

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

ROUSBELL JUSSEFF GAMEZ FLORES

**TESTE DA HIPÓTESE DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL PARA  
OS PAÍSES DO BRICS**

UBERLÂNDIA-MINAS GERAIS

2017

# **TESTE DA HIPÓTESE DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL PARA OS PAÍSES DO BRICS**

**ROUSBELL JUSSEFF GAMEZ FLORES**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Desenvolvimento Econômico.

Linha de Pesquisa: Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Caixeta Andrade

UBERLÂNDIA-MINAS GERAIS

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

F634t  
2017 Flores, Rousbell Jusselff Gamez, 1990-  
Teste da hipótese da curva de Kuznets ambiental para os países do  
BRICS / Rousbell Jusselff Gamez Flores. - 2017.  
143 f. : il.

Orientador: Daniel Caixeta Andrade, 1981-  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Economia.  
Inclui bibliografia.

1. Economia - Teses. 2. Desenvolvimento sustentável - Teses. 3.  
Ecologia - Aspectos econômicos - Teses. 4. Países do BRICS - Teses. I.  
Andrade, Daniel Caixeta, 1981-. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

---

# **TESTE DA HIPÓTESE DA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL PARA OS PAÍSES DO BRICS**

**ROUSBELL JUSSEFF GAMEZ FLORES**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Desenvolvimento Econômico.

Dissertação de mestrado defendida em 10/03/2017

Banca examinadora constituída pelos professores:

---

Prof. Dr. Daniel Caixeta Andrade-IEUFU (orientador)

---

Prof. Dr. Carlos Cesar Santejo Saiani-IEUFU

---

Profa. Dra. Andréia Mara Pereira-IFSP

UBERLÂNDIA-MINAS GERAIS

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado a força e a sabedoria para concluir esse mestrado com sucesso. Agradeço o apoio incondicional da minha família, cujas palavras de alento me deram entusiasmo para alcançar a minha meta. Agradeço especialmente à Universidade Federal de Uberlândia, ao seu Instituto de Economia, à Organização de Estados Americanos e ao grupo Coimbra de universidades brasileiras, pela maravilhosa oportunidade de me permitir aperfeiçoar minha formação profissional.

Gostaria de agradecer e parabenizar à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela extraordinária labor em prol da pesquisa científica e da formação educacional, tanto de brasileiro quanto de latino-americanos.

Agradecer também ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Caixeta Andrade, pela paciência, pela coragem em assumir esse desafio e pelas excelentes e francas recomendações na construção dessa dissertação. Com certeza, aprendi muito com o Prof. Daniel e as experiências adquiridas colocarei em prática na minha vida profissional. Foi um prazer e uma honra ter sido o orientando dele.

Estendo a minha gratidão aos meus professores de mestrado, pelas ótimas aulas ministradas. Aos meus colegas com quem compartilhei momentos de intenso trabalho, além de momentos de camaradagem. Aos membros da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia, Prof. Cleomar Gomes e a Camila, por estarem sempre prontos e disponíveis a me ajudar nos distintos trâmites a realizar.

Dedico com alegria triunfal esse trabalho à minha mãe, Minelda Flores, por ser a minha fonte de inspiração e quem sempre está me apoiando nas minhas decisões, aos meus irmãos e irmã, à minha tia Bety Flores e demais familiares que sempre torceram por mim desde Honduras.

Sou grato também à amizade que colegas bolsistas da OEA-GCUB me brindaram nessa travessia que encontramos na UFU. Todos foram parte fundamental desse momento da minha vida.

Obrigado, Brasil!

*Vimos ao planeta para ser felizes. Porque a vida é curta e passa com pressa. Nenhum bem tem o valor da vida e isto é elementar.*

Jose “Pepe” Mujica

Discurso Rio +20 2012

## RESUMO

Na presente dissertação se fez um resgate histórico do debate sobre a relação entre crescimento econômico e sustentabilidade ecológica; é complementado com uma análise empírica usando a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) para desvelar a relação entre crescimento econômico (o renda *per capita*) como indicadores de sustentabilidade: Emissões de CO<sub>2</sub> (modelos tipo A), Pegada Ecológica em termos per capita (modelos tipo B), a Extração Total de Materiais (Modelos tipo C) e Poupança Líquida Ajustada (Modelos Tipo D) além da influência de outros fatores como a densidade populacional o uso de energia *per capita*, a abertura comercial, área de terra usada em agricultura, as emissões de metano e emissões de outros gases de efeito estufa como os subprodutos de hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorocarbonetos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). A análise se fez mediante séries temporais em Mínimos Quadrados Ordinários para os Países BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) com dados anuais no período de 1980 até 2011 exceto a Rússia, que pela disponibilidade dos dados a análise foi feita apenas para o período de 1992-2011. Segundo os resultados, se testou a hipótese da CKA em forma de “U invertido” apenas para Rússia e Índia nos Modelos tipo A e para Índia nos modelos tipo C. a CKA em formato de N apenas se tem evidências para Índia nos modelos tipo B e para África do Sul nos modelos tipo D. Em todos os casos resultou que existe uma relação entre crescimento econômico e os indicadores de sustentabilidade usados nessa pesquisa; tal relação estabelece que os países estão num estágio de expansão econômica que causa pioras no meio ambiente e que acordos como o protocolo de Quito e leis ambientais não tem sido suficientes para regular o crescimento econômico orientado a um desempenho ecologicamente sustentável dos países BRICS

**Palavras Chave:** Desenvolvimento sustentável, Curva Kuznets Ambiental, BRICS, economia ecológica.

## **ABSTRACT**

In the present dissertation a historical rescue of the debate on the relation between economic growth and ecological sustainability was made; it's Complemented with an empirical analysis using the Environmental Kuznets Curve (EKC) to unveil the relationship between economic growth (GDP per capita) and indicators of sustainability: CO<sub>2</sub> emissions (type A models), the per capita ecological footprint (type B models), the total extraction of materials (Type C models) and the adjusted savings (Type D models), in addition, the influence of other factors such as population density, per capita energy use, trade liberalization, land area used in agriculture, methane emissions and emissions of other greenhouse gases such as byproducts of hydrofurocarbon (HFCs), perfluorocarbons (PFCs) and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>). The analysis was done using time series in Ordinary Least Squares for the BRICS Countries (Brazil, Russia, India, China and South Africa) with annual data in the period from 1980 to 2011 except for Russia which for the availability of the data the analysis was made only for the period 1992-2011. According to the results we tested the inverted U-shaped EKC only for Russia and India in Models A and for India in models type C. The N-shaped EKC only has evidence for India in type B models and for South Africa in type D models. In all cases it is concluded that there is a relationship between economic growth and the sustainability indicators used in this research; This relationship establishes that countries are in a stage of economic expansion that causes worsening in the environment and that agreements such as the Quito protocol and environmental laws have not been enough to regulate economic growth oriented to an ecologically sustainable performance of BRICS countries

**Key words:** Sustainable development, Environmental Kuznets Curve, BRICS, Ecological economy



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Externalidade Negativa: Conceito.....	24
Figura 2- Modelo Biofísico do Sistema Econômico (fluxos de matéria e energia) .....	28
Figura 3- Modelo Básico de Fluxos de Materiais.....	43
Figura 4- Produto Interno Bruto (PIB): BRICS e G7 (1990-2014) .....	47
Figura 5- Exportações e importações de <i>commodities</i> (milhões de dólares): BRICS (anos selecionados) .....	48
Figura 6- Participação (%) nas exportações mundiais de bens e serviços: BRICS (anos selecionados) .....	49
Figura 7- Participação relativa do valor agregado da indústria no PIB (%): BRICS (anos selecionados) .....	49
Figura 8-Número de patentes: BRICS (anos selecionados) .....	50
Figura 9-Taxas de crescimento anual do PIB: Brasil (1980-2015) .....	54
Figura 10-Nível de abertura comercial: Brasil (1961-2015) .....	55
Figura 11-Uso de Energia equivalente de petróleo em quilogramas per capita: Brasil (1971-2015) .....	56
Figura 12- Matriz de produção energética: Brasil (2014) .....	57
Figura 13- Matriz de consumo energético: Brasil (2014) .....	57
Figura 14- Taxa de crescimento anual do PIB: Rússia (1990-2015) .....	58
Figura 15- Nível de abertura comercial: Rússia (1990-2015) .....	60
Figura 16- Uso de Energia (equivalente de petróleo em quilogramas per capita): Rússia (1992-2013) .....	61
Figura 17-Matriz de produção energética (milhões de toneladas equivalentes em petróleo): Rússia (2014) .....	62
Figura 18- Matriz de consumo de energia: Rússia (2014) .....	62
Figura 19- Taxa de crescimento do PIB (% anual): Índia (1980-2015) .....	63
Figura 20- Abertura Comercial: Índia (1979-2014) .....	65
Figura 21- Uso de Energia equivalente de petróleo em Quilogramas <i>per capita</i> : Índia (1980-2014) .....	66
Figura 22- Produção e importação de energia (milhões de toneladas equivalentes em petróleo): Índia (2014) .....	66
Figura 23- Consumo de energia (milhões de toneladas equivalentes em petróleo): Índia (2014).....	67
Figura 24- Taxa de crescimento econômico do PIB (% anual): China (1963-2015) .....	68
Figura 25- Abertura comercial: China (1960-2014) .....	69
Figura 26- Uso de energia (Quilograma equivalentes de petróleo): China (1971-2013). .....	70
Figura 27- Matriz de produção de energia (milhões de toneladas em petróleo equivalente): China (2014) .....	70
Figura 28- Matriz de uso energético (milhões de tonelada em petróleo equivalente): China (2014) .....	71
Figura 29- Taxa de crescimento (% anual): África do Sul (1961-2015) .....	72
Figura 30- Abertura comercial: África do Sul (1960-2014) .....	73
Figura 31- Uso de Energia (Quilogramas <i>per capita</i> ): África do Sul (1971-2013) .....	73
Figura 32- Matriz de produção de energia: África do Sul (2014) .....	74
Figura 33- Matriz de uso energético da (milhões de tonelada em petróleo equivalente): África do Sul (2014) .....	74
Figura 34- Emissões de CO <sub>2</sub> (Quilotoneladas): BRICS (1980-2013) .....	76
Figura 35- Pegada Ecológica: BRICS (1980-2012) .....	77
Figura 36- Fluxo de materiais (Extração área/população): BRICS (1980-2011) .....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	A Economia Ecológica e A Economia Ambiental Neoclássica .....	29
Tabela 2-	Comportamento dos BRICS na Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU) (2003-2012) .....	51
Tabela 3-	Quantidades de casos em que cada país dos BRICS é responsável pelo voto divergente AGNU 2003-2012 .....	51
Tabela 4-	Indicadores Selecionados dos BRICS .....	78
Tabela 5-	Variáveis DUMMY usados no modelo tipo C .....	81
Tabela 6-	Evidências sobre Curva de Kuznets Ambiental para os BRICS .....	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Estudos empíricos sobre Curva de Kuznets Ambiental.....	33
Quadro 2-	Sistemas de Indicadores sobre o Desenvolvimento Sustentável .....	39
Quadro 3-	Resultados para os modelo Tipo A após retirada de variáveis redundantes .....	85
Quadro 4-	Resultados para os modelo Tipo B após retirada de variáveis redundantes .....	87
Quadro 5-	Resultados para os modelo Tipo C após retirada de variáveis redundantes .....	89
Quadro 6-	Resultados para os modelo Tipo D após retirada de variáveis redundantes .....	91

