no ranking quando é dada maior importância à eficiência social. Por exemplo,

Metropolitana de Fortaleza ganhou 47 posições, passando da 109ª posição no Modelo 1 para o 62º lugar no Modelo 9. Outras regiões apresentaram a mesma tendência de evolução no ranking, por exemplo, o Leste Goiano (+82), Sul do Amapá (+74), e o Sul Cearense (+65). Note-se que um terceiro grupo apresentou mudanças menores no ranking, como pode ser visto nos exemplos do Sul Catarinense (+20), Grande Florianópolis (+15), Metropolitana de Recife (-12), Metropolitana de Belém (-2). Neste sentido, optou-se por considerar o CIASE no Modelo 5 ($\alpha = 0,5$; $\beta = 0,5$), a fim de balancear ambos os aspectos analisados: privação social e eficiência social.

Figura 8 Mudanças no ranking DCI e SEI

Na Figura 8, o CIASE demonstra quais o ranking das regiões, considerado privação social e eficiência social com base em pesos iguais. Por exemplo, este indicador classificou a Macro Metropolitana Paulista em 65º lugar e a Metropolitana Fortaleza em 99º lugar. Além disso, um terceiro grupo mostrou menos mudanças de classificação (por exemplo, Grande Florianópolis em terceiro lugar). A próxima seção discute a contribuição do CIASE para a análise da realidade brasileira.

4.5.4 CIASE: uma contribuição para a análise da responsabilidade financeira

Por meio da combinação entre privação social, riqueza e restrição de recursos públicos das mesorregiões brasileiras, o CIASE contribui por introduzir o conceito de responsabilidade financeira na abordagem do desenvolvimento humano. Este indicador fornece uma melhor compreensão de como alocar recursos públicos para melhorar o desenvolvimento humano, revelando quais regiões têm mais mérito para receber o dinheiro público e combater a privação social.

Por exemplo, Campinas foi classificada na 54ª posição do DCI e 105ª posição do SEI. Usando o DCI, Campinas apresenta um melhor indicador do que as regiões Leste Goiano (97º) e Metropolitana de Fortaleza (112º). Por outro lado, de acordo com a SEI, Campinas é menos eficiente do que estas mesmas regiões: Leste Goiano (9º), Metropolitana de Fortaleza (59º). O CIASE contribui por revelar um novo ranking, que classifica o Leste Goiano (49º) em uma posição melhor do que as regiões de Campinas (64º) e Metropolitana de Fortaleza (99º). Em outras palavras, as autoridades podem dar mais mérito para o Leste Goiano (por exemplo, na forma de prêmios ou aumento de recursos públicos do Governo Federal) porque esta região enfrenta pior privação social do que Campinas e apresenta maior eficiência social do que as regiões de Campinas e Metropolitana de Fortaleza.

O mesmo pode ser visto em regiões como a Metropolitana de Curitiba (DCI = 34º; SEI = 96º; CIASE = 53º) e o Centro Sul Mato-Grossense (DCI = 102º; SEI = 18º; CIASE = 62º). Enquanto o Centro-Sul Mato-Grossense enfrenta pior privação social, a região Metropolitana de Curitiba mostra menor responsabilidade financeira. Por esta razão, o CIASE prioriza o Centro-Sul Mato-Grossense do que a Metropolitana de Curitiba, recomendando que os recursos financeiros devem ser priorizados nas regiões que são mais eficientes no combate à exclusão social no Brasil. Finalmente, outras regiões, como a Metropolitana de Belém (DCI = 86º; SEI = 90º; CIASE = 88º) e a Região Metropolitana de São Paulo (DCI = 70º; SEI = 77º; CIASE = 72º) apresentaram pouca variação entre privação absoluta e eficiência social.

Em suma, o CIASE adapta o desempenho do desenvolvimento humano das regiões que combinam desempenho absoluto e relativo. Este indicador pode ser usado para classificar as regiões de acordo com a abordagem do desenvolvimento humano, bem como a eficiência social. Além disso, o CIASE apresenta uma melhor análise da privação social e eficiência social no território brasileiro. Isto porque, o CIASE revela que algumas regiões

no Norte e Nordeste são socialmente eficientes, fornecendo uma informação importante sobre a alocação de investimentos públicos no Brasil. Desta forma, a fim de indicar quais regiões devem ser priorizadas no recebimento de recursos públicos, a próxima seção discute o *Deprivation and Financial Responsibility based Prioritization Index*.

4.5.5 DFRP: análise de privação social e responsabilidade financeira

O *Deprivation and Financial Responsibility based Prioritization Index (DFRP)* fornece informações valiosas para que os formuladores de políticas públicas encontrem regiões pobres com alto nível de eficiência social. Um alto DFRP indica que a região apresenta alto nível de privação social, mas também é socialmente eficiente. Em outras palavras, considerando a limitação dos recursos financeiros na região, as autoridades locais têm feito um trabalho para a promoção do desenvolvimento humano.

As cinco primeiras posições do ranking DFRP são: Noroeste Rio-Grandense, Leste Goiano, Sudoeste Rio-Grandense, Centro-Sul Mato-Grossense e Centro-Oeste Rio-Grandense. Os resultados indicam que os formuladores de políticas públicas do Governo Federal devem considerar alocar os investimentos públicos nessas regiões, a fim de melhorar o desenvolvimento humano local. As cinco piores posições no ranking DFRP são: Sul Maranhense, Norte Fluminense, Serrana, Centro Fluminense e Noroeste de Minas. Vale destacar que, os resultados quantitativos apresentados nesta seção devem ser acompanhados de estudos de caso em profundidade, a fim de compreender as razões qualitativas para performances muito altas ou baixas no DFRP.

O DFRP também revela que as regiões Metropolitana de Fortaleza (19º lugar), Metropolitana do Recife (38º) e Metropolitana de Belém (45º) devem ser priorizados para receber investimentos públicos em relação a regiões mais ricas como, por exemplo, Campinas (84º), Macro Metropolitana Paulista (92º), Piracicaba (94º) e o Litoral Sul Paulista (115º). Este é um resultado importante, pois sugere que as autoridades podem discutir uma redistribuição dos recursos públicos para as regiões menos desenvolvidas, não tendo como base apenas motivos altruístas, mas também o mérito na conversão de limitados recursos financeiros em desenvolvimento humano. Por exemplo, enquanto a região Metropolitana de Belém recebe R\$ 203,14 per capita, Campinas recebe R\$ 567,06 por habitante nos gastos públicos em educação e cultura.

O DFRP mostra que algumas regiões do Norte e Nordeste devem ser priorizadas se comparadas com o Sul e o Sudeste do Brasil. Neste sentido, as autoridades brasileiras podem realocar os gastos públicos para desenvolver regiões eficientes e mais pobres. Esta realocação forneceria mais homogeneidade para o país, bem como aumentaria o desenvolvimento humano em todas as mesorregiões brasileiras.

A Figura 9 representa os mapas do desempenho das mesorregiões brasileiras para os seis principais indicadores mensurados neste trabalho. O verde escuro representa as regiões com indicadores próximos a um (valor máximo), enquanto que o verde claro representa a região com indicadores próximos de zero (valor mínimo). O primeiro mapa mostra a distribuição do *Índice de Capacidades com Pesos Iguais (ICPI)*. Assim, este mapa mostra o desempenho do desenvolvimento humano, medido na forma tradicional. O segundo mapa mostra o *Índice de Privação Social (DI)* que localiza regiões com mais privação social, a partir de uma perspectiva DEA. O terceiro mapa representa a *DEA Capability Index (DCI)*. O mapa mostra quais regiões têm melhor desenvolvimento humano (verde-escuro), de acordo com a perspectiva da DEA. O quarto mapa revela a *Social Efficiency Index (SEI)* no Brasil. Este mapa mostra quais regiões são mais eficientes na conversão de sua riqueza e gastos públicos em desenvolvimento humano. O quinto mapa revela o *Capability Index Adjusted by Social Efficiency (CIASE)*. Este mapa revela uma nova interpretação do desenvolvimento humano, combinando as perspectivas absoluta e relativa. Finalmente, o sexto mapa ilustra a *Deprivation and Financial Responsibility based Prioritization Index (DFRP)*. A Tabela 9 apresenta as estimativas dos indicadores calculados neste capítulo.