## LISTA DE SIGLAS

AC-Abertura Comercial

ACR- Arranjo Contingente de Reservas

ADF- Aumented Dickey Fuller

AGNU- Assembleia Geral das Nações Unidas

BASIC- Brasil, África do Sul, Índia e China

BM- Benefício Marginal

BRICS- Brasil, Rússia, Índia China, África do Sul

CBDR- Princípio de Responsabilidades Comuns porém Diferenciadas (*Comuns But Differentiated Responsibility*)

CEM- Custo Externo Marginal

CIA- Agência Central de Inteligência (*Central Intelligence Agency*)

CKA- Curva de Kuznets Ambiental

CNUMAD- Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CO- Monóxido de Carbono

CO<sub>2</sub>- Dióxido de Carbono

COP- Conferência das Partes

CPF- Consumo de Capital Fixo

CPM- Custo Privado Marginal

CQNUMC- Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas

CSM- Custo Social Marginal

DAC- Diferença da Abertura Comercial

DCO2PC- Diferença de logaritmo das emissões de CO<sub>2</sub> em termos *per capita*

DDEN- Diferença de Densidade populacional

DE- Despesas em Educação

DEN- Densidade Populacional

DET- Diferença na Extração Total de Materiais

DEU- Diferença do Uso de Energia

DF-GLS- Dickey Fuller GLS

DLF- Degradação Líquida da Floresta

DLOGAC- Diferença de logaritmo da Abertura Comercial

DLOGCO2- Diferença de logaritmo das emissões de CO<sub>2</sub> *per capita*  
DLOGDEN- Diferença de logaritmo na Densidade Populacional  
DLOGDEN- Diferença de logaritmo de densidade populacional  
DLOGET- Diferença de logaritmo na Extração Total de Materiais  
DLOGEU- Diferença de logaritmo do uso de energia  
DLOGMET- Diferença de Logaritmo nas Emissões de Metano  
DLOGPE- Diferença de Logaritmo da Pegada Ecológica  
DLOGPIBPC- Diferença de logaritmo do Produto Interno Bruto  
DLOGPIBPC- Diferença de logaritmo do Produto Interno Bruto em termos per capita  
DM- Degradação Mineral  
DMET- Diferença nas Emissões de Metano  
DOUTROS- Diferença de Outros gases de Efeito Estufa  
DPE- Diferença de Pegada Ecológica  
DPIBPC- Diferença do Produto Interno Bruto per capita  
DTER- Diferença na Área de terra Usada na Agricultura  
DTER- Diferença na Área de Terra usada em Agricultura  
De- Degradação de Energia  
ET- Extração total de materiais  
EU- Uso de Energia (*Energy Use*)  
FER- Força, Estado, Resposta  
FMI- Fundo Monetário Internacional  
FPEIR- Força, Pressão, Estado, Impacto, Resposta  
G7- Grupo dos 7 (Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Reino Unido, Canadá, Itália)  
GATT- Acordo Geral Sobre Tarifas e Comércio  
GEE- Gases de Efeito Estufa  
GRI- Iniciativa de Reporte Global (*Global Reporting Initiative*)  
HFC- Hidrofluorcarbonetos  
IDE- Investimento Direto Estrangeiro  
IDH- Índice de Desenvolvimento Humano  
IEA- Agência Internacional de Energia  
IPCC- Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas  
KPSS- Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin  
MEP- Monitoramento do Progresso Ambiental  
MET- Emissões de Metano

MFA- Contabilidade de Fluxos de Materiais (*Material Flow Accountig*)

MQO-Mínimos Quadrados Ordinários

NBP- Novo Banco de Desenvolvimento

ODS- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OECD- Organização para o Desenvolvimento e a Cooperação Econômica

OMC- Organização Mundial do Comércio

ONU- Organização das Nações Unidas

OUTROS- Refere-se a emissões de outros gases efeito estufa

P&D- Pesquisa e Desenvolvimento

PA- Poupança Ajustada

PE- Pegada Ecológica

PEIR- Pressão, Estado, Impacto, Resposta

PER- Pressão, Estado, Resposta

PFC-Perfluorocarbonetos

PIB- Produto Interno Bruto

PN- Poupança Nacional Bruta

PNB- Produto Nacional Bruto

PNL- Poupança Nacional Líquida

PP- Phillips Perron

RJ- Rio de Janeiro

RSE- Responsabilidade Social Empresarial

SF6- Hexafluoreto de Enxofre (SF6)

TER- Área de terra usada em agricultura

TMC- Consumo Total de Matéria (*Total Material Consumption*)

TMI- Entrada total de Matéria (*Total Material Input*)

URSS- União de Repúblicas Soviéticas Socialistas

WBCS- Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento *Sustentável* (*World Bussiness Council for Sustainable Development*)

WRI- Instituto Mundial de Pesquisas (*World Research Institute*)

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 1: CONEXÕES ENTRE TEORIA ECONÔMICA, SISTEMA ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE.....	18
1.1 Os economistas e a ideia de sustentabilidade ambiental .....	18
1.2 Vertente neoclássica: a economia ambiental .....	22
1.2.1 Economia da Poluição.....	23
1.2.2 Economia dos Recursos Naturais .....	25
1.3 A Economia Ecológica .....	26
1.4 A Curva de Kuznets Ambiental .....	30
CAPÍTULO 2: INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM PANORAMA GERAL.....	37
2.1 Pegada Ecológica .....	40
2.2 Contabilidade de Fluxos de Materiais .....	42
2.3 Emissões de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Ajustada .....	43
2.4 Poupança Líquida .....	44
CAPÍTULO 3: RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA NOS BRICS .....	46
3.1 Os BRICS em Contexto .....	46
3.1.1 Brasil.....	53
3.1.2 Rússia .....	58
3.1.3 Índia .....	62
3.1.4 China .....	67
3.1.5 África do Sul .....	71
3.2 Os BRICS e a Questão do Médio Ambiente .....	75
3.3 Metodologia .....	79
3.3.1 Tipos de modelos econométricos utilizados .....	80
3.3.2 Testes econométricos .....	82
3.4 Resultados .....	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
APÊNDICES.....	106

## INTRODUÇÃO

Os países BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) atingiram nas últimas décadas do século XX importância geopolítica e econômica. Para além disso, este grupo vem assumindo relevância estratégica para os debates sobre a relação entre as suas economias e o meio ambiente, já que conformam fração importante no planeta, tanto do ponto de vista demográfico, geográfico e econômico.

A constante degradação no ecossistema resulta das atividades intensivas do homem precipitou a retomada do debate sobre as interfaces entre crescimento econômico e preservação ambiental, no sentido de que as maiores pressões sobre este podem colocar em risco as condições mínimas de sobrevivência das gerações futuras e a própria sustentabilidade das atividades econômicas. Alarmantes acontecimentos, como a perda da biodiversidade, as mudanças climáticas, a contaminação e o esgotamento dos recursos hídricos, entre outros, refletem uma aproximação perigosa dos limites ecossistêmicos do planeta.

No contexto de crescente relevância da questão ambiental e levando-se em conta a importância dos países BRICS e a relação entre crescimento econômico e sustentabilidade ecológica, a presente dissertação pretende debruçar-se sobre os seguintes problemas de pesquisa:

1. *Qual tem sido o padrão de sustentabilidade ecológica dos países BRICS (1980-2011)?*
2. *Qual a intensidade da relação existente entre crescimento econômico e indicadores de sustentabilidade ecológica neste grupo de países (1980-2011)?*

A hipótese inicial é de que o crescimento econômico dos BRICS tem causado uma piora no meio ambiente medido pelos indicadores de sustentabilidade ecológica desses países; demonstrando, assim, uma relação positiva e intensa entre expansão do sistema econômico (aumento do PIB) e degradação ambiental. Contudo, acredita-se que a grande visibilidade do debate sobre o *trade off* entre economia e meio ambiente poderá desencadear no grupo um padrão de crescimento econômico ecologicamente sustentável e qualitativamente superior aos padrões tradicionais.

O objetivo principal é investigar a relação entre sustentabilidade ecológica e crescimento econômico dos países BRICS no período 1980-2011, utilizando-se de indicadores de (in)sustentabilidade ecológica selecionados (emissões de CO<sub>2</sub>, pegada ecológica, poupança ajustada líquida e extração de materiais), os quais foram tratados em modelos econométricos



de forma a testar a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets (CKA). A justificativa para esta opção metodológica é que a abordagem da CKA tradicionalmente tem sido usada para análises das relações entre crescimento econômico e meio ambiente.

Além desta introdução, esta dissertação está estruturada em mais três capítulos. O primeiro capítulo faz um resgate histórico do debate sobre a relação entre crescimento econômico e meio ambiente sobre diferentes perspectivas (economia ambiental neoclássica e economia ecológica), centrando-se na visão pré-analítica dessas correntes com respeito ao sistema econômico e sistema ecológico. Começa-se então pelo rastreamento da ideia de sustentabilidade nos debates dos economistas da década de 1960 o qual coincide com a publicação do estudo científico *Limits to the growth* (MEADOWS *et al*, 1972) que leva a uma polarização sobre se há ou não *trade off* entre crescimento econômico e degradação ambiental o que bifurca as opiniões entre Neomalthusiano e Panglossianos. Com a publicação do Relatório de Brundtland ou *Our Common Future* em 1987 (BRUNTLAND, 1987) avança-se nos esforços para um desenvolvimento mais consciente das suas consequências ambientais além de se ter uma conceituação mais clara do que seria Desenvolvimento Sustentável. Para tratar a questão ambiental em relação ao crescimento econômico a teoria Neoclássica propõe a Economia Ambiental que trata as externalidades ambientais como falhas de mercado e as suas soluções propostas vão ser expressas em dois vertentes: A economia da Poluição e a economia dos Recursos Naturais. Por outra parte a economia ecológica propõe uma nova visão préanalítica sobre a relação entre meio ambiente e sistema econômico, ou seja, que o sistema econômico é aberto e está contido num maior e fechado, o Ecossistema, de onde obtém entradas de matéria e energia de baixa entropia que o sistema econômico converte em trabalho, serviços, produtos e matéria-energia de alta entropia ou degradada. Também nesse capítulo se faz uma breve apresentação dos pressupostos teóricos que fundamentam a abordagem da CKA, modelo usado como ferramenta de relação entre crescimento econômico (PIB per capita) e sustentabilidade ecológica(indicadores selecionados).

O capítulo 2 se ocupa de uma revisão breve sobre indicadores de sustentabilidade. Ressalta-se a necessidade de mensurar o desenvolvimento sustentável mediante sistemas de indicadores que refletem uma intersecção entre questão ambiental, justiça social e sistema econômico. Assim no capítulo 2 definem-se os indicadores usados, é dizer, Emissões de CO<sub>2</sub> , Pegada Ecológica, Fluxo de materiais e Poupança Líquida Ajustada.

No capítulo 3 se faz uma explanação das características socioeconômicas e ambientais de do grupo BRICS. Começa-se por identificar a origem da iniciativa de considerar esse conjunto de países numa cohesión econômica no âmbito internacional, surge no artigo *Building Better Economics BRIC's* (O'NEILL, 2001) Inicialmente com Brasil, Rússia, Índia e China e posteriormente se integraria ao grupo a África do Sul, cujas economias segundo Wilson e Puroshotnaman (2003) superariam ao grupo dos G7. Explicasse nesse capítulo a importância das suas economias no comércio internacional assim como os pontos que lhes são comuns e que facilita a sua integração: Conselho de segurança da ONU, cooperação para o desenvolvimento e a parceria econômica, reformas aos sistemas de financiamento internacional. Por cada país explicasse, em base a indicadores selecionados, a situação econômica e política pra depois fazer uma análise comparativo entre esses países BRICS com base nos indicadores de Emissões de CO<sub>2</sub>, Pegada Ecológica e Extração total de Materiais. Também nesse capítulo apresentam-se os procedimentos econométricos seguidos para testar a Curva Ambiental de Kuznets mediante quatro tipos de modelo correspondentes a cada indicador de sustentabilidade usado. Logo são mostrados e discutidos os resultados de tais modelos concluindo com uma tabela onde se amostra os casos nos quais testou-se um formato de Curva de Kuznets Ambiental.

No capítulo seguinte tem como objetivo fazer um embasamento teórico que circunscreve essa pesquisa em base à visão pré-analítica da economia ecológica que aborda a importância dos elementos biofísicos no sistema econômico; não entanto se faz também uma revisão da Economia Ambiental Neoclássica.

## **CAPÍTULO 1: CONEXÕES ENTRE TEORIA ECONÔMICA, SISTEMA ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE**

Este capítulo tem como objetivo fornecer um embasamento teórico para a dissertação e, além disso, apresentar uma breve revisão da literatura de suporte para a relação entre crescimento econômico e meio ambiente, tradicionalmente expressa pela Curva de Kuznets Ambiental (CKA).

### **1.3 Os economistas e a ideia de sustentabilidade ambiental**

Para se discutir a ideia de sustentabilidade dentro da teoria econômica é preciso que se retroceda um pouco no tempo a fim de que se possa ter uma correta compreensão a respeito das diferentes visões sobre o relacionamento entre sistema econômico e meio ambiente. Independentemente do tempo e espaço, todos os estudiosos que se debruçaram sobre o tema são unânimes em dizer que o meio natural é o suporte sobre o qual se assentam as relações socioeconômicas. As discrepâncias existentes entre as diferentes interpretações sobre a sustentabilidade estão ligadas à maneira como se identifica a natureza das relações sistema econômico-meio ambiente.

A década de 1960 assistiu a uma intensificação do debate ambiental. As principais obras publicadas na época sobre a problemática do meio ambiente (CARSON, 1962; EHRLICH, 1968; HARDIN, 1968) fizeram com que ela fosse também introduzida no cenário acadêmico. Foi também nesse período que houve o primeiro arranjo científico destinado a reunir pesquisadores preocupados com o excesso de poluição e degradação causadas pelo crescimento econômico. Trata-se do famoso Clube de Roma, criado em 1968, cuja influência marcou o rumo do debate ambiental nas duas décadas seguintes.

O ponto de vista dos participantes do Clube de Roma é explicitado no conhecido Relatório Meadows ou simplesmente Relatório “*Limits to Growth*” (MEADOWS *et al.*, 1972). Esta obra aponta para um cenário de impossibilidade de perpetuação do crescimento econômico devido à exaustão dos recursos ambientais por ele acarretada, levantando assim a proposta de um crescimento econômico “zero”. O debate passa então a polarizar-se entre esta posição de “crescimento zero” – conhecida por “neomalthusiana” – e posições desenvolvimentistas de “direito ao crescimento” (defendida pelos países em via de desenvolvimento).

A publicação do Relatório Meadows coincidiu com a primeira reunião da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, Suécia, também no ano de 1972. Há quem argumente que publicação do relatório naquele ano foi proposital, uma vez que a intenção era estabelecer o marco das discussões sobre crescimento econômico e meio ambiente durante tal reunião.

Mas, o que afinal trazia o relatório Meadows? O documento, encomendado pelo Clube de Roma e elaborado por pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), utilizou-se de um modelo computacional (*World3*) que trouxe resultados alarmantes no sentido de apontar a iminência de uma catástrofe ambiental caso a trajetória de expansão do sistema econômico se mantivesse. A pressão sobre os recursos naturais do planeta e a poluição gerada pelo crescimento econômico desequilibrariam o ecossistema terrestre e haveria uma rápida reversão nas condições de vida no planeta.

A visão catastrófica de *Limits to Growth* marcou decisivamente a clivagem entre os partidários da continuidade do crescimento econômico (panglossianos) e aqueles defensores do crescimento “zero” (neomalthusianos). Tal polarização caracteriza o debate ambiental da década de 1970 e impôs obstáculos para o avanço das discussões travadas sobre o tema. A questão da preservação ambiental adquiriu *status* internacional enquanto importante pauta na formulação de política econômica, adentrando definitivamente o debate político e acadêmico.

Ainda na década de 1970, é formalizado o conceito de ecodesenvolvimento e a questão de ordem passa a ser a construção de um novo modelo de desenvolvimento capaz de conciliar as questões econômicas, sociais e ambientais de modo a permitir a solução do dilema de crescimento e preservação do capital natural. A publicação do Relatório *Brundtland* ou *Our Common Future*, em 1987 (BRUNDTLAND, 1987), consolida-se como importante avanço no comprometimento com um desenvolvimento mais consciente de suas consequências ambientais e também enquanto marco formal da mais difundida conceituação do que realmente seria o desenvolvimento sustentável. O relatório identifica as principais bases sobre as quais deveria ser construído este novo modelo de desenvolvimento que pudesse conciliar as necessidades econômicas, o imperativo de conservação ambiental e a desejável justiça social.

Embora tenha alcançado unanimidade quase universal, pode-se dizer que a incorporação do conceito de Desenvolvimento Sustentável feita pelo esquema analítico convencional da teoria econômica foi feita de maneira truncada, uma vez que as próprias premissas e hipóteses constitutivas da teoria neoclássica são conflitantes com os princípios implícitos no conceito de Desenvolvimento Sustentável (NOBRE *et al.*, 2002).

Já no que tange ao próprio conceito de sustentabilidade, sua origem é dada pelo debate entre aqueles que acreditavam na ausência de um dilema entre conservação ambiental e crescimento econômico, e aqueles que creem no contrário, uma vez que o debate científico internacional era regido pela hipótese otimista de que o crescimento econômico só prejudicaria a natureza até um dado momento de riqueza adquirida e logo após a tendência seria a melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais. A hipótese é de que nos estágios iniciais do processo de crescimento econômico haveria um aumento da degradação ambiental, mas que este, por si só, engendraria posteriormente uma redução na deterioração ambiental ficou conhecida como Curva de Kuznets Ambiental (CKA), em referência ao estudo clássico de Simon Kuznets de 1956. Os fundamentos da CKA serão mais detalhados a seguir (VEIGA, 2005).

A visão mais comum de sustentabilidade é aquela que considera os fatores trabalho e capital substitutos perfeitos do capital natural. Nessa versão “fraca”, o que deve ser mantido é o estoque de capital total da sociedade, não importando a sua composição. Se houver a completa destruição do capital natural, basta que haja um incremento no estoque de capital físico, por exemplo, para que o critério de sustentabilidade seja mantido. O problema passa a ser o de capacidade de produção de bens substitutos ao capital natural extinto, evidenciando que nessa visão a ideia de sustentabilidade é subsumida à ideia de crescimento econômico. Isto é, quando maior a capacidade produtiva, maior é a probabilidade de se ter o critério de sustentabilidade satisfeito, uma vez que, teoricamente, uma gama maior de capital manufaturado estaria disponível e mais “dispensável” se tornaria o capital natural.

De outro lado, existe uma segunda interpretação da sustentabilidade, conhecida como versão forte, que não admite a possibilidade de substituição perfeita entre capital natural e *man-made capital*. Nessa vertente, o capital natural é majoritariamente *complementar* ao capital produzido, o que faz com que haja uma relação de dependência estrita entre eles. A “produção” de ambos os tipos de capital deve ser garantida e, no caso do capital natural, suas várias funções devem ser mantidas a fim de que sua escassez não se torne óbice ao desenvolvimento econômico.

A hipótese de substituíbilidade soa menos palatável que a interpretação da natureza complementar do capital natural. Diante da fraqueza do argumento clássico para sustentabilidade, a pergunta natural que se pode fazer é: quais são as razões para que o *mainstream* da teoria econômica interprete de maneira reducionista o conceito de sustentabilidade?

Uma primeira resposta é que as soluções recorrentemente buscadas no avanço tecnológico sempre tiveram proeminência em discursos que enfocam essa problemática. Essa crença encontra-se explicitada nas palavras de Simon (1995), que afirma que “*technology exists now to produce in virtually inexhaustible quantities just about all the products made by nature (...) We have in our hands now – actually, in our libraries – the technology to feed, clothe, and supply energy to an ever-growing population for the next 7 billion years*”. O mesmo eixo de argumentação também está em Solow (1974), para o qual as tecnologias *natural-resource-savings* podem “libertar” o crescimento econômico dos óbices trazidos pela escassez e exaustão dos recursos. Assim, “*the world can, in effect, get along without natural resources, so exhaustion is just an event not a catastrophe*” (SOLOW, 1974, p. 11).

Outra resposta é que a já mencionada hipótese implícita de substituíbilidade entre capital produzido pelo homem e capital natural é crucial, uma vez que, na sua ausência, são infrutíferos os esforços para criação de substitutos aos recursos naturais. Num cenário de avanço tecnológico ininterrupto e possibilidade de substituição entre os dois tipos de capital (natural e manufaturado), é plenamente justificável a não preocupação com a trajetória de utilização do capital natural. O problema é que, mesmo que se considerem como dinâmicas e contínuas as atividades de inovação, é forçoso admitir que o segundo elo dessa racionalidade é frágil e facilmente contestado, já que possui pouco suporte lógico e prático. Se o capital construído pelo homem fosse um substituto perfeito do capital natural, este também seria um substituto perfeito para o primeiro. Se esse fosse o caso, não haveria necessidade de produção de capital construído pelo homem, dado que o capital natural já está disponível (COSTANZA e DALY, 1992).

Por fim, a interpretação de que a escassez do capital natural não impõe riscos ao crescimento econômico decorre fundamentalmente da excessiva ênfase na visão de que aquele é constituído apenas por um conjunto de ativos naturais tangíveis e na desconsideração da complexidade dos processos ecológicos, da não linearidade das relações entre os componentes do capital natural e da possibilidade de perdas irreversíveis e potencialmente catastróficas. A ausência de uma compreensão holística do papel do capital natural enquanto suporte das atividades humanas reduz a análise a um problema de degradação de estoque. Este fato se relaciona à inspiração mecanicista que fundamenta epistemologicamente a teoria econômica convencional, a qual lhe permite prescindir da complexidade envolvida em fenômenos não reversíveis (GEORGESCU-ROEGEN, 1971). Numa visão econômico-ecológica mais ampla, a depleção do capital natural deve ser vista como um processo duplamente maléfico para a sociedade humana: a perda de fluxos materiais tangíveis (recursos naturais) e a perda –

potencialmente irreversível – de elementos que geram fluxos de benefícios intangíveis (serviços ecossistêmicos)<sup>1</sup>.

Desconsiderar o papel do capital natural enquanto provedor de serviços fundamentais ao bem-estar humano significa não reconhecer a interdependência entre estrutura e funções do capital natural e sua resiliência<sup>2</sup>, além de incorrer em análises reducionistas. Ao se incorporar na análise a concepção de que o capital natural é um fundo de serviços essenciais à manutenção das condições mínimas de vida e considerações sobre a natureza complexa dos fenômenos ecológicos, amplia-se a problemática da escassez do capital natural enquanto tema relevante para a discussão sobre a sustentabilidade das atividades econômicas.

Assim, a discussão sobre sustentabilidade em qualquer bioma não deve se furtar dessa visão ampla do capital natural enquanto fornecedor de matérias-primas e serviços ecossistêmicos. Há que se considerar, ainda, o fato de que não é prudente apoiar-se na crença de que o progresso tecnológico será capaz de suplantar os obstáculos colocados pela depleção do capital natural. É preciso reconhecer que grande parte do capital natural é insubstituível e que são necessárias estratégias especiais para sua preservação, atentando-se para o fato de que este representa um portfólio de ativos (tangíveis e intangíveis) precioso para a humanidade (gerações atuais e futuras)<sup>3</sup>.