Figura 9 Mapas do Desempenho Socioeconômico, Brasil

Tabela 9 Estimativas dos indicadores sociais, Brasil

Mesorregiões	Indicadores					Posição no ranking				
	ICPI	DCI	SEI	CIASE	DFRP	ICPI	DCI	SEI	CIASE	DFRP
Noroeste Rio-grandense	0,796	0,500	0,537	0,699	1,000	20	70	4	30	1
Leste Goiano	0,679	0,479	0,535	0,587	0,972	47	97	9	49	2
Sudoeste Rio-grandense	0,755	0,477	0,532	0,565	0,948	32	98	11	54	3
Centro-Sul Mato-grossense	0,591	0,474	0,527	0,512	0,894	61	102	18	62	4
Centro Ocidental Rio-grandense	0,798	0,500	0,526	0,628	0,890	16	75	20	42	5
Jequitinhonha	0,462	0,500	0,523	0,607	0,859	73	67	26	45	6
Norte de Minas	0,478	0,488	0,521	0,540	0,839	71	89	32	57	7
Paranaense Sudeste	0,648	0,500	0,519	0,579	0,815	54	65	36	50	8
Sul do Amapá	0,417	0,454	0,517	0,358	0,794	80	124	39	105	9
Sul / Sudoeste de Minas	0,840	0,518	0,539	0,788	0,787	13	45	3	16	10
Centro Oriental Rio-grandense	0,769	0,513	0,532	0,723	0,782	29	49	10	23	11
Vale do Mucuri	0,447	0,468	0,515	0,408	0,771	76	111	47	92	12
Vale do Acre	0,364	0,462	0,513	0,369	0,752	84	118	50	101	13
Sul Cearense	0,266	0,455	0,513	0,338	0,751	90	123	51	111	14
Sudeste Rio-grandense	0,782	0,497	0,512	0,522	0,747	26	81	52	60	15
Norte Central Paranaense	0,697	0,507	0,527	0,658	0,724	43	56	19	37	16
Pantaneais Sul Mato-grossense	0,560	0,484	0,510	0,444	0,718	64	93	56	82	17
Norte Piauiense	0,187	0,461	0,509	0,343	0,718	107	120	57	109	18
Metropolitana de Fortaleza	0,447	0,468	0,509	0,370	0,716	75	112	59	99	19
Agreste Paraibano	0,220	0,468	0,509	0,369	0,708	99	109	61	102	20
Sertões cearenses	0,214	0,477	0,509	0,408	0,708	102	99	62	93	21
sertão Paraibano	0,226	0,468	0,508	0,367	0,706	97	110	64	103	22
Centro-Norte Piauiense	0,178	0,500	0,508	0,505	0,702	110	64	65	63	23
Centro-Sul Cearense	0,210	0,465	0,508	0,349	0,699	104	115	66	108	24
Centro Norte Baiano	0,197	0,469	0,507	0,362	0,691	105	106	68	104	25
Mata Pernambucana	0,180	0,452	0,506	0,279	0,685	109	127	69	115	26
sertão Pernambucano	0,148	0,469	0,506	0,353	0,679	116	108	70	107	27
Sul Catarinense	0,909	0,530	0,543	0,869	0,673	4	27	1	4	28
Zona da Mata	0,705	0,513	0,530	0,711	0,673	40	48	14	25	29
Centro Sul Baiano	0,221	0,482	0,505	0,401	0,668	98	94	71	95	30
Leste Rondoniense	0,432	0,481	0,503	0,387	0,650	77	96	73	96	31
Agreste Pernambucano	0,125	0,467	0,502	0,315	0,637	120	113	75	113	32
Grande Florianópolis	1,000	0,533	0,543	0,880	0,629	1	22	2	3	33
Ocidental do Tocantins	0,497	0,506	0,524	0,638	0,628	70	58	24	40	34
Centro Maranhense	0,044	0,500	0,500	0,453	0,622	126	76	76	70	35
Norte do Amapá	0,375	0,500	0,500	0,453	0,621	82	80	102	81	36
Centro Amazonense	0,219	0,500	0,500	0,453	0,621	100	76	77	74	37
Metropolitana do Rio de Janeiro	0,701	0,500	0,500	0,453	0,621	41	79	80	76	38
Metropolitana de Recife	0,549	0,471	0,500	0,324	0,621	66	103	80	112	38
Metropolitana de São Paulo	0,842	0,500	0,500	0,453	0,621	11	70	77	72	40
Metropolitana de Belo Horizonte	0,757	0,500	0,500	0,453	0,621	31	67	80	73	41
Centro Goiano	0,718	0,489	0,500	0,405	0,621	36	88	80	94	41
sertão Sergipano	0,135	0,500	0,500	0,453	0,621	118	67	77	71	43
Sudeste Piauiense	0,052	0,490	0,500	0,409	0,621	124	87	80	90	44
Metropolitana de Belém	0,506	0,491	0,500	0,415	0,621	68	86	90	88	45
Leste Alagoano	0,094	0,447	0,500	0,216	0,621	121	129	90	121	45
Oeste Maranhense	0,049	0,500	0,500	0,453	0,621	125	76	85	78	47
Norte Cearense	0,163	0,496	0,500	0,435	0,621	111	83	85	84	47
Leste Maranhense	0,034	0,500	0,500	0,453	0,621	127	65	85	74	49
Vale do Juruá	0,000	0,500	0,500	0,453	0,621	129	70	90	79	50
Noroeste Cearense	0,159	0,496	0,500	0,434	0,621	112	84	90	85	50
Metropolitana de Porto Alegre	0,892	0,500	0,500	0,453	0,621	5	70	96	80	52
Nordeste Paraense	0,219	0,474	0,500	0,338	0,621	101	101	90	110	53
Marajó	0,193	0,485	0,500	0,385	0,621	106	91	99	97	54
Norte Maranhense	0,129	0,500	0,500	0,453	0,621	119	63	99	76	55
Agreste Potiguar	0,151	0,500	0,500	0,454	0,617	115	62	88	69	56
Jaquaribe	0,242	0,481	0,510	0,436	0,608	94	95	55	83	57
Borborema	0,180	0,502	0,500	0,463	0,592	108	60	88	66	58
Centro-Sul Paranaense	0,548	0,485	0,512	0,463	0,590	67	92	54	67	59
Noroeste Paranaense	0,700	0,524	0,527	0,737	0,582	42	36	17	20	60
Ocidental do Tocantins	0,427	0,487	0,502	0,410	0,577	78	90	74	89	61
Sudoeste Paraense	0,372	0,465	0,495	0,264	0,571	83	116	107	116	62

Bauru	0,820	0,531	0,536	0,830	0,555	15	25	7	9	63
Centro Oriental Paranaense	0,666	0,501	0,521	0,594	0,554	51	61	34	47	64
Baixadas	0,647	0,500	0,493	0,409	0,553	55	70	109	91	65
Sertão Alagoano	0,014	0,470	0,491	0,262	0,533	128	104	110	117	66
Oeste de Minas	0,867	0,536	0,537	0,857	0,532	9	17	5	6	67
Sul Baiano	0,256	0,453	0,491	0,183	0,528	91	125	112	123	68
Vale São-Franciscano da Bahia	0,236	0,462	0,490	0,219	0,525	96	119	114	120	69
Ribeirão Preto	0,821	0,523	0,520	0,689	0,519	14	39	35	32	70
Sudoeste Mato-grossense	0,594	0,507	0,516	0,588	0,507	60	57	41	48	71
Norte Pioneiro Paranaense	0,683	0,526	0,522	0,714	0,506	45	35	30	24	72
Agreste Sergipano	0,244	0,509	0,509	0,555	0,502	93	55	58	55	73
Noroeste Goiano	0,682	0,524	0,518	0,678	0,497	46	37	37	34	74
Sudoeste Piauiense	0,151	0,470	0,491	0,262	0,497	114	105	111	118	75
Agreste Alagoano	0,078	0,450	0,488	0,147	0,496	122	128	117	126	76
Norte de Roraima	0,501	0,496	0,488	0,354	0,496	69	82	118	106	77
Sudeste Paraense	0,310	0,469	0,487	0,231	0,491	87	107	119	119	78
Araraquara	0,795	0,521	0,513	0,631	0,487	22	41	49	41	79
Assis	0,769	0,531	0,526	0,764	0,486	30	26	21	18	80
Baixo Amazonas	0,311	0,466	0,486	0,213	0,482	86	114	121	122	81
São José do Rio Preto	0,796	0,533	0,528	0,787	0,475	21	21	15	17	82
Vale do Itajaí	0,964	0,535	0,531	0,811	0,474	2	18	13	13	83
Campinas	0,885	0,509	0,497	0,473	0,468	7	54	105	64	84
Norte Catarinense	0,879	0,528	0,523	0,725	0,466	8	32	28	22	85
Leste Potiguar	0,242	0,452	0,485	0,139	0,465	95	126	122	127	86
Marília	0,792	0,524	0,514	0,650	0,454	23	38	48	38	87
Vale do Rio Doce	0,583	0,529	0,523	0,736	0,439	63	29	27	21	88
Central Potiguar	0,336	0,504	0,509	0,530	0,430	85	59	60	58	89
Oeste Catarinense	0,840	0,545	0,537	0,898	0,403	12	6	6	2	90
Norte Mato-grossense	0,642	0,520	0,512	0,623	0,402	57	42	53	43	91
Macro Metropolitana Paulista	0,798	0,512	0,494	0,467	0,402	17	51	108	65	92
Madeira-Guaporé	0,377	0,495	0,478	0,284	0,398	81	85	126	114	93
Piracicaba	0,850	0,523	0,507	0,601	0,394	10	40	67	46	94
Sul Goiano	0,771	0,532	0,518	0,710	0,387	28	24	38	26	95
Oeste Potiguar	0,275	0,458	0,484	0,158	0,383	89	122	123	125	96
Sul Fluminense	0,668	0,509	0,488	0,416	0,381	49	53	115	87	97
Presidente Prudente	0,786	0,543	0,531	0,851	0,380	24	10	12	8	98
Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba	0,930	0,539	0,526	0,795	0,379	3	13	23	14	99
Centro Norte de Mato Grosso do Sul	0,715	0,532	0,515	0,693	0,360	38	23	44	31	100
Leste de Mato Grosso do Sul	0,720	0,519	0,498	0,526	0,355	35	44	104	59	101
Campo das Vertentes	0,797	0,542	0,528	0,826	0,352	18	12	16	10	102
Sudeste Mato-grossense	0,668	0,533	0,516	0,707	0,349	50	19	40	27	103
Nordeste Mato-grossense	0,587	0,529	0,515	0,684	0,340	62	28	42	33	104
Central Mineira	0,796	0,549	0,535	0,906	0,338	19	4	8	1	105
Vale do Paraíba Paulista	0,774	0,515	0,491	0,460	0,326	27	46	113	68	106
Nordeste Rio-grandense	0,888	0,520	0,497	0,519	0,326	6	43	106	61	107
São Francisco Pernambucano	0,151	0,461	0,477	0,124	0,291	113	121	127	128	108
Oeste Paranaense	0,716	0,537	0,526	0,793	0,278	37	15	22	15	109
Paranaense Sudoeste	0,671	0,528	0,515	0,678	0,266	48	30	45	35	110
Araçatuba	0,786	0,546	0,524	0,814	0,262	25	5	25	12	111
Nordeste Baiano	0,066	0,510	0,481	0,370	0,261	123	52	124	100	112
Metropolitana de Curitiba	0,741	0,528	0,500	0,576	0,261	34	34	96	53	113
Norte Goiano	0,655	0,528	0,500	0,576	0,259	53	33	103	52	114
Litoral Sul Paulista	0,752	0,528	0,500	0,578	0,257	33	31	90	51	115
Sudoeste de Mato Grosso do Sul	0,624	0,533	0,515	0,699	0,248	58	20	46	29	116
Mata Paraibana	0,144	0,465	0,467	0,081	0,237	117	117	129	129	117
Itapetininga	0,664	0,543	0,515	0,745	0,217	52	9	43	19	118
Centro Ocidental Paranaense	0,645	0,550	0,521	0,815	0,182	56	3	33	11	119
Leste Sergipano	0,213	0,475	0,474	0,169	0,155	103	100	128	124	120
Metropolitana de Salvador	0,426	0,514	0,479	0,377	0,150	79	47	125	98	121
Sul de Roraima	0,454	0,537	0,500	0,618	0,138	74	16	99	44	122
Noroeste Fluminense	0,556	0,544	0,508	0,703	0,138	65	7	63	28	123
Extremo Oeste Baiano	0,303	0,512	0,487	0,420	0,134	88	50	120	86	124
Noroeste de Minas	0,712	0,557	0,522	0,854	0,109	39	2	29	7	125
Centro Fluminense	0,603	0,543	0,503	0,667	0,095	59	8	72	36	126
Serrana	0,691	0,559	0,522	0,858	0,072	44	1	31	5	127
Norte Fluminense	0,466	0,543	0,500	0,644	0,063	72	11	96	39	128
Sul Maranhense	0,249	0,538	0,488	0,544	0,000	92	14	116	56	129

4.5.6 Analisando alguns casos

É importante responder porque algumas regiões são mais eficientes do que outras. Há várias razões, tais como a maneira como uma região utiliza seus recursos financeiros, o capital humano para gerir as contas públicas e as políticas públicas para desenvolver melhores condições de vida, por exemplo, para fornecer saneamento básico, programas de saúde, e infraestrutura.

Em primeiro lugar, uma região pode gastar melhor seus recursos e de forma mais eficiente, a fim de gerar mais acesso aos serviços públicos. Regiões como o Sul do Amapá, Metropolitana de Belém, e Metropolitana de Fortaleza são socialmente mais eficientes do que Campinas, Piracicaba e a região Metropolitana de São Paulo, porque são capazes de gerar melhores indicadores de desenvolvimento humano com menos dinheiro. Por exemplo, Campinas gasta R\$ 639,21 por habitante em saúde, mas apenas 70,08% da população é vacinada e tem expectativa de vida de 75,97 anos. Em contraste, a região Metropolitana de Belém gasta apenas R\$ 220,47 em saúde por habitante e apresenta 74,51% da população vacinada e expectativa de vida de 72,5 anos. Desta forma, a região Metropolitana de Belém gasta 289% menos recursos públicos em saúde, mas tem uma taxa de pessoas vacinadas 6,32% superior do que Campinas.