Em linhas gerais, a questão ambiental dentro da teoria econômica é geralmente tratada por meio de duas abordagens distintas, quais sejam: a economia ambiental neoclássica e a economia ecológica. Estas diferentes são discutidas nas duas seções que seguem.

## 1.2. Vertente neoclássica: a economia ambiental

Mueller (2004) relata que até a década de 1960 o *mainstream* neoclássico não reconhecia os problemas ambientais como fator decisivo na economia, uma vez que tais problemas tinham sido tratados como exceções em casos especiais ou em apêndices nos livros

---

<sup>1</sup> Para maiores detalhes sobre a importância dos serviços ecossistêmicos para o sistema econômico e bem-estar humano ver Andrade e Romeiro (2009).

<sup>2</sup> Resiliência pode ser considerada como a habilidade de os ecossistemas retornarem ao seu estado natural após um evento de perturbação natural ou não natural, sendo que quanto menor o período de recuperação, maior é a resiliência de determinado ecossistema. Pode também ser definida como a medida da magnitude dos distúrbios que podem ser absorvidos por um ecossistema sem que o mesmo mude seu patamar de equilíbrio estável. As atividades econômicas apenas são sustentáveis quando os ecossistemas que as alicerçam são resilientes (ARROW *et al.*, 1995).

<sup>3</sup> Ver Andrade e Romeiro (2011) para uma discussão sobre as estratégias para preservação do capital natural.

da época. Devido ao debate nas décadas recentes referentes à elevação da relevância acadêmico-política da questão ambiental, os neoclássicos se dão conta que externalidades ambientais precisam serem tratadas na suas análises, tendo balanço de materiais como princípio norteador.

De acordo com De Souza (2008), a economia ambiental deixa de lado os recursos naturais na função de produção, mas com o tempo esse elemento seria incluído como fator de substituição perfeita na sua função de produção, que toma a forma de  $y = f(K, L, N)$ . A partir desta função, a economia ambiental centra-se na alocação eficiente dos recursos produtivos disponíveis, aí incluídos os recursos naturais.

Com base na prioridade à alocação eficiente de recursos, pode-se dizer que a preocupação ambiental presente no ramo neoclássico da economia do meio ambiente é indireta. Isso porque o pressuposto teórico subjacente é que problemas ambientais são falhas de mercado que precisam ser solucionadas de modo a restaurar a capacidade alocativa do mercado. As soluções propostas para tanto estão distribuídas em dois ramos, a saber: a economia da poluição e a economia dos recursos naturais. Uma breve descrição é apresentada a seguir.

### ***1.2.1. Economia da Poluição***

Segundo Andrade (2008), trata-se de uma vertente baseada na teoria do bem-estar e dos bens públicos que compreendem o meio ambiente como um depositário de rejeitos da atividade econômica. Mueller (2004) distingue duas fontes de poluição, a saber:

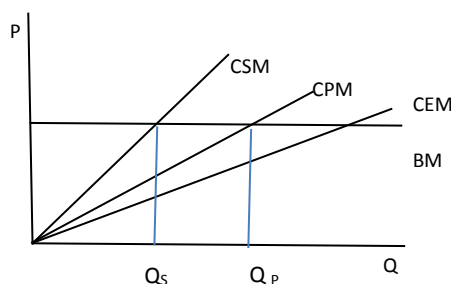
os **fluxos** de poluentes que se dissipam, mas apenas depois de causarem impactos negativos sobre o bem-estar das pessoas e exercerem efeitos detrimenais sobre ecossistemas; e os fluxos de emanações que se acumulam, formado **estoques** de poluentes nomeio-ambiente[...]exemplos de **poluição de fluxo**: são as emanações de particulados, de dióxido de enxofre, de metano, os resíduos industriais, e os dejetos humanos despejados em corpo d'água [...]exemplo de **poluição de estoque**, por sua vez, é o do dióxido de carbono que se acumula na atmosfera, gerando o efeito estufa.(MUELLER, 2004, P.110)

De acordo com Nobre et al (2002), a economia ambiental neoclássica tem fundamentação na teoria elaborada por Pigou em 1920, que distingue entre custos-benefícios sociais e privados que são transferidos pra sociedade. Dado o caráter de bem público da poluição, esta é catalogada como externalidade negativa. Segundo a figura 1, a distinção entre custos sociais e privados é entendia na economia neoclássica como uma falha de mercado.

Na figura 1 abaixo, o eixo horizontal representa a quantidade de produção-consumo e por tanto a quantidade de poluição gerada (PEARCE, 1985, p 99); o eixo vertical indica o custos



ou “benefícios” relacionados à dita poluição. BM é o benefício marginal, CSM é o custo social marginal, CPM é o custo privado marginal e CEM é o custo externo marginal. Deduz-se que  $CSM = CPM + CEM$  e entende-se que existem duas quantidades ótimas de produção ou de poluição: a privada e a social. Para corrigir estas falhas se estabelece procedimentos de taxaço para internalização dos custos por parte dos geradores mediante mecanismos institucionais de controle. (NOBRE *et al.*, 2002, p 110-111)



Fonte: (NOBRE *et al.*, 2002, p. 110)  
 Figura 1. Externalidade Negativa: Conceito

Segundo Mueller (2004), a economia da poluição ampara-se nos modelos de equilíbrio geral nos quais numa situação ideal conduz a um estado ótimo de eficiência. Nessa teoria existe então a poluição eficiente que tem que ser compatível com um máximo de bem-estar da sociedade. Para se atingir essa eficiência é preciso que se implementem políticas e mecanismos conducentes a obter uma alocação de recursos numa situação de ótimo de Pareto. Esta dinâmica, porém, não é automática em mercados competitivos, o que requer a introdução de preços por unidade de poluição.

A principal crítica à economia ambiental é aquela que diz que o ponto de poluição ótima pode corresponder a um nível de poluição incompatível com a resiliência de determinado ecossistema. Isso porque o adjetivo “ótima” está relacionado ao ponto de vista dos agentes econômicos, que estarão, neste ponto, maximizando sua utilidade em função dos custos de controle da poluição (NOBRE *et al.*, 2002). Este ponto corrobora a afirmação anterior de que a preocupação ambiental neste esquema analítico é apenas indireta. Na verdade, a prioridade é dada à alocação eficiente dos recursos e à capacidade dos mercados em conduzir a sociedade ao ponto de eficiência paretiana. Não estão presentes preocupações genuínas com relação ao respeito à resiliência dos ecossistemas, tampouco com sua capacidade de absorção de resíduos.

### 1.2.2. Economia dos Recursos Naturais.

De acordo com Nobre et al (2002), essa abordagem foi proposta e desenvolvida por Hotelling, em 1931, no seu artigo intitulado “*The economics of exhaustible resources*” e que trata sobre a exaustão e extração intertemporal dos recursos naturais. Segundo Mueller (2004), o arcabouço metodológico e instrumental dessa vertente está orientada a responder dois conjuntos de perguntas:

1. Qual o padrão ótimo de uso de recursos naturais específicos? O que deve guiar o manejo ótimo de tais recursos? Qual a taxa ótima de depleção de um recurso não renovável? Como manejar adequadamente um recursos renovável mas que pode ser exaurido por extração excessiva? E,
2. Poderá a disponibilidade limitada de alguns recursos naturais vir a estabelecer limites físicos ao crescimento econômico?. (MUELLER, 2004, p. 176)

Segundo Andrade (2008), para responder essas questões é preciso analisar o padrão ótimo de utilização dos recursos naturais, sendo que o meio ambiente nessa teoria é tomado apenas como fornecedor de tais recursos. Para calcular esse nível ótimo de uso, Amazonas (2002) diz que a economia do meio ambiente se fundamenta no conceito de custo de oportunidade, ou seja, toma em conta o valor de usos dos recursos naturais pelas gerações futuras integrando esses custos no preços dos estoques no presente. Nesse caso, os preços dos estoques deverão crescer proporcionalmente à taxa de juros. Para determinar a taxa ótima de extração usa-se a regra de Hotelling, expressada na equação (1) abaixo:

$$\frac{p^*}{p} = r \text{ ou } P_t = P_0 e^{rt} \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:  $r$  é taxa de juros,  $p$  é preço,  $p^*$  variação do preço,  $P_0$  preço no tempo 0,  $P_t$  preço no tempo  $t$ .

Segundo Nobre *et al* (2002), para fazer as valorações ambientais a teoria neoclássica toma como base as preferências individuais em torno da utilidade ou dos fatores de bem-estar advindos dos recursos ambientais por meio da disposição a pagar de cada indivíduo em termos monetários. Dessa maneira – e como visto pela regra de Hotelling – a teoria dos recursos naturais centra-se por valorizar os recursos naturais no sentido de maximizar os seus rendimentos ao longo do tempo.

A relação entre crescimento econômico e meio ambiente para a teoria neoclássica está no uso sustentável dos recursos naturais sujeito a taxas de desconto que faz assegurar a manutenção do sistema econômico entre as gerações mediante precificações que acabam num ótimo social decorrente de valorações ambientais. Segundo Nobre *et al.* (2002), o uso sustentável de recursos seria aquele que incentiva a melhor utilização social destes no tempo com fiins de perpetuação tanto do sistema econômico como da humanidade;

Seguindo esta linha de raciocínio, Nobre *et al.* (2002) aponta que a questão da sustentabilidade é tratada pela economia neoclássica mediante critérios de sustentabilidade que são critérios adicionais externos, além da internalização de externalidades nos processos de otimização. Utiliza-se aqui o critério da sustentabilidade fraca, que é aquele que sugere a substituíbilidade perfeita entre capital natural e capital construído. A sustentabilidade é alcançada quando se mantém o estoque total de capital da sociedade, independente se o capital natural está sendo mantido ou não.

### **1.3. A Economia Ecológica**

No debate ambiental a partir dos anos 1960-1970 – e devido aos diversos trabalhos de pesquisa da época no tema –, um dos resultados emergentes foi o início da elaboração de abordagens não convencionais no tratamento da relação entre economia e recursos ambientais. Num primeiro momento, autores como Herman Daly, Nicholas Georgescu, Kenneth Boulding e Howard Odum partiram para análises de cunho biofísico que resultaram numa abordagem chamada de Bioeconomia, antecessora da economia ecológica. Esta última se formaliza no fim dos anos 1980 com o nascimento da Sociedade Internacional de Economia Ecológica (*International Society for Ecological Economics*) e com o surgimento do periódico “*Ecological Economics*” em 1989 (Nobre *et al.*, 2002, p.194). No Brasil, os debates sobre a questão ambiental, consolidados pela Rio 92, ensejaram a criação, em 1994, da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECO-ECO).