Em relação à habitação, o Litoral Sul Paulista gasta R\$ 291,27 por habitante em saneamento básico, embora apenas 81,82% dos domicílios tenham acesso à água encanada e esgotamento sanitário. Em contraste, a região Metropolitana de Fortaleza gasta R\$ 184,83 por habitante em saneamento, proporcionando que 89,15% dos domicílios tenham água encanada e esgotamento sanitário. Em outras palavras, a região Metropolitana de Fortaleza gasta 36,54% menos em habitação do que o Litoral Sul Paulista e fornece 8,96% mais saneamento básico à sua população. Neste sentido, o SEI captura essa eficiência de traduzir recursos financeiros em desenvolvimento humano.

Além disso, verifica-se que a riqueza econômica por si só não é suficiente para proporcionar desenvolvimento humano. As regiões que têm melhor gestão fiscal são também melhores em promover o desenvolvimento humano. Comparando o Índice de Gestão Fiscal FIRJAN⁶(IFGF) com os indicadores deste capítulo, é possível encontrar uma

⁶O IFGF é composto por cinco indicadores (receitas próprias, despesas com pessoal, Investimentos, Liquidez e Custo da Dívida). Este índice varia entre 0 e 1, e quanto mais próximo de 1, melhor a gestão fiscal do município no ano em observação (FIRJAN, 2019).

correlação entre o IFGF e o CIASE (0,54), DCI (0,56) e SEI (0,35). Esta correlação sugere que uma melhor gestão dos recursos está associada com os níveis mais elevados dos indicadores absoluto, relativo e combinado do desenvolvimento humano das regiões brasileiras. Por exemplo, o Índice de Gestão Fiscal da Metropolitana de Fortaleza (0,7120) é melhor do que o IFGF das regiões Campinas (0,608), Metropolitana de Curitiba (0,6929), Piracicaba (0,617) e Macro Metropolitana Paulista (0,6173).

Finalmente, verifica-se que as políticas públicas podem melhorar o desenvolvimento humano em diferentes dimensões, não estando apenas relacionadas com a riqueza econômica local. Por exemplo, a região Macro Metropolitana Paulista, localizada em uma das regiões mais desenvolvidas do Brasil, ocupa uma boa posição absoluta (DCI = 51° entre 129 regiões). Esta região tem universidades e institutos de pesquisa, empresas nacionais e multinacionais, hospitais com equipamentos tecnológicos, e um sistema de transporte público que é relativamente melhor do que no resto do país.

O estado de São Paulo é o mais rico do Brasil, considerado um centro financeiro na América do Sul, com mais recursos públicos e PIB. No entanto, quando analisamos a geração de desenvolvimento humano por meio da riqueza local, o índice relativo (SEI) é de apenas 0,351, o que coloca esta região na posição 108° do ranking nacional. Da mesma forma, Campinas e Piracicaba, no interior de São Paulo, estão localizadas perto do centro financeiro do Brasil (cidade de São Paulo), possuem institutos de pesquisa, universidades e empresas no campo tecnológico. De acordo com o DCI, a região de Campinas ocupa a 54ª posição, no entanto, quando se analisa a eficiência SEI da despesa pública e da riqueza local, esta região ocupa apenas o 105° lugar. Embora a região de Piracicaba ocupe o 40° lugar no ranking DCI e tenha importantes empresas multinacionais (GRIESSE, 2017) e políticas públicas para a qualificação profissional (Ferraz et al. 2018), Piracicaba apresenta pior desempenho na eficiência social (SEI = 67° posição). Além disso, a região Metropolitana de Curitiba, onde há um importante *cluster* automobilístico (Cruz e Rolim de 2010), não apresenta boa posição na classificação do SEI (96° lugar), o que pode ser explicado por estudos anteriores sobre a desigualdade local (LIMA e BIDARRA, 2019),

Em contraste, a região Metropolitana de Fortaleza, no Nordeste do país, não apresenta boa classificação no ranking absoluto (112° posição), no entanto, em termos relativos a classificação seja bem melhor (59° posição). As principais razões para isso são as políticas públicas para melhorar o nível educacional, para promover o acesso à saúde em bairros

pobres e a diminuição do número de analfabetos, que também afetou o desenvolvimento de políticas para a promoção da saúde pública (RIBEIRO et al., 2018).

Além disso, a região Metropolitana de Belém apresenta uma posição melhor do que muitas regiões do Sul e do Sudeste do Brasil no ranking de eficiência social e CIASE, especialmente, em saneamento e habitação. A região Metropolitana de Belém está localizada no estado do Pará, na região Norte do Brasil, onde muitas pessoas vivem em áreas rurais compostas por 39 ilhas (IBGE, 2011). Essa região criou em 2004 o Plano Diretor de Abastecimento de Água e Saneamento de Belém, composto por projetos de engenharia e relatórios técnicos financiados pelo Governo Federal por meio do Banco Nacional de Habitação (BNH) e por outras organizações multilaterais, como o Banco Mundial. Essa política pública coordena as necessidades dos cinco municípios da região metropolitana, que receberam apoio técnico de instituições como a Universidade Federal do Pará (UFPA). Além disso, o Plano Diretor de Abastecimento de Água e Saneamento foi implementado em conjunto com uma importante política de desenvolvimento do Governo Federal, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que contribuiu para que a política local se tornasse parcialmente efetiva (MAGALHÃES e HELLER, 2018).

Vale destacar a região da Grande Florianópolis, pois o índice absoluto (22º lugar) e o índice relativo (2º lugar) apresentam ótimo nível em ambas análises. Essa mesorregião, localizada no sul do Brasil em Santa Catarina, tem cerca de 1.096.476 pessoas (IBGE, 2019), apresentando alguns dos mais altos índices de desenvolvimento humano do Brasil, juntamente com um dos mais baixos indicadores de homicídios, além de constituir uma região com uma forte classe média no Brasil (GUERRA et al., 2017).

A região vem explorando diversas oportunidades econômicas para a agricultura, manufatura e pesca. Desde o século XX, iniciou-se um processo de modernização da infraestrutura (energia elétrica e saneamento) e da economia (MAKOWIECKY e CARNEIRO FILHO, 2015). A diversificação das atividades econômicas garante que os setores de varejo, setor público, hotelaria, turismo e inovação tecnológica tenham uma participação quase igual, cada um representando cerca de 20-30% da economia local, e uma participação marginal na agricultura (menos de 1%) (YIGITCANLAR et al., 2018).

A capital, que recebe diariamente vários trabalhadores de sua região, tem pelo menos três importantes universidades e instituições públicas para promover a ciência e a tecnologia. Segundo Xavier (2010), essa rede permite empregar ex-alunos de universidades locais e atraiu profissionais especializados para Florianópolis de outras cidades brasileiras. Guerra et

al. (2017) apontou que a população cresceu cerca de 23% e 60% deste montante veio principalmente da migração dos estados vizinhos, como o Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

Como a cidade de Florianópolis é uma ilha ecologicamente sensível, empreendimentos industriais não são permitidos em seu território. Então, esta região vem desenvolvendo políticas para alcançar uma economia baseada no conhecimento para fomentar, atrair e reter profissionais e investimentos de talento (ESMAEILPOORARABI et al., 2016). Esta política tem sido considerada bem-sucedida desde que muitas empresas de software foram criadas - por exemplo, Softplan em 1990, Reason / Alstom em 1991, Nexxera Group em 1992, Dot Group em 1996 (YIGITCANLAR et al., 2018). Além disso, para complementar os desafios educacionais, foi desenvolvida uma rede para promover o ensino técnico por meio do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), mantido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), que inaugurou o Centro de Tecnologia em Automação e Tecnologia da Informação (CTAI) (YIGITCANLAR et al., 2018).

Segundo Yigitcanlar et al. (2017), em 2004, o governo de Florianópolis promoveu a inovação e a pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico (Lei nº 10973/2004), por meio de colaborações entre empresas e universidades, além de garantir incentivos fiscais às empresas que realizam P&D de inovação tecnológica. Yigitcanlar et al. (2018) apontou que o setor de tecnologia representa mais de R\$ 4,3 bilhões por ano e emprega mais de 17.000 trabalhadores, o que coloca Florianópolis como a segunda cidade mais empreendedora do Brasil; segunda cidade que oferecer acesso ao capital de risco; terceira cidade que oferece acesso ao capital financeiro; e terceira cidade mais inovadora no Brasil.

Florianópolis se destaca ainda pela qualidade de vida. Segundo Guerra et al. (2017), 72% da população está empregada e a renda per capita aumentou 29% entre 2000 e 2010 (passando de R\$ 17.989,14 para R\$ 23.282,20). O Atlas do Desenvolvimento Humano (2019) mostra que a relação dos grupos de baixa renda em Florianópolis declinou de 9,63% em 1991, para 5,31% em 2000 e 1,35% em 2010. A relação entre os dois quintis extremos da distribuição de renda, ou seja, os 20% mais ricos e os 20% mais pobres, caiu de 21,92% em 1991 para 16,96% em 2010. Isto mostra a menor desigualdade de renda na região.

Yigitcanlar et al. (2018) argumenta que Florianópolis é uma das regiões mais seguras do Brasil, já que a taxa de homicídios por 100.000 habitantes é de apenas 11,7. A infraestrutura vem se desenvolvendo desde o primeiro (1955) e o segundo (1977) Plano Diretor, que propuseram projetos para expansão de áreas urbanas e alocavam terras para

moradia dos novos moradores. Além disso, embora Florianópolis apresente problemas com a favelização dos mais pobres, essas comunidades estão localizadas em áreas centrais e, ao contrário das outras favelas no Brasil, a maioria delas tem acesso a serviços públicos (água encanada, esgoto, eletricidade e coleta de lixo) (YIGITCANLAR et al., 2018). A localização das favelas também garante facilidades no acesso à educação (creches e escolas) e aos hospitais. Além disso, a cidade de Florianópolis é o único lugar no Brasil onde todas as crianças menores de 2 anos receberam, desde 2002, a vacinação contra a varicela (KUPEK e TRITANY, 2009). Finalmente, a região de Florianópolis é listada como a principal cidade a se tornar sustentável no Brasil pelos padrões internacionais (GUERRA et al., 2017).

Finalmente, é possível observar o quão complexo é a relação entre o desenvolvimento humano absoluto e a eficiência social no Brasil. Enquanto as regiões do Norte e Nordeste ainda enfrentam privação social, as regiões no Sul e Sudeste apresentam melhores indicadores absolutos. No entanto, tendo em conta a eficiência social, as autoridades devem priorizar as regiões eficientes e pobres. Em suma, a DEA apresentou indicadores que podem ajudar na complexa tarefa de alocar os gastos públicos de forma mais eficiente. Em particular, eles podem ajudar a aumentar o desenvolvimento humano em regiões pobres que gastam o dinheiro público de forma mais eficiente.

Entretanto, é preciso descobrir quais fatores podem funcionar como determinantes da melhora do desenvolvimento humano e da responsabilidade financeira das regiões. Conforme os modelos DEA indicaram, a riqueza ou crescimento econômico é necessário, mas pode gerar desperdícios durante este processo. A próxima seção avalia se a diversificação da economia pode ser considerada um determinante do desenvolvimento humano e da eficiência social no Brasil.