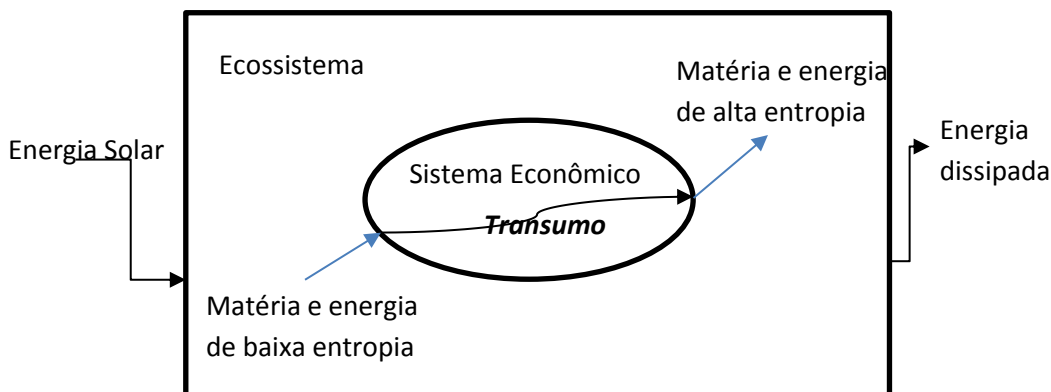
A abordagem da economia ecológica surge e se fortalece devido á conjuntura de crítica à economia ambiental neoclássica. Segundo Nobre *et al.* (2002), os modelos convencionais não tem se importado com os atributos biofísicos que integram e suportam o sistema econômico. Georgescu-Roegen (1971) argumenta que na escola neoclássica o processo econômico é visto

apenas como um sistema isolado e circular. Para Cechin e Veiga (2010), essa visão da economia prevaleceu até finais da década de 1960, sendo que a economia neoclássica abordava apenas o crescimento econômico, a mão de obra e o progresso técnico num enfoque individualista-utilitarista. Este autor argumenta, ainda, que mesmo Marx caiu na armadilha do fluxo circular da economia ao caracterizá-lo como um contínuo.

Georgescu-Roegen (1971) critica ainda o fato de que a representação usual do funcionamento do sistema não leva em conta os fluxos de entrada de saída no sistema econômico. Segundo ele, o esquema circular funcionaria como uma máquina contínua, contradizendo dessa maneira a segunda lei da termodinâmica (a lei da Entropia). Segundo Daly e Farley (2004), o *mainstream* apresenta excessiva ênfase nos fluxos monetários, ignorando o fluxo metabólico real, com a finalidade exclusiva de maximizar a utilidades das pessoas numa combinação ótima de bens e serviços.

Essas críticas fizeram com que uma nova visão pré-analítica sobre a relação entre meio ambiente e sistema econômico fosse construída. Em vez de se tratar o sistema econômico como circular e isolado, este deve ser aberto e contido em outro sistema fechado e mais amplo. Em outras palavras, o sistema econômico é um subsistema aberto totalmente submerso no ecossistema global, do qual é dependente (DALY e FARLEY, 2004).

Segundo Cavalcanti (2010), o sistema econômico (sistema aberto) é um subconjunto do ecossistema (sistema fechado), conforme é explicitado na figura 2, com entradas de matéria e energia de baixa entropia provenientes do ecossistema, incluindo serviços ecossistêmicos que passam por um processo de transformação e que logo são devolvidos ao ecossistema em forma de matéria e energia de alta entropia. Essa análise de fluxos de materiais em forma linear e unidirecional é o que Daly e Cobb. (1989) chamou de transumo, cuja finalidade última é a satisfação do chamado “fluxo psíquico”, que são os desejos e satisfações humanas, que seriam o fim último da economia (NOBRE *et al.* , 2002). Um ponto importante a se destacar neste tipo de abordagem é que explicitamente se reconhece a impossibilidade de reciclagem perfeita da matéria, numa clara alusão às ilações da lei da entropia. Nesta visão, há, portanto, uma interpretação diversa sobre o funcionamento do sistema econômico em relação ao esquema analítico neoclássico: para este, o funcionamento do sistema econômico é essencialmente mecânico, enquanto que para a economia ecológica o sistema econômico possui uma dinâmica de funcionamento termodinâmico.



Fonte: Cavalcanti (2010)

Figura 2. Modelo Biofísico do Sistema Econômico (fluxos de matéria e energia)

Para Aguilera e Alcántara (2011), a economia ecológica vem a ser um campo transdisciplinar e eointegrador, cujos fundamentos trazem impactos importantes no tratamento metodológico das interfaces entre sistema econômico e meio ambiente<sup>4</sup>. Além disso Nobre *et al.* (2002), localiza a economia ecológica no pensamento clássico e pré-socrático, para o qual a natureza é a fonte primordial da riqueza. É neste sentido que se estabelece dentro da economia ecológica uma hierarquização de objetivos, a saber:

- 1) Determinar as condições e *escalas* ecológicas para que as atividades econômicas sejam ecologicamente sustentáveis; 2) Determinar as condições para a *justa distribuição* dos recursos e direitos de propriedades, intra e intergerações [...] ou seja, as condições para uma sustentabilidade social; 3) com base nestas duas restrições acima, promover a *eficiência econômica* alocativa dos recursos, tanto aqueles internos quanto os externos ao mercado. (NOBRE *et al.*, 2002, p. 230)

Na visão de Cavalcanti (2010), a principal preocupação da economia ecológica é analisar a compatibilidade entre a expansão da economia e a sua base biofísica, por meio do conceito de capacidade de carga e de resiliência dos ecossistemas. Assim seria possível estabelecer o que seria o desenvolvimento sustentável desde a perspectiva econômico-ecológica, ou seja, a sustentabilidade das interações entre os sistemas econômicos e ecológicos, respeitando-se os limites do meio ambiente e compatibilizando-os com um padrão de vida que se considere justo e digno para todas as populações. Romeiro (2012) define o desenvolvimento sustentável pela interseção de três características a saber: “*para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente sustentado (ou eficiente), socialmente desejável (ou incluyente) e ecologicamente prudente (ou equilibrado)*”. (ROMEIRO, 2012, p. 65)

<sup>4</sup> Importante salientar que a economia ecológica não deve ser vista como uma vertente da economia nem da ecologia, sendo mais apropriado considerá-la como um campo de estudo.

Segundo Nobre et al (2002), o crescimento econômico pressiona constantemente a sua base física, o que sugere que não há espaço para a manutenção contínua de um processo de expansão física deste sistema. Esta visão foi originalmente formulada pelo matemático romeno Nicholas Georgescu-Roegen, para quem seria inevitável um processo de decrescimento. Para mergulhar ou aclarar a que se refere bem estar e o transumo, se tem a vertente com viés utilitarista neoclássica e a energética ecológica.

Na tabela 1, apresenta-se um resumo comparativo da economia ecológica e da economia ambiental neoclássica.

**Tabela 1. A Economia Ecológica e A Economia Ambiental Neoclássica**

<b>Economia Ecológica</b>	<b>Economia Ambiental Neoclássica</b>
Escala ótima	Alocação ótima e externalidades
Prioridade à sustentabilidade	Prioridade à eficiência
Satisfação de necessidades básicas e distribuição equitativa	Bem-estar ótimo ou eficiência de Pareto
Desenvolvimento sustentável (Global e Norte/sul)	Crescimento sustentável em modelos abstratos
Pessimismo com relação ao crescimento e existência de escolhas difíceis	Otimismo com relação ao crescimento e existência de opções “ganha-ganha”
Co-evolução imprescindível	Otimização determinística do bem-estar temporal
Foco no longo prazo	Foco no curto e e médio prazos
Completa, integrativa e descritiva	Parcial, monodisciplinar e analítica
Concreta e específica	Abstrata e geral
Indicadores físicos e biológicos	Indicadores monetários
Análise sistêmica	Custos externos e valoração econômica
Avaliação multidimensional	Análise custo-benefício
Modelos integrados com relações causa-efeito	Modelos aplicados de equilíbrio geral com custos externos
Racionalidade restrita dos indivíduos e incerteza	Maximização da utilidade e lucro
Comunidades locais	Mercado global e indivíduos isolados
Ética ambiental	Utilitarismo e funcionalismo

Fonte: Van den Bergh (2000, p. 9)

A tabela anterior apresenta que, para a economia ecológica, o principal objetivo de política deveria ser a busca da escala sustentável do sistema econômico. A categoria analítica de escala econômico-ecológica é, portanto, a principal diferenciação da economia ecológica em relação à economia ambiental neoclássica. Embora seja um conceito bastante difundido na visão econômico-ecológica, ainda existem sérias lacunas metodológicas acerca deste tema, principalmente no que tange à sua mensuração.

#### 1.4. A Curva de Kuznets Ambiental

É muito antiga a preocupação da relação entre crescimento econômico e meio ambiente, principalmente sob o prisma de quais são os obstáculos que o meio ambiente pode oferecer ao processo de expansão física do sistema econômico. Os primórdios desta preocupação podem ser encontrados na escola clássica de economia, conforme já descrito no início deste capítulo.

**Kuznets (1955)** <sup>5</sup>relacionou crescimento econômico e distribuição de renda, cujo resultado gráfico foi de uma curva no formato de “U invertido” o que identificou mudanças estruturais e de transição de uma economia agrária para uma economia industrial, ou seja, a um maior crescimento de renda, se tende a ter maior desigualdade porem chega-se num ponto onde essa desigualdade começa a diminuir, porém existem trabalhos que refutam essa ideia. Outras pesquisas após relacionaram a renda per capita com degradação ambiental e que mostra resultados similares aos obtidos com o formato da Curva de Kuznets.

Pelo menos desde a segunda metade do século XX, o foco da relação entre crescimento econômico e meio ambiente tem se dado sob a perspectiva da chamada Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Essa curva permite analisar a relação do crescimento econômico com a degradação do meio ambiente, ou seja, como a poluição (que é uma forma de degradação ambiental) evolui em função do crescimento do produto interno bruto *per capita*.

Biage (2013) aponta que a CKA foi denominada assim na década de 1990 num estudo feito por Grossman e Krueger (1991) para os Estados Unidos, onde o objetivo tem sido evidenciar a relação entre emissão de poluentes e o PIB *per capita*, cujo resultado foi uma curva em formato de “U invertido”. Carvalho e Almeida (2010) relatam que outros autores também

---

<sup>5</sup> A relação entre crescimento econômico e distribuição da renda pessoal em formato de “U–invertido”, observada inicialmente por Kuznets (1955) para os EUA, Grã-Bretanha e Alemanha, (ARRAES; DINIZ; DINIZ, 2006, p. 2).

corroboraram a hipótese da CKA com formato de U invertido como Panayotou (1993), Hilton e Levinson (1998), Khan (1998), Jones e Manuelli (1995) e Stokey(1998).

A hipótese subjacente a esta curva é que os indicadores de poluição aumentam num estágio inicial para depois e de acordo com um nível de renda se tornarem decrescentes, o que graficamente resulta em uma curva em formato de U invertido. Dito de outro modo, Restrepo (2004) afirma que no curto prazo o crescimento econômico gera uma maior degradação ambiental, embora no longo prazo, na medida que as economias são mais ricas e maduras, a situação ambiental tende a melhorar, ou seja a qualidade do meio ambiente melhora com o incremento da renda, pois os países têm mais renda para investir em tecnologias conducentes a esse fim. Outros fatores que podem ser apontados como amortecedores da degradação ambiental pelo crescimento econômico são:

“ i) elasticidade-renda positiva para qualidade ambiental; ii) mudanças na composição da produção e consumo; iii) aumento do nível educacional e consciência ambiental; e iv) sistemas políticos mais abertos.”(ARRAES,R; DINIZ, D;DINIZ, T, 2006, p. 7).

Segundo Carvalho e Almeida (2010, p. 5), o ponto de inflexão pode se dar pela interação dos efeitos escala, técnico e decomposição.

“É de se esperar que a pressão sobre o meio ambiente aumente conforme haja um aumento de produção (efeito escala). Essa maior pressão, entretanto, pode ser anulada pelo resultado dos outros dois efeitos. Pode ser que o crescimento econômico se dê primordialmente em setores que poluem menos (efeito composição) ou que os avanços tecnológicos na produção compensem o nível de produto maior (efeito técnico).