4.6 O impacto da complexidade no desenvolvimento humano no Brasil

Esta seção analisa o impacto da diversificação econômica sobre os quatro indicadores calculados neste capítulo. Vale destacar que não foi encontrada multicolinearidade nos modelos estimados, tendo em vista que o valor VIF foi de 2,47. O primeiro modelo analisou o *Indicador de Capacidades DEA (DCI)*. Verificou-se que a diversificação nas ocupações impactou o DCI em 0,04%, sendo significativo ao nível de 1%. Isto demonstra que uma maior diversificação nas ocupações da economia melhora as capacidades da região no que tange a educação, saúde, condição habitacional, emprego e instituições. Note que o impacto

da diversificação das ocupações foi maior do que o impacto dos gastos sociais (0,01%), que não apresentou significância estatística. Além disso, a urbanização (-0,01) apresentou impacto estatisticamente significativo (1%) e negativo. O impacto negativo pode ser explicado pelo fato que o aumento da aglomeração de indivíduos em determinada região piora as condições de vida (moradia, homicídios, número de creches, etc.). O PIB per capita, embora com sinal negativo, não foi estatisticamente significativo para o DCI.

O segundo modelo mensura o impacto da sofisticação econômica sobre o *Indicador de Eficiência Social (SEI)*. Note que a diversificação das ocupações impactou positivamente o SEI (0,01%), mas não foi estatisticamente significativo. Este foi um resultado inesperado, pois o aumento da complexidade da economia não tende afetar a eficiência com que as regiões traduzem a riqueza em desenvolvimento humano. Isto pode ser explicado pela maior eficiência social das regiões mais pobres do Brasil, caracterizadas pela baixa complexidade econômica, mas que conseguem fazer boa utilização dos recursos públicos disponíveis. Este modelo mostra ainda que os gastos sociais são relevantes para a eficiência social destas regiões (0,01%). Ademais, o PIB per capita (-0,01%) foi estatisticamente significativo e negativo. O resultado negativo pode ter ocorrido devido às características do modelo DEA, tendo em vista que algumas regiões mais ricas foram penalizadas por desperdiçarem a riqueza disponível.

O terceiro modelo avaliou o impacto da diversificação das ocupações sobre o *Indicador de Capacidades Ajustado pela Eficiência Social (CIASE)*. Vale lembrar que este indicador combinou o indicador absoluto (DCI) e o indicador relativo (SEI). O impacto da diversificação das ocupações foi de 0,18% sobre o CIASE, e apresentou significância estatística de 1%. Este é um resultado importante, pois indica que regiões com privação social, mas socialmente eficientes são impactadas pela diversidade da economia. Isto demonstra que uma estratégia voltada para a complexidade econômica pode auxiliar estas regiões a melhorarem o desenvolvimento humano local. Note que o impacto dos gastos sociais (0,09%) foi a metade daquele encontrado pela diversificação das ocupações. As variáveis regionais mostraram que o fato de uma região pertencer ao Sul (0,03%), Sudeste (0,03%) ou Centro-Oeste (0,02%), indica maior probabilidade da região aumentar a posição no ranking CIASE. Ademais, verificou-se que a urbanização (-0,06%) e o PIB per capita (-0,08%) impactam negativamente o CIASE. As explicações sobre os sinais negativos permanecem as mesmas daquelas apresentadas para os indicadores DCI e SEI.

Finalmente, o último modelo verificou que, conforme esperado, a diversificação das ocupações (-0,38) impacta negativamente o *Indicador de Privação Social e Responsabilidade Financeira (DFRP)*. Isto indica que a melhora na diversificação das ocupações tende a melhorar a privação social das regiões, tendo em conta a responsabilidade financeira. A Tabela 10 resume os resultados encontrados.

Tabela 10 Estimativas da complexidade sobre os indicadores sociais, Brasil

Variables	DCI	SEI	CIASE	DFRP
LN_Urbanização	-0,0101*** (0,00325)	-0,00223 (0,00178)	-0,0599*** (0,0172)	0,0946*** (0,0301)
LN_PIB_per_capita	-0,00518 (0,00608)	-0,00898*** (0,00338)	-0,0823** (0,0339)	-0,107** (0,0500)
<i>Dummy</i> Regiões (base: Nordeste)				
d.Norte	0,00540 (0,00668)	0,00486 (0,00372)	0,0560 (0,0403)	0,0816 (0,0535)
d.Sul	0,0287*** (0,00866)	0,0323*** (0,00472)	0,341*** (0,0505)	0,244*** (0,0822)
d.Sudeste	0,0354*** (0,00741)	0,0218*** (0,00386)	0,302*** (0,0431)	0,0706 (0,0651)
d.Centro-Oeste	0,0246*** (0,00824)	0,0218*** (0,00440)	0,253*** (0,0446)	0,135* (0,0752)
LN_Diversif._Ocupações	0,0377*** (0,0108)	0,00235 (0,00666)	0,183*** (0,0643)	-0,383*** (0,0938)
LN_Gastos_Sociais	0,00465 (0,00793)	0,0108** (0,00419)	0,0917** (0,0425)	0,128* (0,0663)
Constante	0,441*** (0,0618)	0,451*** (0,0349)	-0,131 (0,367)	0,0863 (0,510)
Observações			129	
VIF			2,47	
R-quadrado	0,545	0,441	0,633	0,242

Erros padrão robustos entre parênteses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elaborado pelo autor.

Desta forma, os resultados econométricos desta seção mostram que a diversificação das ocupações contribui para o desenvolvimento humano regional e para a análise combinada entre desenvolvimento humano e eficiência social. Neste aspecto, verifica-se a necessidade de adotar uma estratégia de desenvolvimento que contribua para a sofisticação produtiva do país. Vale destacar que esta análise inicial pode ser aprimorada, utilizando modelos econométricos mais avançados de dados em painel. Entretanto, para que isto ocorra, seria necessário criar indicadores sociais para diversos anos.

4.7 Considerações finais

Neste capítulo foram avaliados como indicadores absolutos e relativos podem ser usados para interpretar o desenvolvimento humano. Por meio de métodos da Análise Envoltória de Dados (DEA), foram encontradas mudanças na posição do ranking de acordo com o indicador analisado. Várias regiões com bons indicadores absolutos mostraram pior desempenho na classificação relativa. Por outro lado, algumas regiões com pior privação social foram socialmente eficientes. Isto mostra que algumas regiões mais pobres conseguem utilizar de forma eficiente os recursos públicos para gerar desenvolvimento humano.

Entretanto, não foram encontrados indicadores sociais que combinem aspectos absolutos (privação social) e relativos (restrição financeira e eficiência social). Para preencher esta lacuna, esses dois aspectos foram combinados, o que gerou o CIASE. Note que este indicador é importante, principalmente, em países com regiões heterogêneas como o Brasil. O CIASE permite uma nova interpretação das conquistas de desenvolvimento humano, tendo em conta a privação social e a eficiência social, além da responsabilidade financeira das regiões analisadas. Ademais, o CIASE pode ser utilizado na resolução de outros tipos de problemas de pesquisa, sempre que houver grande diferença entre *inputs* e *outputs* (por exemplo, para comparar os investimentos públicos entre os países, ou para analisar a sustentabilidade entre regiões ou países).

A fim de identificar quais regiões devem receber investimentos públicos mais elevados para o desenvolvimento humano, foi criado o DFRP. Este indicador leva em conta as regiões com maior privação social e melhor responsabilidade financeira. Desta forma, os formuladores de políticas podem usar o DFRP para realocar os recursos públicos, a fim de gerar o desenvolvimento humano utilizando o dinheiro público de forma eficiente. Foram apresentados alguns casos para discutir diferentes estratégias em mesorregiões do Brasil. Além disso, para o CIASE e o DFRP, as autoridades devem interpretar esses indicadores com cuidado e avaliar os rankings acompanhados de estudos de caso.

Além disso, a análise econométrica mostrou que a diversificação das ocupações tem influência sobre o CIASE e o DFRP. Isto mostra que, além dos gastos sociais, a sofisticação produtiva é uma variável importante para melhorar os índices de desenvolvimento humano e responsabilidade financeira nas regiões analisadas. Desta forma, verifica-se a necessidade de promover uma estratégia de desenvolvimento econômico nas mesorregiões brasileiras que leve em conta a complexidade econômica. Em outros termos, os formuladores de

políticas públicas precisam incentivar um modelo de desenvolvimento que transforme a matriz produtiva do Brasil.

No entanto, algumas limitações podem ser encontradas neste capítulo. Em primeiro lugar, não foi considerada a evolução temporal do desenvolvimento humano. Em segundo lugar, a análise se concentra apenas em indicadores globais. Em terceiro lugar, não foi efetuada uma discussão mais profunda sobre quais pesos deveriam e poderiam ser atribuídos a cada dimensão social. Considera-se que estudos futuros possam analisar a evolução do desenvolvimento humano no Brasil ao longo dos anos, medir índices específicos para cada dimensão (educação, saúde, saneamento básico, emprego e instituições), e discutir diferentes pesos de cada dimensão em um índice global (por exemplo - saúde e educação são mais importantes que o saneamento ou instituições). Finalmente, uma discussão mais aprofundada sobre a importância ética da eficiência social e sua capacidade de sustentar as políticas sociais é necessária. Uma questão relevante para uma pesquisa futura é que os investimentos públicos devem se concentrar em privações absolutas, eficiência social, ou na combinação de ambos. As medidas políticas devem abordar socialmente ineficiências e investir em regiões com altos níveis de privação humana, mas provavelmente deve também dar mérito para regiões que fazem um trabalho bom/eficiente. A alocação de recursos precisa da definição de prioridades éticas, porém, isso requer uma discussão mais aprofundada e parece ser um caminho promissor para futuras pesquisas sobre o desenvolvimento humano e a eficiência social.

Apesar das limitações descritas acima, este capítulo revela a necessidade de analisar simultaneamente privação social, eficiência social e responsabilidade financeira nas regiões em desenvolvimento. A este respeito, este estudo aponta para as possibilidades de construção de novos indicadores que combinem informações sobre os níveis absolutos de desenvolvimento humano e de responsabilidade financeira regional. Desta forma, estes indicadores apontam para a necessidade de (re)alocação de riqueza e gastos públicos para melhorias de desenvolvimento humano, quando os aspectos de responsabilidade financeira são considerados. Assim, o CIASE e o DFRP ajudam a identificar e promover a responsabilidade financeira das regiões na promoção do desenvolvimento humano. Além disso, estes indicadores permitiram avaliar que a complexidade econômica é um fator relevante para o desenvolvimento humano no Brasil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese teve como objetivo analisar a eficiência dos países em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Além disso, avaliou-se a importância da eficiência social e da complexidade da economia para o Brasil. Buscou-se contribuir sobre a necessidade de (re)pensar alternativas para o desenvolvimento econômico e para o desenvolvimento humano. Neste aspecto, a revisão da literatura trouxe estudos sobre complexidade econômica, desenvolvimento humano e eficiência social.

O Capítulo 2 apresentou o *IDH-CE*, um novo indicador que analisou a eficiência dos países em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Os resultados econométricos mostraram que as *proxies*, Exportações de Produtos de Alta Tecnologia e os Gastos em P&D, são fatores explicativos das dimensões do desenvolvimento humano analisadas (saúde, educação, saneamento básico e emprego). Verificou-se que em alguns casos, a complexidade econômica pode explicar melhor o desenvolvimento humano do que o PIB.