Segundo Lucena (2003), o modelo da CKA nos estudos iniciais de Grossman e Krueger (1991,1995) e outros autores é basicamente como se apresenta na equação (2)

$$E_{it} = \alpha + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \beta_3 Y_{it}^3 + \beta_4 t + \beta_5 V_{it} + u_{it} \quad \text{Equação (2).}$$

Sendo que:  $E$  é um indicador de sustentabilidade,  $\alpha$  é uma constante,  $Y$  é o PIB per capita,  $t$  é um elemento para tirar tendências de tempo,  $V$  é um vetor de quaisquer outros fatores que pode influenciar a relação entre  $E$  e  $Y$ ,  $u$  é o erro estocástico o os sub índices “ $i$ ,  $t$ ” representam os países e o tempo. Segundo o autor, pode-se obter quatro resultados de regressão o que gera também formatos diferentes, o que depende dos sinais dos coeficientes, que basicamente podem ser:

“1. Se  $\beta_1 > 0$  e  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , então a relação entre renda per capita e pressão ambiental é monotonamente positiva e linear, onde um aumento da primeira leva a um aumento constante da segunda.



2. Se  $\beta_1 < 0$  e  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , então a relação entre renda per capita e pressão ambiental é monotonamente negativa e linear.
3. Se  $\beta_1 > 0$  e  $\beta_2 < 0$  e  $\beta_3 = 0$ , então a relação entre renda per capita e pressão ambiental pode ser representada pela CKA. A partir dessa função quadrática com concavidade para baixo (na forma de “U invertido”) pode-se calcular o ponto de inflexão ( $Y^*$ ) igualando  $\partial E / \partial Y = 0$ , cujo resultado é:

$$Y^* = -\beta_1 / 2\beta_2.$$

4. Se  $\beta_1 > 0$  e  $\beta_2 < 0$  e  $\beta_3 > 0$ , a relação passa a assumir a forma de “N”. Nesse caso, a CKA representaria apenas um estágio dessa relação, antes que houvesse o “recasamento” a partir do segundo ponto de inflexão. “(LUCENA, 2003, p. 49).

Essa ferramenta (CKA) será usada nessa dissertação com o objetivo de estabelecer a relação entre crescimento econômico (PIB per capita) e sustentabilidade, diagnosticar qual é a trajetória de desenvolvimento (Sustentável ou insustentável) dos países BRICS mediante modelos econométricos que serão definidos no capítulo 3. No quadro 1 são apresentados outros trabalhos nos quais utilizou-se a Curva de Kuznets Ambiental com indicadores de degradação ambiental, outra lista pode ser encontrada em (CARVALHO, T; ALMEIDA E, 2010, p. 595-598)

No capítulo a seguir se definem os indicadores de sustentabilidade (Emissões de CO<sub>2</sub>, Pegada Ecológica, Fluxo de Materiais e Poupança Líquida Ajustada) a ser usados nos modelo de CKA no capítulo 3, cabe mencionar que alguns deles não são usualmente usados em pesquisas com a CKA como ferramenta, pelo qual os resultados não se limitam a testar o seu formato, também se há ou não essa relação entre crescimento econômico e sustentabilidade.

**Quadro 1. Estudos Empíricos sobre Curva de Kuznets Ambiental**

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Método</b>	<b>Delimitação espacial e temporal</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Conclusão</b>
A Hipótese da Curva de Kuznets Ambiental Global: Uma Perspectiva Econométrico-Espacial	Terciane Sabadini Carvalho Eduardo Almeida (Carvalho & Almeida, 2010)	MQO	Países protocolo de Kyoto 187 países Dados para o ano de 2004  Fonte de dados: <i>United Nations Statistics Division</i> – UNSD  <i>International Monetary Fund</i> – IMF).	-CO2 -PIB -Exportações, -Consumo de energia -Dummy: assinatura do protocolo de Kyoto	Resultados sugerem que existem evidências de uma CKA na forma de “U” invertido, Porém, a incorporação do termo cúbico para a renda revela que as emissões eventualmente voltam a aumentar em níveis muito elevados de crescimento, fazendo que a CKA global estimada apresente o formato de “N”. Outra descoberta foi a evidência de que os países que ratificaram o Protocolo reduziram significativamente suas emissões de CO2 per capita.
Evidências sobre curva ambiental de Kuznets e convergência das emissões	Ednilson Sebastião de Ávila Eliezer Martins Diniz	Series temporais em painel Usando CKA e convergência de emissões Teste de raiz unitária Cointegração Estimação do vetor de integração	Dados de 1972-2008 99 países  Fonte de dados: International energy Agency Pen World Table	-Emissões <i>per capita</i> de CO2 -Renda <i>per capita</i> -Taxa média de crescimento das emissões <i>per capita</i> -Poupança <i>per capita</i> -Taxa de depreciação efetiva	As estimações da curva foram sensíveis ao modelo escolhido. A estimação do modelo apontou evidências de convergência condicional das emissões <i>per capita</i> e da CAK. Quando se utilizou a metodologia de estimação da CAK, foi apontada uma curva no formato N, o que difere da curva no formato de U invertido.
Relação entre as emissões de CO <sub>2</sub> ,	Jacobo Campo Robledo	Dados em painel Testes de raízes unitárias	CIVETS: Colômbia, Indonésia, Vietnam,	-PIB per capita	No longo prazo, o crescimento econômico e o consumo de

o Consumo de Energia e o PIB: o caso dos CIVETS	Wilmer Olivares	Cointegração	Egipto, Turquia e África do Sul  Período de tempo: 1985-2007 Dados do Banco Mundial	-Consumo de energia por habitante -Emissões de $CO_2$	energia são determinantes do aquecimento global por meio do incremento nas emissões de $CO_2$ de. Finalmente, apresenta-se evidência empírica de uma Curva de Kuznets Ambiental para o grupo de países estudado, que permite demonstrar que os incrementos no PIB per capita incrementam as emissões de $CO_2$ , embora a partir de determinado nível de PIB as emissões diminuam
Desigualdade de Renda e Lixo Doméstico: o poder explicativo da CKA	Cristiano Penido	Estatística de regressão agrupada e individual. Se testou uma curva quadrática y uma logarítmica	A base de dados foi construída a partir de entrevista direta a consumidores em supermercados de Brasília	-Variáveis dependente: total, plástico, papel, papelão, Alumínio, vidro, aço e orgânico  -Variável dependente: PIB per capita	Existência de um comportamento logarítmico no crescimento de lixo doméstico em função do crescimento da renda per capita, também uma CKA ambiental. Com este estudo não pode se inferir que o lixo tenha um comportamento de CKA pois foi feito no lixo doméstico apenas.
Ensaio sobre a relação entre emissão de $CO_2$ e a renda global	Guilherme Diniz Irff	Dados em painel com efeitos fixos. Modelos com efeito threshold	1980-2008  Datos de la energy information administration  Divisão dos países de acordo a sua renda per capita	- $CO_2$ per capita -Abertura econômica -Densidade populacional -Progresso tecnológico -Efeito escala -Consumo de energia -PIB per capita	As evidências empíricas sugerem que a hipótese do “U”-invertido é, de fato, válida para os países desenvolvidos, renda <i>per capita</i> acima de US\$ 14.472,42. Para os países mais pobres (com faixas de renda <i>per capita</i> inferior a US\$ 14.472,42), a CKA para estes países apresenta forma de S.
Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento	Ronaldo A. Arraes Marcelo B. Diniz Márcia J. T. Diniz	Dados em painel Modelo MQO Correlação de variáveis Crossection	Região do África-subsaara	Variáveis: i) proporção da população sem abastecimento de água, isto é, o déficit em seu fornecimento;	<u>Resultados crossection</u> : verificou-se que somente as equações para a expectativa de vida e déficit de abastecimento

economico sustentável				<p>ii) proporção da população sem acesso à rede sanitária, ou seja, o déficit em seu fornecimento;</p> <p>iii) déficit na expectativa de vida em relação ao ideal;</p> <p>iv) déficit na alfabetização de adultos com relação ao ideal;</p> <p>v) emissão de dióxido de carbono <i>per capita</i> (CO2); vi) taxa de mortalidade.</p>	<p>de água, apresentavam erros homocedásticos. Assim sendo, no sentido de fazer a correção devida, as demais equações foram reestimadas, considerando erros robustos para heterocedasticidade.</p> <p><u>Correlação de variáveis:</u> Ressalte-se a correlação positiva entre CO2 <i>per capita</i> e taxa de mortalidade, há correlação positiva entre o déficit da provisão de água e de saneamento com a taxa de mortalidade</p> <p><u>Dados em painel:</u> Os resultados para dados em painel, para as variáveis selecionadas, confirmam aqueles do modelo <i>cross-section</i> dois últimos modelos um formato de “U” e não “U–invertido”.</p>
Sustentabilidade E Meio Ambiente No Brasil: Uma Análise A Partir Da Curva De Kuznets.	Alexandre Gervásio Sousa; Aracy Alves Araújo; Ricardo Bruno Nascimento Dos Santos; Francivane Teles Pampolha Dos Santos; Marcelo Bentes Diniz	<p>Modelo com dados em painel</p> <p>Modelo de Convergência</p>	Anos 1991 e 2000 Municípios brasileiros Os dados são provenientes do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil Feito na parceria entre o PNUD, o IPEA e a Fundação João Pinheiro.	<p>-Déficit em água potável,</p> <p>-Déficit em saneamento básico e</p> <p>-Déficit na coleta de lixo,</p> <p>-Outras variáveis: mortalidade infantil, déficit na alfabetização de adultos e expectativa de vida e renda <i>per capita</i>.</p>	Todos os resultados indicam que a hipótese da Curva Ambiental Kuznets não é válida, indicando que essa hipótese é limitada para explicar a questão ambiental e a sustentabilidade nos municípios brasileiros
Co2 E Crescimento Econômico: Um Análise Para As	André Luiz Andrade	MQO	1970-2005	<p>-CO2</p> <p>-PIB percapita</p> <p>-Consumo de combustíveis fosseis</p>	As evidências encontradas indicam que a relação entre as duas variáveis é linearmente crescente, não sendo possível

Emissões Dos Combustíveis Líquidos De Origem Fóssil No Brasil.					concluir pela existência de uma CKA para o caso estudado.
Estimativa De Uma Curva De Kuznets Ambiental Aplicada Ao Consumo De Energia E As Emissões De Carbono Do Brasil	André Frossard Pereira de Lucena	Series de tempo Análise de regressão múltipla	Brasil 1970-2003	-PIB -Consumo de energia final -Emissões de Co2 - consumo final de energia no Brasil, -volume de comércio (soma das importações e exportações  <i>dummy</i> para os anos <i>pós</i> 1996	As evidências encontradas indicam que o Brasil estaria no estágio intermediário, antes da transição para a parte descendente da curva, no que se refere ao consumo final de energia <i>per capita</i> , embora não seja possível confirmar a existência da CKA para essa variável. Para emissões de CO2, os resultados indicam uma relação linearmente crescente
Nível Tecnológico E Emissão De Poluentes: Uma Análise Empírica A Partir Da Curva De Kuznets Ambiental	Leonardo Andrade Rocha Ahmad Saeed Khan Patricia Verônica P. S. Lima	Métodos de regressão com dados em painel	Amostra de 102 países durante 1960-2000	-CO2 per capita. -Produtividade total dos fatores (Substitui o PIB) -Energia Elétrica per capita -Energia Bruta per capita -Intensidade do Valor Adicionado Taxa de crescimento populacional	Fica comprovada a relação U-invertido entre a emissão de dióxido de carbono e a PTF, ainda que controlando as variáveis do modelo
Environmental Impacts of North American free trade Agreement	Gene M. Grossman Alan B. Krueger	Dados em painel	52 cidades de 32 países Anos 1977, 1982, 1988	-Concentração de SO2 e partículas suspensas no ar -Dummies locais -Tendência de tempo -Variável de comercio	Se tem evidências de um estágio inicial da Curva de Kuznets Ambiental. Crescimento em altos níveis de renda é prejudicial
Economic Growth and the environment	Gene M. Grossman Alan B. Krueger	Dados em painel		-14 indicadores de poluição do ar e da água -Médias das variáveis PIB ao quadrado e ao cubo	Encontraram-se evidências da CKA para 11 indicadores de poluição.

## **CAPÍTULO 2: INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UM PANORAMA GERAL**

Este capítulo tem como objetivo principal apresentar um panorama geral sobre os desafios inerentes à tarefa de mensurar o desenvolvimento sustentável. O exercício empírico que será realizado no capítulo 3 fará uso de indicadores de sustentabilidade, fazendo necessário, portanto, um breve resgate sobre a origem dos indicadores, suas premissas e, principalmente suas limitações.

A fim de que se possam avaliar os impactos provocados pelas mudanças ambientais, é necessário fazer o uso de indicadores comparativos, uma vez que os indicadores econômicos não abarcam em seu cálculo os efeitos sociais ou ambientais de uma dada sociedade, ao passo que os indicadores ambientais não refletem impactos sociais e econômicos. Ou seja, ambos possuem limitações e é no sentido de superar estas limitações que os indicadores de sustentabilidade surgem como forma de integrar tanto aspectos ambientais e sociais, quanto econômicos.

A ideia da construção destes indicadores de sustentabilidade nasce originalmente de discussões durante a realização da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio 92) com a conclusão de que os indicadores comumente utilizados, como o Produto Nacional Bruto (PNB) ou Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), configuram-se em instrumentos imprecisos dos níveis de sustentabilidade. A proposta vem no sentido de definir padrões sustentáveis de desenvolvimento que contemplassem aspectos ambientais, econômicos, éticos, sociais e culturais, via a elaboração de indicadores que abordassem todos estes aspectos

No contexto do auge da discussão sobre desenvolvimento e meio ambiente e na conjuntura pós Rio 92 resulta a agenda 21, que no seu capítulo 40 recomenda a construção de certo tipo de indicadores para monitorar o desenvolvimento sustentável das nações. Segundo o documento, *“é preciso desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável que sirvam como base sólida para a tomada de decisões em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade autorregulada de sistemas integrados do meio ambiente e o desenvolvimento”* (CNUMAD, 1992, P.465). Para Veiga (2005), a Comissão para o Desenvolvimento sustentável da ONU começa a trabalhar nesse caminho de construção deste tipo de indicadores que resulta

na publicação de uma primeira tentativa que contém 143 indicadores que logo se reduzir a 57 no chamado livro azul.

Ainda segundo Veiga (2005), não é possível medir o desenvolvimento sustentável apenas por um índice, uma vez que este procedimento mostrar-se-ia contraproducente, além de pouco informativo e duvidoso. Por outro lado, há que se reconhecer que sem um indicador ou sistema de mensuração da sustentabilidade corre-se o risco de se usar exclusivamente indicadores de desenvolvimento que não considerem a questão ambiental. Neste sentido, o autor propõe usar vários indicadores que se complementem entre si e abordem de distintos pontos de vista a medição do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Rabelo e Lima (2007), os indicadores devem ser contextualizados conforme as características do espaço onde as análises são feitas<sup>6</sup>. Para tanto, é imprescindível ter uma noção clara e universal do conceito de desenvolvimento sustentável para arquitetar indicadores em quatro dimensões importantes: social, ambiental, econômica e institucional.

Os indicadores para mensurar o desenvolvimento sustentável, segundo Bellen (2002), devem ter como fator base indicadores de sustentabilidade que interligados com outros formam sistemas eficientes que refletem a realidade da relação meio ambiente e desenvolvimento econômico. Se por um lado se deve levar em conta que a agregação de indicadores pode trazer vantagens no aumento de conhecimento sobre a problemática ambiental, é preciso admitir também que a desagregação desses indicadores contribui para análises mais específicas em torno da toma de decisões particulares e na elaboração de políticas de ação em direções específicas.

Ainda conforme Bellen (2002), o objetivo fundamental de um indicador de sustentabilidade é de transmitir informações fidedignas e sobretudo expressar os princípios basilares do conceito de desenvolvimento sustentável. Para além disso, devem ser financeiramente viáveis, institucionalmente integráveis e, principalmente, devem estar ancorados em bases de dados acessíveis, regulares e confiáveis<sup>7</sup>.

Segundo Jesinghaus (1999), para arranjar os sistemas de indicadores para sustentabilidade é preciso seguir três passos: o primeiro é referente a um diagnóstico que implica na elaboração de um plano de projeto e os critérios de seleção. O segundo já é sobre

---

<sup>6</sup> Refere-se a diferenças nas características no espaço geográfico, diversidades culturais e particularidade políticas.

<sup>7</sup> Uma lista mais completas sobre os requisitos na construção de sistemas de indicadores pode ser encontrada em Meadows (1998).

cronogramas e objetivos, sendo o terceiro relativo à parte de socialização dos sistemas, da sua integração nas instituições e da sua legitimação.

De acordo com Krama (2008), Bellen (2002), Mibielli e Cavadas (2009), no quadro 2 apresentam-se propostas de sistemas de indicadores sobre desenvolvimento sustentável, cuja fonte principal é a Organização para o Desenvolvimento e a Cooperação Econômica (OECD, em inglês).

**Quadro 2. Sistemas de Indicadores sobre o Desenvolvimento Sustentável**

Sistema de indicadores	Observação
P-E-R Pressão-Estado-Resposta	Contém três tipos de indicadores sobre meio ambiente, grupos setoriais e de contabilidade ambiental. Os de pressão expressam os efeitos da atividade humana no uso dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos. Os de estado refletem a situação e qualidade do meio ambiente. Os de resposta dão uma visão da capacidade de reação da sociedade na solução da problemática ambiental. Esse sistema tem variantes: FER, que substitui a pressão pela força motriz, entendendo essa como a causa das pressões humanas sobre o meio ambiente; PEIR é o PER incluindo indicadores de impacto ambiental (I). FPEIR inclui força motriz e impacto.
Indicadores de biodiversidade	São 22 indicadores desenvolvidos para o Instituto Mundial de Pesquisas (WRI, em inglês), embora tenham que ser complementados com dados econômicos.
Fluxos de matéria e energia <i>Total material consumption (TMC)</i> <i>Total material input (TMI)</i>	Estabelecem informações referentes ao consumo de materiais e o seu impacto no capital natural e na biodiversidade.
Sistema de contabilidade ambiental e econômica integrada	Nesse sistema, a ONU (Organização das Nações Unidas) trata a questão ambiental no sistema de contas de ordem econômica com vistas a desenvolver políticas e planejamentos. Entre os seus objetivos estão os de diferenciar os investimentos em proteção ambiental e avaliações ambientais do tipo custo-benefício.
Monitoramento do progresso ambiental (MEP)	Desenvolvido pelo Banco Mundial, fundamenta-se na ideia que a sustentabilidade corresponde a uma riqueza <i>per capita</i> não decrescente. Além de uma contabilidade ambiental, o MEP inclui recursos humanos e infraestrutura social. Possui quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional.
<i>Global Reporting Initiative (GRI)</i>	Foi lançada pela coalizão de economias ambientalmente responsáveis em 1997 e propõe uma série de indicadores de desempenho que formam parte de relatórios de sustentabilidade a serem usados por diferentes tipos de organizações. Esses indicadores organizam-se em três dimensões: econômica ambiental e social
Indicadores do <i>World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)</i>	Os seus indicadores tem o objetivo de mensurar a eco eficiência das empresas com base em produtos e serviços que causam impactos ambientais. Podem ser gerais ou específicos.
Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial (RSE)	Desenvolvidos no 2000, servem como ferramentas pra as empresas lidarem com as externalidades sociais e ambientais resultantes da suas atividades.

Fonte: Bellen (2002), Krama (2008), Mibielli e Cavadas (2009)



Esta dissertação se propõe a trabalhar com 5 indicadores como ferramenta para determinar o padrão de sustentabilidade ecológica dos países BRICS. Tais indicadores se detalham como segue.

## 2.1 Pegada ecológica

Baseado na reflexão de que as atividades econômicas necessárias para proporcionar um mínimo padrão de conforto material digno para a espécie humana, há que se ter medidas que apresentem a magnitude da punção do sistema econômico sobre o meio ambiente. Esta tarefa é desafiadora e uma das principais inovações em termos de indicadores foi a chamada pegada ecológica (*ecological footprint*), juntamente com a biocapacidade (*biocapacity*).

Wackernagel e Rees (1995) propõem o conceito de “Pegada ecológica” (PE) com vistas à mensuração da sustentabilidade ecológica, ou seja medir a capacidade superficial terrestre necessária para suportar as atividades humanas no longo prazo (consumo, principalmente), além de garantir a vida das espécies e dos ecossistemas. De forma geral, seu conceito pode ser enunciado da seguinte forma:

A pegada ecológica é uma ferramenta de medição de desenvolvimento sustentável simples e de fácil entendimento e consiste no cálculo da área necessária para garantir a sobrevivência de uma determinada população ou sistema econômico indefinidamente: fornecendo energia e recursos naturais e assegurando capacidade de absorver os resíduos ou dejetos produzidos por tal sistema. (RIBEIRO *et al.*, 2007, p.3)

Segundo Figueiredo *et al.* (2008), a pegada ecológica procura calcular o número de “planetas terra” necessários para sustentar as necessidades humanas dado um estado de tecnologia. Desconsidera, porém, a capacidade do homem em regenerar recursos ambientais por meio de reciclagem ou algum outro tipo de inovação.

Segundo Moran *et al.* (2008), a PE descreve e quantifica a capacidade da biosfera usada nas atividades humanas. Para Veiga (2005), é a superfície tanto terrestre como aquática que provê os recursos naturais para a utilização no processo econômico como o espaço que recebe os rejeitos de tais atividades. O indicador é apresentado em hectares globais, à exceção do uso de água, por tratar-se de uma unidade volumétrica.