Para contribuir com os estudos de análise de eficiência social, esta tese utilizou como *inputs* as *proxies* da complexidade econômica, comparou modelos DEA tradicionais e modelos baseados em folga, além de utilizar a técnica da Fronteira Invertida como método de desempate. Neste sentido, uma descoberta foi demonstrar que o modelo *Slack Based Model (SBM)* traz um menor número de países eficientes do que os modelos tradicionalmente utilizados pela literatura. Outra descoberta foi o fato de que, após a utilização da Fronteira Invertida, apenas Cingapura pode ser considerada eficiente entre cinquenta países analisados. Além disso, Noruega, Austrália e Canadá ficaram no topo do ranking. Isto demonstrou um resultado distinto daqueles observados em estudos anteriores, que utilizaram o Produto Interno Bruto como *input* do modelo DEA. Além disso, o primeiro país latino-americano neste ranking foi o Uruguai (12^a posição) e o Brasil apareceu apenas na 39^a posição.

Estudos futuros podem dar continuidade nesta análise, buscando explicações teóricas e políticas sobre o desenvolvimento econômico e humano dos países analisados. Por exemplo, é preciso compreender porque países desenvolvidos, como Estados Unidos e Noruega, apresentam índices de eficiência distintos em converter complexidade econômica em desenvolvimento humano. Sugere-se que o ambiente institucional e as políticas públicas

desenvolvidas em cada país sejam levados em consideração, a fim de interpretar os resultados quantitativos dos modelos DEA.

Os resultados do Capítulo 2 geraram um incentivo para analisar duas regiões geográficas específicas: a América Latina e a Ásia. Desta forma, considerando a mesma técnica utilizada anteriormente, o Capítulo 3 analisou a eficiência de 26 países na América Latina e Ásia por meio do *Slack Based Model* e da Fronteira Invertida. Os resultados demonstraram que Cuba (1ª posição) e Chile (2ª posição) foram os países mais bem colocados no ranking IDH-CE, embora a complexidade econômica nestes países seja inferior àquela encontrada nos países asiáticos. Isso é um resultado relevante, pois mostra que a complexidade não é o único fator que afeta o desenvolvimento humano, mas também a eficiência das políticas sociais (e provavelmente as instituições) para traduzir o desenvolvimento econômico em desenvolvimento humano.

Por outro lado, os indicadores de eficiência DEA beneficiam as regiões que conseguem converter menos *inputs* em mais *outputs*, como é o caso de Cuba. Esta pode ser uma explicação técnica para a posição dos países latino-americanos no ranking IDH-CE. Isto mostra que a interpretação do indicador deve ser feita com cautela, analisando qualitativamente o modelo de desenvolvimento adotado pelos países, em especial, aqueles que compõem o topo do ranking e estão em fase de desenvolvimento econômico.

Vale destacar que o Capítulo 2 e o Capítulo 3 apresentaram duas formas distintas de analisar a complexidade econômica. O Capítulo 2 utilizou como *proxies* da complexidade a exportação dos produtos de alta tecnologia e os gastos em P&D. O Capítulo 3 utilizou o Índice de Complexidade Econômica para representar a diversificação produtiva dos países analisados. Desta forma, foi possível analisar este fenômeno por meio de dois conjuntos de variáveis distintas, o que enriquece a análise do tema abordado por esta tese. Contudo, verificou-se a necessidade de normalizar o Índice de Complexidade Econômica, tendo em vista a possibilidade de o índice variar positivamente ou negativamente, o que dificulta a análise econométrica em regressões do tipo *log-log*, bem como não permite a introdução deste indicador como um *input* no modelo DEA.

Além disso, o IDH-CE representou apenas as dimensões mais tradicionais do desenvolvimento humano, o que tem sido criticado por diversos estudos da área (conforme discutido no Capítulo 4). Esta simplificação foi necessária para que se atingisse o maior número de países com dados disponíveis. Não foi possível, por exemplo, levar em consideração a desigualdade de renda, o ambiente democrático, informações sobre

disparidade salarial por gênero ou raça. Propõe-se que estudos futuros façam uma análise mais ampla do desenvolvimento humano em relação à complexidade econômica.

Uma importante questão do Capítulo 3 foi como países da América Latina tem conseguido elevar o desenvolvimento humano na região. Diversos estudos apontam que os gastos públicos em programas sociais têm impactado positivamente o desenvolvimento humano na América Latina, o que motivou uma análise para o caso brasileiro. Neste sentido, o Capítulo 4 combinou indicadores absolutos e de eficiência social, a fim de analisar o desenvolvimento humano e, posteriormente, verificar o impacto da complexidade econômica. Os dados do Censo Populacional brasileiro permitiram que mais dimensões do desenvolvimento humano fossem analisadas, por exemplo, a desigualdade da renda (Índice de Gini), a mortalidade infantil, o número de homicídios e o ambiente democrático, o que responde às limitações apresentadas nos Capítulos 2 e 3. Por meio destes dados, alguns indicadores primários e compostos foram mensurados.

O indicador CIASE mostrou que muitas regiões pobres são socialmente mais eficientes do que regiões com mais recursos financeiros. Em outros termos, regiões com maior restrição financeira têm utilizado de forma mais eficiente os recursos públicos e a riqueza para gerar desenvolvimento humano. Outro indicador calculado foi o DFRP, que trouxe um ranking das regiões que possuem maior privação social e mais eficiência social. Este indicador auxilia os formuladores de políticas públicas na priorização das regiões mais pobres e com maior eficiência nos gastos sociais. Por meio destes indicadores, foi possível comprovar o impacto da complexidade econômica nas regiões brasileiras, o que evidencia a importância de uma estratégia de desenvolvimento econômico pautada na sofisticação da matriz produtiva para o Brasil.

Contudo, esta tese não esgotou as possibilidades de análise sobre o tema. Por exemplo, não foi analisado os diferentes efeitos de modelos DEA do *Benefit of the doubt* (*BoD*) ou outras formas de desempate, que não seja pela Fronteira Invertida. Também não foi introduzida uma análise temporal, que levasse em consideração a evolução da sofisticação produtiva ou da riqueza em relação ao desenvolvimento humano. Este tipo de análise seria possível por meio do *Window Analysis* ou pelo Índice de Malmquist. No caso do Brasil, o Censo Demográfico de 1991 apresenta mudanças em relação ao questionário de pesquisa e à definição territorial das mesorregiões, o que dificulta uma análise temporal. Espera-se que, a partir do Censo Demográfico de 2020, este tipo de análise seja viabilizada no Brasil.

A análise temporal dos indicadores CIASE e DFRP contribuiria para uma validação econométrica, em painel, da complexidade econômica sobre o desenvolvimento humano no Brasil. Evidentemente, isto proporcionaria estimativas mais robustas para o fenômeno analisado. Além disso, esta tese não verificou o efeito do desenvolvimento humano sobre a complexidade econômica ou sobre a riqueza. Estudos futuros precisam verificar este fenômeno em países desenvolvidos e em desenvolvimento, seja por modelos econométricos e/ou por meio de indicadores sociais.

Outro fator relevante que foge do escopo deste trabalho é a questão da sustentabilidade. Este é um tema importante para o modelo de desenvolvimento econômico que deve ser adotado pelo Brasil. Isto porque, existem regiões de preservação ambiental importantes para o país como, por exemplo, a Região Amazônica. Neste sentido, é preciso compreender como seria possível aumentar a complexidade econômica, respeitando o meio ambiente. Uma possível resposta para esta questão possa estar ligada à Bioeconomia ou à Economia Circular. Desta forma, este seria um novo campo de investigação importante para o desenvolvimento brasileiro.

Em resumo, estudos futuros podem complementar os resultados encontrados nesta tese, a fim de compreender as estratégias adotadas que justificam os rankings encontrados pelo IDH-CE. Isto é importante, pois não se espera que o desenvolvimento social e econômico dos países ocorra sem observar a diversificação produtiva, a incorporação da tecnologia e a competitividade internacional. Conforme argumentado nesta tese, a expansão das capacidades e o desenvolvimento humano depende das oportunidades criadas por um ambiente econômico adequado.

6. REFERÊNCIAS

ABDON, Arnelyn; FELIPE, Jesus. The product space: What does it say about the opportunities for growth and structural transformation of Sub-Saharan Africa?. 2011.

ACEMOGLU, Daron; AGHION, Philippe; VIOLANTE, Giovanni L. Deunionization, technical change and inequality. In: **Carnegie-Rochester conference series on public policy**. North-Holland, 2001. p. 229-264.

ADLER, Nicole; YAZHEMSKY, Ekaterina; TARVERDYAN, Ruzanana. A framework to measure the relative socio-economic performance of developing countries. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 44, n. 2, p. 73-88, 2010.

AGOSIN, Manuel R. Export diversification and growth in emerging economies. **Cepal Review**, 2009.

AGUILERA, Sandra Lúcia Vieira Ulinski et al. Intermunicipal inequities in access and use of secondary health services in the metropolitan area of Curitiba. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 17, p. 654-667, 2014.

ALKIRE, Sabina; FOSTER, James. Counting and multidimensional poverty measurement. **Journal of public economics**, v. 95, n. 7-8, p. 476-487, 2011.

ANAND, Sudhir; SEN, Amartya. Human Development Index: Methodology and Measurement. 1994.

ANAND, Sudhir; SEN, Amartya. Human development and economic sustainability. **World development**, v. 28, n. 12, p. 2029-2049, 2000.

ANDRADE, José Baltazar Salgueirinho Osório et al. Reprint of: The adoption of strategies for sustainable cities: A comparative study between Newcastle and Florianópolis focused on urban mobility. **Journal of Cleaner Production**, v. 163, p. S209-S222, 2017.

ANGULO-MEZA, Lidia; LINS, Marcos Pereira Estellita. Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis. **Annals of Operations Research**, v. 116, n. 1-4, p. 225-242, 2002.

ANTONELLI, Cristiano. Technological congruence and the economic complexity of technological change. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 38, p. 15-24, 2016.

ARAÚJO, Claudia Affonso Silva; WANKE, Peter; SIQUEIRA, Marina Martins. A performance analysis of Brazilian public health: TOPSIS and neural networks application. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 67, n. 9, p. 1526-1549, 2018.

ARMIJO, Leslie Elliott; RHODES, Sybil D. Explaining infrastructure underperformance in Brazil: cash, political institutions, corruption, and policy Gestalts. **Policy Studies**, v. 38, n. 3, p. 231-247, 2017.

BACHA, Edmar. **O futuro da indústria no Brasil: desindustrialização em debate**. Editora José Olympio, 2015.

BALDACCI, Emanuele et al. Social spending, human capital, and growth in developing countries. **World development**, v. 36, n. 8, p. 1317-1341, 2008.

BALLET, Jérôme; DUBOIS, Jean-Luc; MAHIEU, François-Régis. Responsibility for each other's freedom: agency as the source of collective capability. **Journal of Human Development**, v. 8, n. 2, p. 185-201, 2007.

BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BANKER, Rajiv D.; CONRAD, Robert F.; STRAUSS, Robert P. A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: an illustrative study of hospital production. **Management science**, v. 32, n. 1, p. 30-44, 1986.

BARBIER, Edward B.; BUGAS, John S. Structural change, marginal land and economic development in Latin America and the Caribbean. **Latin American Economic Review**, v. 23, n. 1, p. 3, 2014.

BECKER, Gary S. **Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. University of Chicago press, 2009.

BERNINI, Cristina; GUIZZARDI, Andrea; ANGELINI, Giovanni. DEA-like model and common weights approach for the construction of a subjective community well-being indicator. **Social indicators research**, v. 114, n. 2, p. 405-424, 2013.

BEUREN, Marcelo Müller et al. On measuring the efficiency of Brazilian ports and their management models. **Maritime Economics & Logistics**, v. 20, n. 1, p. 149-168, 2018.

BHAGWATI, Jagdish N.; ECHEVERRI-GENT, John. **India in transition: Freeing the economy**. Oxford: Clarendon Press, 1993.

BILBAO-UBILLOS, Javier. Another approach to measuring human development: The composite dynamic Human Development Index. **Social Indicators Research**, v. 111, n. 2, p. 473-484, 2013.

BILBAO-UBILLOS, Javier. The limits of Human Development Index: The complementary role of economic and social cohesion, development strategies and sustainability. **Sustainable Development**, v. 21, n. 6, p. 400-412, 2013.

BLANCARD, Stéphane; HOARAU, Jean-François. A new sustainable human development indicator for small island developing states: A reappraisal from data envelopment analysis. **Economic Modelling**, v. 30, p. 623-635, 2013.

BONCINELLI, Fabio; CASINI, Leonardo. A comparison of the well-being of agricultural and non agricultural households using a multicriterial approach. **Social Indicators Research**, v. 119, n. 1, p. 183-195, 2014..

BOURGUIGNON, François. The Poverty-Growth-Inequality Triangle. Indian Council for Research on International Economic Relations. **New Delhi, India**, 2004.

BRITO, Alessandra; FOGUEL, Miguel; KERSTENETZKY, Celia. The contribution of minimum wage valorization policy to the decline in household income inequality in Brazil: A decomposition approach. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 40, n. 4, p. 540-575, 2017.

BRITO, Alessandra; FOGUEL, Miguel; KERSTENETZKY, Celia. The contribution of minimum wage valorization policy to the decline in household income inequality in Brazil: A decomposition approach. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 40, n. 4, p. 540-575, 2017.

BUSTOS, Paula; CAPRETTINI, Bruno; PONTICELLI, Jacopo. Agricultural productivity and structural transformation: Evidence from Brazil. **American Economic Review**, v. 106, n. 6, p. 1320-65, 2016.

BUSTOS, Sebastián et al. The dynamics of nestedness predicts the evolution of industrial ecosystems. **PloS one**, v. 7, n. 11, p. e49393, 2012.

CALDARELLI, Guido et al. A network analysis of countries' export flows: firm grounds for the building blocks of the economy. **PloS one**, v. 7, n. 10, p. e47278, 2012.

CASTRO CAMIOTO, Flávia; MARIANO, Enzo Barberio; DO NASCIMENTO REBELATTO, Daisy Aparecida. Efficiency in Brazil's industrial sectors in terms of energy and sustainable development. **Environmental Science & Policy**, v. 37, p. 50-60, 2014.

CAMIOTO, Flávia de Castro; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento; ROCHA, Roberta Teixeira. Análise da eficiência energética nos países do BRICS: um estudo envolvendo a Análise por Envoltória de Dados. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 1, p. 192-203, 2016.

CAMPOS, Rodger Barros Antunes; GUILHOTO, Joaquim JM. The socioeconomic impact of low-income housing programs: An interregional input-output model for the state of Sao Paulo and the rest of Brazil. **Habitat International**, v. 65, p. 59-69, 2017.

CARVALHO, Marcius et al. Efficiency and Effectiveness Analysis of Public Transport of Brazilian Cities. **Journal of Transport Literature**, v. 9, n. 3, p. 40-44, 2015.

CENTRAL BANK OF BRAZIL. (2019). **Time Series Management System** - v2.1. Brasília. <https://www.bcb.gov.br/en#!/home> Accessed 01 February 2019.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente. **CEPAL**, 1991.

CERVANTES, Nélide; RADGE, Zara. Weber's bureaucratic model in Brazil: The corruption of ideas as obstacles to the implementation of public policies. **Geoforum**, v. 95, p. 165-168, 2018.

CHAABAN, Jad M. Measuring youth development: A nonparametric cross-country 'youth welfare index'. **Social indicators research**, v. 93, n. 2, p. 351-358, 2009.

CHAABAN, Jad; IRANI, Alexandra; KHOURY, Alexander. The Composite Global Well-Being Index (CGWBI): A new multi-dimensional measure of human development. **Social Indicators Research**, v. 129, n. 1, p. 465-487, 2016.

CHARNES, Abraham. Measuring efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, v. 3, p. 339, 1979.

CHARNES, Abraham et al. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. **Journal of econometrics**, v. 30, n. 1-2, p. 91-107, 1985.

CHOWDHURY, Shyamal; SQUIRE, Lyn. Setting weights for aggregate indices: An application to the commitment to development index and human development index. **The Journal of Development Studies**, v. 42, n. 5, p. 761-771, 2006.

COELHO, Vera Schattan. Reducing Health Inequalities in Brazil's Universal Health-Care System: Accountability Politics in São Paulo. **IDS Bulletin**, v. 49, n. 2, 2018.

COLLIER, P. **The bottom billion: Why the poorest countries are failing and what can be done about it**. New York: Oxford Univ. Press, 2007.

COOK, Wade D.; ZHU, Joe (Ed.). **Data envelopment analysis: A handbook of modeling internal structure and network**. Springer, 2014.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. **Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references**. Springer Science & Business Media, 2006.

CRISTELLI, Matthieu et al. Measuring the intangibles: A metrics for the economic complexity of countries and products. **PloS one**, v. 8, n. 8, p. e70726, 2013.

CRISTELLI, Matthieu; TACCHIELLA, Andrea; PIETRONERO, Luciano. The heterogeneous dynamics of economic complexity. **PloS one**, v. 10, n. 2, p. e0117174, 2015.

VARGAS DA CRUZ, Marcio José; CAMARGO ROLIM, Cássio Frederico. The Brazilian automotive industry in the BRICs context: the case of the Metropolitan Region of

Curitiba. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, n. 3, p. 319-334, 2010.

DAVIES, Antony; QUINLIVAN, Gary. A panel data analysis of the impact of trade on human development. **The Journal of Socio-Economics**, v. 35, n. 5, p. 868-876, 2006.

DE SOUSA, Maria da Conceição Sampaio; RAMOS, Francisco S. Technical Efficiency and Returns to Scale in Local Public Spending in the Presence of Heterogeneous Data: The BRAZILIAN CASE. In: **Revival: Structure and Structural Change in the Brazilian Economy (2001)**. Routledge, 2017. p. 195-218.

DESAI, Meghnad. Human development: concepts and measurement. **European Economic Review**, v. 35, n. 2-3, p. 350-357, 1991.

DESPOTIS, D. K. A reassessment of the human development index via data envelopment analysis. **Journal of the operational research society**, v. 56, n. 8, p. 969-980, 2005a.

DESPOTIS, D. K. Measuring human development via data envelopment analysis: the case of Asia and the Pacific. **Omega**, v. 33, n. 5, p. 385-390, 2005b.

DOMÍNGUEZ, María Isabel. Higher Education in Cuba: Democratization and the Role of Women. **The Challenges of Public Higher Education in the Hispanic Caribbean**, p. 103-122, 2004.

DOMÍNGUEZ-SERRANO, Mónica; BLANCAS, Francisco Javier. A gender wellbeing composite indicator: The best-worst global evaluation approach. **Social Indicators Research**, v. 102, n. 3, p. 477-496, 2011.

DORAID, M. **Analytical tools for human development**. New York: PNUD, 1997.

DOESSEL, Darrell Phillip; GOUNDER, Rukmani. Theory and measurement of living levels: Some empirical results for the Human Development Index. **Journal of International Development**, v. 6, n. 4, p. 415-435, 1994.

DREZE, Jean; SEN, Amartya. **Hunger and public action**. Clarendon Press, 1990.

ECHEVARRIA LEON, Dayma; ESQUENAZI BORREGO, Arelys; ROSALES VAZQUEZ, Susset. Cuba: continuity, breakdown and challenges for the employment policy. Balance of the last decade. **NOVEDADES EN POBLACION**, v. 14, n. 27, 2018.

ESMAEILPOORARABI, Niusha; YIGITCANLAR, Tan; GUARALDA, Mirko. Place quality and urban competitiveness symbiosis? A position paper. **International Journal of Knowledge-Based Development**, v. 7, n. 1, p. 4-21, 2016.

ESTEBAN-PRETEL, Julen; SAWADA, Yasuyuki. On the role of policy interventions in structural change and economic development: The case of postwar Japan. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 40, p. 67-83, 2014.

FELIPE, Jesus. **Inclusive Growth, Full Employment, and Structural Change: Implications and Policies for Developing Asia**. Anthem Press, 2012.

FERRARINI, Benno; SCARAMOZZINO, Pasquale. Production complexity, adaptability and economic growth. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 37, p. 52-61, 2016.

FERRAZ, Diogo; DE OLIVEIRA, Fabíola Cristina Ribeiro. Impact of the National Professional Qualification Program (PNQ) on Income: An Econometric Analysis in Piracicaba/SP-Brazil. **Pesquisa & Debate. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política.**, v. 28, n. 2 (52), p. 105-123, 2017.

FERREIRA, Francisco HG; LEITE, Phillippe G.; RAVALLION, Martin. Poverty reduction without economic growth?: Explaining Brazil's poverty dynamics, 1985–2004. **Journal of Development economics**, v. 93, n. 1, p. 20-36, 2010.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro: **IFDM 2010**. <http://www.firjan.org.br> . Accessed 25 January 2010.

FRERICKS, Patricia; HÖPPNER, Julia. Self-Responsibility Readdressed: Shifts in Financial Responsibility for Social Security Between the Public Realm, the Individual, and the Family in Europe. **American Behavioral Scientist**, v. 63, n. 1, p. 65-84, 2019.

FUKUDA-PARR, Sakiko. The human development paradigm: operationalizing Sen's ideas on capabilities. **Feminist economics**, v. 9, n. 2-3, p. 301-317, 2003.

FUKUDA-PARR, Sakiko; LAWSON-REMER, Terra; RANDOLPH, Susan. An index of economic and social rights fulfillment: concept and methodology. **Journal of Human Rights**, v. 8, n. 3, p. 195-221, 2009.

FUKUYAMA, Francis. **Trust: human nature and the reconstitution of social order**. Simon and Schuster, 1996.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1959.

GALA, P. **Complexidade Econômica: Uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2017.

GALA, Paulo et al. Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 45, p. 1-8, 2018.

GONZÁLEZ, Eduardo; CÁRCABA, Ana; VENTURA, Juan. The importance of the geographic level of analysis in the assessment of the quality of life: The case of Spain. **Social Indicators Research**, v. 102, n. 2, p. 209-228, 2011.

GORMELY, Patrick J. The human development index in 1994: impact of income on country rank. **Journal of Economic and Social Measurement**, v. 21, n. 4, p. 253-267, 1995.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. New York: Prentice Hall, 2011.

GRIESSE, Margaret Ann. Caterpillar's interactions with Piracicaba, Brazil: A community-based analysis of CSR. **Journal of business ethics**, v. 73, n. 1, p. 39-51, 2007.

GRIFFIN, K. & KNIGHT, J. (Eds.). Human development in the 1980s and beyond. **Journal of Development Planning** 19, 9-40, 1989.

GRIMM, Michael et al. A human development index by income groups. **World Development**, v. 36, n. 12, p. 2527-2546, 2008.

GUEDES, H. d P. et al. Mensuração da capacidade absorptiva: um estudo nas empresas brasileiras fabricantes de coletores solares. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 1, p. 50-63, 2017.

GUSTAFSSON, Björn; JOHANSSON, Mats. In search of smoking guns: What makes income inequality vary over time in different countries?. **American sociological review**, p. 585-605, 1999.

HALL, Anthony. From Fome Zero to Bolsa Família: social policies and poverty alleviation under Lula. **Journal of Latin American Studies**, v. 38, n. 4, p. 689-709, 2006.

HAQ, Mahbubul. System is to blame for the 22 wealthy families. **The London Times**, v. 22, 1973.

HARTMANN, Dominik. **Economic complexity and human development: How economic diversification and social networks affect human agency and welfare**. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2014.

HARTMANN, Dominik et al. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, v. 93, p. 75-93, 2017.

HARTMANN, Dominik et al. Mapping Stratification: the industry-occupation space reveals the network structure of inequality. **Available at SSRN**, 2019.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3399239

HARTMANN, Dominik et al. The structural constraints of income inequality in Latin America. **arXiv preprint arXiv:1701.03770**, 2017.

HAUSMANN, Ricardo et al. **The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity**. Mit Press, 2014.

HAUSMANN, Ricardo; HWANG, Jason; RODRIK, Dani. What you export matters. **Journal of economic growth**, v. 12, n. 1, p. 1-25, 2007.

HERRERO, Carmen; MARTÍNEZ, Ricardo; VILLAR, Antonio. Multidimensional social evaluation: an application to the measurement of human development. **Review of Income and Wealth**, v. 56, n. 3, p. 483-497, 2010.

HICKS, Douglas A. The inequality-adjusted human development index: a constructive proposal. **World development**, v. 25, n. 8, p. 1283-1298, 1997.

HIDALGO, Cesar. **Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies**. Basic Books, 2015.

HIDALGO, César A.; HAUSMANN, Ricardo. The building blocks of economic complexity. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 106, n. 26, p. 10570-10575, 2009.

HIDALGO, César A. et al. The product space conditions the development of nations. **Science**, v. 317, n. 5837, p. 482-487, 2007.

HUANG, Chao-Hsi; TENG, Kai-Fang; TSAI, Pan-Long. Inward and outward foreign direct investment and poverty: East Asia vs. Latin America. **Review of World Economics**, v. 146, n. 4, p. 763-779, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010). Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE. <http://censo2010.ibge.gov.br> . Accessed 25 May 2018.

INTERNATIONAL MONETARY FUND – IMF (2017). Fostering Inclusive Growth. G-20 Leaders' Summit, Hamburg, Germany. Recuperado em 15 de setembro de 2017, de <https://www.imf.org/external/np/g20/pdf/2017/062617.pdf>

KAUFMANN, Daniel; KRAAY, Aart; MASTRUZZI, Massimo. **Governance matters VII: aggregate and individual governance indicators 1996-2007**. The World Bank, 2008.

KRUSS, Glenda et al. Higher education and economic development: The importance of building technological capabilities. **International Journal of Educational Development**, v. 43, p. 22-31, 2015.

KUPEK, Emil; TRITANY, Elaine F. Impact of vaccination against varicella on the reduction of the disease incidence in children and adolescents from Florianópolis, Brazil. **Jornal de pediatria**, v. 85, n. 4, p. 365-368, 2009.

LAHERA-MARTINEZ, Falconeri; LAHERA-PORTELLES, Franklyn; JUAN SUAREZ-CABRERA, Rene. The ascent of Education to the category of science in Cuba. **LUZ**, v. 16, n. 1, 2017.

LEE, Jong-Wha. Korea's economic growth and catch-up: Implications for China. **China & World Economy**, v. 24, n. 5, p. 71-97, 2016.

LETA, Fabiana Rodrigues et al. Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, n. 2, p. 229-242, 2005.

LIMA, Jandir Ferrera; BIDARRA, Bernardo Soares. Concentração e desigualdade na Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

LOPEZ, Ramon; THOMAS, Vinod; WANG, Yan. The quality of growth: fiscal policies for better results. **Lopez, Ramon, Vinod Thomas, Yan Wang**, 2008.

LÜCHTERS, Guido; MENKHOFF, Lukas. Human development as statistical artifact. **World development**, v. 24, n. 8, p. 1385-1392, 1996.

MAGALHAES, Rafael Caldeira; HELLER, Léo. Assessment of water supply and sanitation plans: history and outlook in the municipality of Belém, Brazil. **Water Policy**, v. 20, n. 5, p. 901-918, 2018.

MAHLBERG, B.; OBERSTEINER, M. **Remeasuring the HDI by data envelopment analysis. Interim report.** IR-01-069. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2001.

MAKOWIECKY, S.; CARNEIRO FILHO, A. A. Florianópolis: Conjuntos Historicos Urbanos tombados. pdf. 2015.

MALUL, Miki; HADAD, Yossi; BEN-YAIR, Avner. Measuring and ranking of economic, environmental and social efficiency of countries. **International Journal of Social Economics**, v. 36, n. 8, p. 832-843, 2009.

MARCHETTI, Dalmo; WANKE, Peter. Brazil's rail freight transport: Efficiency analysis using two-stage DEA and cluster-driven public policies. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 59, p. 26-42, 2017.

MARIANO, Enzo Barberio. **Crescimento econômico e desenvolvimento humano: uma análise mundial da eficiência social de Estados-nação.** 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARIANO, Enzo Barberio; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento. Transformation of wealth produced into quality of life: analysis of the social efficiency of nation-states with the DEA's triple index approach. **Journal of the Operational Research Society**, v. 65, n. 11, p. 1664-1681, 2014.

MARIANO, Enzo Barberio; SOBREIRO, Vinicius Amorim; DO NASCIMENTO REBELATTO, Daisy Aparecida. Human development and data envelopment analysis: A structured literature review. **Omega**, v. 54, p. 33-49, 2015.

MARTIN, Ron; SUNLEY, Peter. Complexity thinking and evolutionary economic geography. **Journal of economic geography**, v. 7, n. 5, p. 573-601, 2007.

MATA MORAESI, Mayara; MARINII, Solange Regina; DE ALMEIDA VIEIRAI, Carine. Pobreza multidimensional em Santa Catarina (2000-2010): Uma aplicação do método Alkire-Foster. **Economia e Desenvolvimento**, v. 30, p. 7, 2018.

MAURIZIO, Roxana; VAZQUEZ, Gustavo. Distribution effects of the minimum wage in four Latin American countries: Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **International Labour Review**, v. 155, n. 1, p. 97-131, 2016.

MCGILLIVRAY, Mark. The human development index: yet another redundant composite development indicator?. **World Development**, v. 19, n. 10, p. 1461-1468, 1991.

MCGILLIVRAY, Mark M.; WHITE, Howard H. Measuring development? a statistical critique of the UNDP's human development index. **ISS Working Paper Series/General Series**, v. 135, p. 1-25, 1992.

MCGILLIVRAY, Mark; WHITE, Howard. Measuring development? The UNDP's human development index. **Journal of international development**, v. 5, n. 2, p. 183-192, 1993.

MESA-LAGO, C. Population Aging, Employment, Salary, Social Expenditure and Social Security in Cuba. **Revista General del Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social**, (46), 461-488, 2017.

MESA-LAGO, Carmelo; VIDAL-ALEJANDRO, Pavel. The impact of the global crisis on Cuba's economy and social welfare. **Journal of Latin American Studies**, v. 42, n. 4, p. 689-717, 2010.

MILANOVIC, Branko. **Global income inequality by the numbers: in history and now-an overview**. The World Bank, 2012.

MILANOVIC, Branko. Description of All the Ginis dataset. **New York: Luxembourg Income Study**, 2013.

MINCER, Jacob. Schooling, Experience, and Earnings. *Human Behavior & Social Institutions* No. 2. 1974.

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPDG). (2010). Despesas Municipais 2010. <http://www.planejamento.gov.br/> . Accessed 20 May 2018.

MIT's **Observatory of Economic Complexity: Country Ranking**. (n.d.). Retrieved June 28, 2015, from <https://atlas.media.mit.edu/rankings>.

MONTEIRO, F. D. S. C., & LIMA, J. P. R. Regional deindustrialization in Brazil. *Nova Economia*, 27(2), 247-293, 2017.

MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias; OLIVEIRA, Fabíola Cristina Ribeiro; DIAZ-CHAVEZ, Rocio A. Socio-economic impacts of Brazilian sugarcane industry. *Environmental development*, v. 16, p. 31-43, 2015.

MORAIS, Paulo; MIGUÉIS, Vera L.; CAMANHO, Ana S. Quality of life experienced by human capital: An assessment of European cities. *Social Indicators Research*, v. 110, n. 1, p. 187-206, 2013.

MORALLES, Herick Fernando; DO NASCIMENTO REBELATTO, Daisy Aparecida. The effects and time lags of R&D spillovers in Brazil. *Technology in Society*, v. 47, p. 148-155, 2016.

MURRAY, Christopher JL. **Development data constraints and the Human Development Index**. Geneva: United Nations Research Institute for Social Development, 1991.

MUSTAFA, Ghulam; RIZOV, Marian; KERNOHAN, David. Growth, human development, and trade: The Asian experience. *Economic Modelling*, v. 61, p. 93-101, 2017.

NARDO, M., SAISANA M., SALTELLI A., TARANTOLA S., HOFFMAN A. & GIOVANNINI, E. Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. **OECD Statistics Working Papers**, 2005.

NAYERI, Kamran; LÓPEZ-PARDO, Cándido M. Economic crisis and access to care: Cuba's health care system since the collapse of the Soviet Union. **International Journal of Health Services**, v. 35, n. 4, p. 797-816, 2005.

NKURUNZIZA, Janvier D.; TSOWOU, Komi; CAZZANIGA, Sofia. Commodity dependence and human development. **African Development Review**, v. 29, n. S1, p. 27-41, 2017.

NOORBAKHS, Farhad. A modified human development index. **World Development**, v. 26, n. 3, p. 517-528, 1998.

NUSSBAUM, Martha C. **Women and human development: The capabilities approach**. Cambridge University Press, 2001.

OECD. Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. Paris: **OECD Publishing**, 2008.

OSIPIAN, Ararat L. Corruption and Democracy in Brazil: The Struggle for Accountability: Timothy J. and Taylor, Matthew M.(Eds). **Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice**, v. 15, n. 2, p. 199-202, 2013.

OSSMAN, G. Human Development Achievements of United Arab Emirates: Implications on Sustainability of Economic Diversification Strategy. **Al Dar Research Journal for Sustainability**, v.1(1), 2016.

OXFAM Brasil (2017). Inequalities in Brazil: the divide that unite us. https://www.oxfam.org.br/sites/default/files/arquivos/relatorio_a_distancia_que_nos_une_en.pdf Accessed 01 February 2018.

PAN, Ta-Wei; HUNG, Shiu-Wan; LU, Wen-Min. DEA performance measurement of the national innovation system in Asia and Europe. **Asia-Pacific Journal of operational research**, v. 27, n. 03, p. 369-392, 2010.

PASE, Hemerson Luiz; MELO, Claudio Corbo. Políticas públicas de transferência de renda na América Latina. **Revista de Administração Pública**, v. 51, n. 2, p. 312-329, 2017.

PÉRICO, Ana Elisa; SANTANA, Naja Brandão; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento. Eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros: uma análise envoltória de dados com bootstrap. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 2, p. 370-381, 2017.

PISA, O. E. C. D. PISA: Results in Focus. **Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD**, 2015.

PREBISCH, R. **The Economic Development of Latin America and Its Principal Problems**. United Nations, 1949.

RAAB, Raymond L.; FERROZ, Ehsan Habib. A productivity growth accounting approach to the ranking of developing and developed nations. **The International Journal of Accounting**, v. 42, n. 4, p. 396-415, 2007.

RANIS, Gustav; STEWART, Frances; RAMIREZ, Alejandro. Economic growth and human development. **World development**, v. 28, n. 2, p. 197-219, 2000.

RANIS, Gustav; STEWART, Frances; SAMMAN, Emma. Human development: beyond the human development index. **Journal of Human Development**, v. 7, n. 3, p. 323-358, 2006.

RAVALLION, Martin. **Pro-poor growth: a primer**. The world bank, 2004.

RAVALLION, Martin. **Troubling tradeoffs in the human development index**. The World Bank, 2010.

REIG-MARTÍNEZ, Ernest. Social and economic wellbeing in Europe and the Mediterranean Basin: Building an enlarged human development indicator. **Social Indicators Research**, v. 111, n. 2, p. 527-547, 2013.

RIBEIRO, Kelen Gomes et al. Educação e saúde em uma região em situação de vulnerabilidade social: avanços e desafios para as políticas públicas. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, 2018.

ROBEYNS, Ingrid. Sen's capability approach and gender inequality: selecting relevant capabilities. **Feminist economics**, v. 9, n. 2-3, p. 61-92, 2003.

ROBEYNS, Ingrid. The capability approach: a theoretical survey. **Journal of human development**, v. 6, n. 1, p. 93-117, 2005..

ROBEYNS, Ingrid. The capability approach in practice. **Journal of Political Philosophy**, v. 14, n. 3, p. 351-376, 2006.

ROCHA, Cecilia. Developments in national policies for food and nutrition security in Brazil. **Development Policy Review**, v. 27, n. 1, p. 51-66, 2009.

RODRIK, Dani. What's so special about China's exports?. **China & World Economy**, v. 14, n. 5, p. 1-19, 2006.

SAAD-FILHO, Alfredo. Social policy for neoliberalism: the Bolsa Família programme in Brazil. **Development and Change**, v. 46, n. 6, p. 1227-1252, 2015.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SAGAR, Ambuj D.; NAJAM, Adil. The human development index: a critical review. **Ecological economics**, v. 25, n. 3, p. 249-264, 1998.

SAISANA, Michaela; TARANTOLA, Stefano. **State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development**. Ispra, Italy: European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and the Security of the Citizen, Technological and Economic Risk Management Unit, 2002.

SALTELLI, Andrea. Composite indicators between analysis and advocacy. **Social indicators research**, v. 81, n. 1, p. 65-77, 2007.

SAVIOTTI, Pier Paolo; PYKA, Andreas. Economic development by the creation of new sectors. **Journal of evolutionary economics**, v. 14, n. 1, p. 1-35, 2004.

SAVIOTTI, Pier Paolo; PYKA, Andreas. From necessities to imaginary worlds: Structural change, product quality and economic development. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 8, p. 1499-1512, 2013.

SAVIOTTI, Pier Paolo; PYKA, Andreas; JUN, Bogang. Education, structural change and economic development. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 38, p. 55-68, 2016.

SAYED, Hussein et al. Avoiding ranking contradictions in Human Development Index using goal programming. **Social Indicators Research**, v. 138, n. 2, p. 405-442, 2018.

SCHEITERLE, Lilli et al. From commodity-based value chains to biomass-based value webs: The case of sugarcane in Brazil's bioeconomy. **Journal of cleaner production**, v. 172, p. 3851-3863, 2018.

SCHREIBER, Anna P. Economic coercion as an instrument of foreign policy: US economic measures against Cuba and the Dominican Republic. **World Politics**, v. 25, n. 3, p. 387-413, 1973.

SCHULTZ THEODORE, W. Investment in Human Capital The American Economic Review. 1961.

SCHULTZ, Theodore W. Investment in Human Capital. The Role of Education and of Research. 1971.

SCHUMPETER, Joseph A. The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle (1912/1934). **Transaction Publishers.**—**1982.—January**, v. 1, p. 244, 1982.

SEN, Amartya. Public action and the quality of life in developing countries. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 43, n. 4, p. 287-319, 1981.

SEN, Amartya. Mortality as an indicator of economic success and failure. **The economic journal**, v. 108, n. 446, p. 1-25, 1998.

SEN, A. **Development as freedom**: Oxford Paperbacks, 2001.

SEN, A. K. The welfare basis of real income comparisons: a survey. *Journal of Economic Literature*, 17(1), 1-42, 1979.

SEN, A. K. Equality of what. In S. M. MCMURRIN (Ed.), **The tanner lectures on human value** (pp.195–220). Salt Lake City: University of Utah Press, 1980.

SEN, A. K. **Choice, welfare, and measurement**. Oxford: Basil Blackwell, 1982.

SEN, A. K. **The concept of development**. In H. Chenery & T. N. Srinivasan (Eds.), **Handbooks of Development Economics**. North-Holland: Elsevier, 1988.

SEN, A. K. **The idea of justice**. Harvard University Press, 2009.

SÉROR, Ann C.; ARTEAGA, Juan Miguel Fach. Telecommunications technology transfer and the development of institutional infrastructure: the case of Cuba. **Telecommunications Policy**, v. 24, n. 3, p. 203-221, 2000.

SETH, Suman. Inequality, interactions, and human development. **Journal of Human Development and Capabilities**, v. 10, n. 3, p. 375-396, 2009.

SETH, Suman. **A class of association sensitive multidimensional welfare indices**. 2009.

SILVA ANDRETT, Marcia Cristina et al. Public Expense Efficiencies with Health in Brazil: study about Brazilian state performances. **Revista de Gestao em Sistemas de Saude-RGSS**, v. 7, n. 2, p. 114-128, 2018.

SOUSA, Rossana Guerra; PAULO, Edilson; MARÔCO, João. Longitudinal factor analysis of public expenditure composition and human development in Brazil after the 1988 constitution. **Social Indicators Research**, v. 134, n. 3, p. 1009-1026, 2017.

SAAD-FILHO, Alfredo. Social policy for neoliberalism: the Bolsa Família programme in Brazil. **Development and Change**, v. 46, n. 6, p. 1227-1252, 2015.

SRINIVASAN, Thirukodikaval Nilakanta. Human development: a new paradigm or reinvention of the wheel?. **The American Economic Review**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 1994.

STREETEN, Paul et al. First things first: meeting basic human needs in the developing countries. 1981.

STREETEN, Paul. Human development: means and ends. **The American Economic Review**, v. 84, n. 2, p. 232-237, 1994.

SURI, Tavneet et al. Paths to success: The relationship between human development and economic growth. **World Development**, v. 39, n. 4, p. 506-522, 2011.

TACCHELLA, Andrea et al. Economic complexity: conceptual grounding of a new metrics for global competitiveness. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 37, n. 8, p. 1683-1691, 2013.

TANER, Mehmet Tolga et al. Recomputation of UNDP's HDI rankings by data envelopment analysis. **EMAJ: Emerging Markets Journal**, v. 1, n. 2, p. 21-35, 2011.

TAVARES, M. D. C. **Da substituição de importações ao capitalismo financeiro: ensaios sobre economia brasileira**. Biblioteca de ciências sociais. Economia Biblioteca de ciências sociais (Zahar Editores), 1972.

TIMMONS, Jeffrey F.; GARFIAS, Francisco. Revealed corruption, taxation, and fiscal accountability: Evidence from Brazil. **World Development**, v. 70, p. 13-27, 2015.

TOFALLIS, Chris. An automatic-democratic approach to weight setting for the new human development index. **Journal of Population Economics**, v. 26, n. 4, p. 1325-1345, 2013.

TRABOLD-NÜBLER, Harald. The human development index—a new development indicator?. **Intereconomics**, v. 26, n. 5, p. 236-243, 1991.

UNDP - Human Development Report 2016. Technical notes. Available from: <http://hdr.undp.org/en/2016-report>.

ÜNGÖR, Murat. Productivity growth and labor reallocation: Latin America versus East Asia. **Review of Economic Dynamics**, v. 24, p. 25-42, 2017.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. The Human Development Report 2000. New York: Oxford University Press, 2000.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. The Human Development Report 2016. New York: Oxford University Press, 2016.

VARELA, Patrícia Siqueira; DE ANDRADE MARTINS, Gilberto; FÁVERO, Luiz Paulo Lopes. Production efficiency and financing of public health: an analysis of small municipalities in the state of São Paulo—Brazil. **Health Care Management Science**, v. 13, n. 2, p. 112-123, 2010.

VARGAS DA CRUZ, Marcio José; CAMARGO ROLIM, Cássio Frederico. The Brazilian automotive industry in the BRICs context: the case of the Metropolitan Region of Curitiba. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, n. 3, p. 319-334, 2010.

VARSHNEY, Ashutosh. **Democracy, development, and the countryside: Urban-rural struggles in India**. Cambridge University Press, 1998.

VILORIA, A.; VASQUEZ, C.; NUNEZ, M. Use of the data envelopment analysis to determine the correct management of the economic resources of a country. In: **2009 2nd International Conference on Adaptive Science & Technology (ICAST)**. IEEE, 2009. p. 422-425.

WOLFF, Hendrik; CHONG, Howard; AUFFHAMMER, Maximilian. **Human Development Index: Are Developing Countries Misclassified?(former title:"Consequences of Data Error in Aggregate Indicators: Evidence from the Human Development Index)**. 2009.

WORLD BANK. (2018). World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org> Accessed 01 February 2018.

WU, Po-Chin; FAN, Chiung-Wen; PAN, Sheng-Chieh. Does Human Development Index provide rational development rankings? Evidence from efficiency rankings in super efficiency model. **Social Indicators Research**, v. 116, n. 2, p. 647-658, 2014.

XAVIER, M. Polo Tecnológico de Florianópolis: origem e desenvolvimento. **Insular**, 2010.

YAMADA, Y., MATUI, T., & SUGIYAMA, M. New analysis of efficiency based on DEA. **Journal of the Operations Research Society of Japan**, 37(2), 158-167, 1994.

YIGITCANLAR, Tan et al. Stimulating technological innovation through incentives: Perceptions of Australian and Brazilian firms. **Technological Forecasting and Social Change**, 2017.

ZHOU, Peng; ANG, B. W.; POH, K. L. A mathematical programming approach to constructing composite indicators. **Ecological economics**, v. 62, n. 2, p. 291-297, 2007.

ZHOU, Peng; ANG, B. W.; ZHOU, D. Q. Weighting and aggregation in composite indicator construction: A multiplicative optimization approach. **Social indicators research**, v. 96, n. 1, p. 169-181, 2010.