Segundo Bellem (2007), o método da pegada ecológica tem o objetivo de calcular o espaço ecológico para garantir a sobrevivência de uma determinada população no espaço-tempo. Para isso, é feita uma divisão do espaço bioproductivo: “áreas de pastagem, de floresta e

de cultivo, área de mar; terra de energia, terra pavimentada ou degradada e área para a proteção da biodiversidade” (CIDIN e SILVA, 2004, p. 50). A pegada ecológica usa variáveis tanto qualitativas como quantitativas que permitem fazer comparações em diferentes níveis espaciais e assim dar informação para aos *policy makers* sobre o rumo a seguir para relatar políticas sobre sustentabilidade ou avaliar a qualidade ambiental numa determinada região. Assim, as variáveis mais usadas no método da pegada ecológica são “área verde, área construída, combustível fóssil, resíduos, eletricidade, água, carne bovina, alimentos, áreas de ocupação ilegal” (KLEBA; FERNANDEZ, 2010, p. 3-4). O método de pegada ecológica pode ser definido pelos seguintes estágios, a saber:

- “a) Calcular a média anual de consumo de itens particulares de dados agregados, nacionais ou regionais através da divisão do consumo total pelo tamanho da população – consumo anual *per capita*;
- b) Calcular ou estimar a área apropriada *per capita* para a produção de cada um dos principais itens de consumo, selecionados a partir da simplificação considerada, através da divisão do consumo anual *per capita* (Kg/capita) pela produtividade média anual (Kg/ha);
- c) Calcular a área da pegada ecológica média por pessoa através da soma das áreas apropriadas *per capita* por item de consumo de bens ou serviços calculados na alínea b;
- e
- d) Calcular a área da pegada ecológica total através da multiplicação da área da pegada ecológica média por pessoa pelo tamanho da população total.”(RIBEIRO *et al.*, 2007, p.4)

Esse método tem vantagens e desvantagens; Cidin e Silva (2004) dizem que uma vantagem é que proporciona informação sobre os ganhos ambientais de um espaço delimitado geograficamente. Outra vantagem, de acordo com Kleba e Fernandez (2010), pode ser sua facilidade de se adaptar às leis da física, por exemplo a lei de balanço de massas, o que se entende como uma visão interdisciplinar. Não obstante a isso, o método também tem suas limitações, como o fato de se centrar apenas no aspecto ecológico, deixando de lado aspetos sociais e econômicos. Além disso, foca nos recursos renováveis, deixando de lado análises importantes sobre os não renováveis pelo qual precisa de outro indicador complementar para ser mais objetivo (KLEBA e FERNANDEZ, 2010)

Nessa dissertação propõe-se usar esse indicador pelo fato de ser de fácil acesso, além de ser um indicador bastante utilizado em análises de cunho ambiental. Os dados permitem fazer

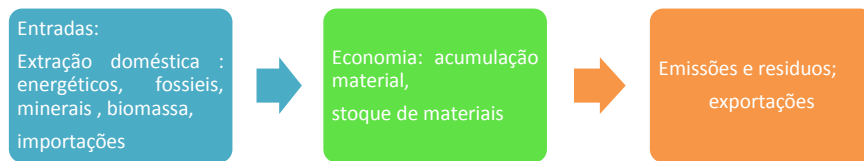
comparações entre nações e, portanto, permitem conclusões acerca da intensidade da pressão humana sobre os ecossistemas.

## 2.2 Contabilidade de Fluxo de materiais

Gonzáles (2010) assegura que a contabilidade de fluxo de materiais permite analisar a base material dos sistemas econômicos, ou seja, contabilizar os materiais que entram e saem do sistema, respeitando a primeira lei da termodinâmica (conservação da matéria). Esse enfoque permite obter indicadores de fácil compreensão que explicam a dimensão física (ou biofísica) da economia de um país, contabilizando todos os materiais: biológicos, minerais e energéticos, omitindo-se a água e o ar, pois esses constituem a maior parte da massa do metabolismo industrial. De acordo com Vallejo (2006), a contabilidade de fluxos de materiais permite identificar o sistema econômico como um subsistema do meio ambiente com entrada de matéria de energia como insumos e saídas em formas de rejeitos e calor dissipado, além de mercadorias. Essa ideia é reforçada por Georgescu Roegen (1976), que concebe o sistema econômico como um organismos vivo com base no que ele chama de metabolismo social (ou sociometabolismo), que vem a ser a mesma concepção de entradas e saídas de materiais exposta por Vallejo (2006).

Segundo Eurostat (2001), a contabilidade de fluxos de materiais permite mensurar em toneladas métricas a quantidade de matérias-primas extraída em território nacional (Biomassa, minerais, combustíveis fósseis, importações e exportações) e assim pôr em relevo a realidade ambiental e a sua relação com o sistema econômico em nível nacional. Segundo Porto e Martinez-Alier (2007), a contabilidade de fluxos de materiais é uma metodologia: “(MEFA – *material and energy flow accounting*), que associa os fluxos biofísicos com a operação de sistemas socioeconômicos para regiões durante certa escala temporal”. (PORTO e MARTINEZ-ALIER, 2007, p 506)

Na figura 3, apresenta-se o modelo básico do fluxo de matérias, o que quer dizer que com a metodologia da contabilidade de fluxos de materiais pode-se calcular tanto os fluxos de entrada como os de saída. Neste trabalho utiliza os fluxos de entrada, uma vez que os dados são de fácil acesso.



Fonte: Elaboração própria com base em Eurostat (2001).

Figura 3. Modelo Básico de Fluxos de Materiais

De acordo com Fischer-Kowalski *et al.* (2011), nos fluxos de entrada temos que diferenciar entre fluxos de materiais usados, ou seja, aqueles que tem um valor econômico e os fluxos de materiais não usados ou ocultos, aqueles que não fazem parte do intercâmbio comercial, embora sejam o resultado do processo de extração e fabricação de matérias úteis. Outra distinção que precisa ser considerada é entre fluxos de materiais diretos e indiretos. Fluxos diretos referem-se à massa real do material ou produto e, portanto, não consideram as necessidades de material cumulativos ao longo de cadeias produtivas. Os fluxos indiretos indicam todos os materiais necessários ao longo de uma cadeia de produção para a fabricação de um produto. No MFA (*material flow accounting*), esses fluxos indiretos também são referidos como "fluxos ocultos" de "materiais incorporados." Fluxos indiretos podem compreender ambos os materiais utilizados e não utilizados.

Nessa dissertação usou-se a extração total de materiais em termos per capita e que tem incluso biomassa, combustíveis fósseis, ouro, minerais da indústria e da construção.

### 2.3 Emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

As atividades humanas ligadas à utilização de combustíveis fósseis e o processo do uso intensivo dos solos florestais geram grandes emissões de gases de efeito estufa (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), metano, óxidos de azoto entre outros). O CO<sub>2</sub>, o principal poluidor do setor industrial, tem o maior nível de responsabilidade quantitativa no efeito estufa e por consequência na elevação da temperatura do planeta, causando vários fenômenos deletérios, como o derretimento dos glaciares árticos e o consequente aumento do volume dos mares. Além disso, outras consequências podem ser elencadas, como a mudança

do padrão das correntes marítimas, fenômenos climáticos extremos, como secas prolongadas ou estações úmidas anormais, com possíveis impactos na dinâmica produtivas dos países, principalmente aqueles decisivamente dependentes da produção agropecuária.

Segundo Alcântara e Padilla (2005), os acordos como o protocolo de Kyoto estabelecem a diminuição para os países do Anexo I<sup>8</sup>, nas suas emissões globais de gases de efeito estufa em 5,2% para o a média das emissões do período 2008-2012, embora cada país ou grupo de países tivessem objetivos diferentes. A redução das emissões nos países mais ricos poderiam ser compensadas por aumentos consideráveis nos países em desenvolvimento.

Conforme as informações do Banco Mundial e com o objetivo de padronizar a mensuração das emissões de CO<sub>2</sub>, propõe-se usar nesta dissertação o indicador de emissões de CO<sub>2</sub> assim definido: “as emissões de dióxido de carbono são os decorrentes da queima de combustíveis fósseis e da fábrica de cimento. Elas incluem o dióxido de carbono produzido durante o consumo de combustíveis sólidos, líquidos e gases combustíveis e queima de gás”(Banco Mundial, 2016). Nesse indicador as unidades usadas são as quilotoneladas.

Hilgemberg (2004) propõe o seguinte método para quantificar as emissões de CO<sub>2</sub>:

“O procedimento usual para avaliar as emissões de CO<sub>2</sub> tem sido estimar o uso de energia pelas indústrias e consumidores finais por médio de um modelo insumo-produto de energia e, a partir de coeficientes de conversão, estimar as emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes. Logo, o cálculo da emissão de CO<sub>2</sub> é feito aplicando-se coeficientes de emissão sobre as intensidades do consumo de energia’. (HILGEMBERG 2006, p 53).

## 2.4 Poupança Líquida Ajustada

Na discussão sobre sustentabilidade e crescimento econômico, Rodrigues e Lobejon (2015) apontam que o desenvolvimento econômico tem que ser um processo de manutenção e/ou aumento da riqueza, entendendo-se por este termo não apenas os bens que se produzem, também os recursos naturais. Segundo Figueiredo *et al.* (2008), o Banco Mundial no ano 2006 diferenciou três tipos de riqueza: capital Construído, que são edifícios, equipamentos e qualquer infraestrutura; capital natural, que são áreas cultiváveis, floresta, minerais, energia e o capital intangível, que constituem os recursos humanos e a qualidade institucional. Daí surge algumas

---

<sup>8</sup> O Anexo I está integrado por os Países que eram membros da OCDE quando se assinou o convênio sobre o Marco da Mudança Climática, incluindo a União Europeia, e os países da União Soviética. (ALCANTARA e PADILLA, 2005, p .21, Tradução livre)

estimativas para mensurar a riqueza, tanto econômica como ambiental e assim avançar nas políticas sobre desenvolvimento sustentável, tendo como foco principal o estoque de recursos naturais e o que se chama de poupança genuína, que, segundo Figueiredo *et al.* (2008), procura identificar a poupança líquida que permite aumentar a riqueza, ou seja, a poupança líquida considera os recursos naturais e humanos como os geradores da riqueza dos países.

Veiga (2009) explica o método proposto pelo Banco Mundial para o cálculo da poupança ajustada da seguinte maneira:

“Começa-se por subtrair o consumo de capital fixo da poupança interna bruta. Em seguida, são adicionados os investimentos em educação. E, finalmente, são subtraídas as principais manifestações da minguagem do capital natural (redução dos recursos energéticos, minerais e florestais, e danos causados pelas emissões de dióxido de carbono).” (VEIGA, 2009, P.423)

Figureido *et al.* (2008) faz uma interpretação matemática e estabelece a relação entre os fatores a considerar mencionados anteriormente equação (3):

$$PN - CPF = PNL + DE - De - DM - DLF - DCO_2 - DP = PLA \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo PN é poupança nacional bruta, CPF consumo de capital fixo, PNL poupança nacional líquida, DE as despesas em educação, De a degradação energia, DM a degradação mineral, DLF a degradação líquida da floresta, DCO<sub>2</sub> os danos pelas emissões de CO<sub>2</sub>, DP os danos pelas emissões de partículas e PLA a poupança líquida ajustada.

Rodrigues e Lobejon (2015) explicam que o resultado pode ser positivo, negativo ou zero. Se for positivo significa que se tem crescimento da riqueza, ou seja um aumento no bem-estar da sociedade; se negativo quer dizer que a economia em análise tende à insustentabilidade e que o uso dos recursos naturais e os danos da contaminação são maiores que o capital físico e social. Tais interpretações podem ser enganosas, uma vez que não necessariamente a PLA positiva significa desenvolvimento sustentável, pois há que se ter em conta as exportações e importações de recursos naturais entre os países. Em outras palavras, um país exportador de recursos naturais tende a ter resultados de insustentabilidade no seu cálculo de PLA, enquanto que um país importador pode ter ganhos de PLA.

Esses quatro indicadores serão usados nos modelos econométricos com a Curva Ambiental de Kuznets como ferramenta para relacionar crescimento econômico e sustentabilidade nos países BRICS. Assim no seguinte capítulo se faz uma explanação dos BRICS e dos resultados obtidos após regressões.

### **CAPÍTULO 3: APRESENTAÇÃO DE DADOS SOBRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA NOS BRICS**

Nesse capítulo apresenta-se num primeiro lugar uma contextualização dos países BRICS em quanto ao seu surgimentos como a sua importância Geoeconômica. São apresentados também os países por individual. Nas seções seguintes são sobre os procedimentos econométricos usando a CKA, a discussões de resultados e por último se mostra uma tabela com os casos onde se testa ou não um formato de Curva de Kuznets Ambiental.

#### **3.1 Os BRICS em contexto**

O cenário da pós segunda guerra mundial deu origem a um mundo de poder bipolar representado pelos Estados Unidos e a União de Repúblicas Soviéticas Socialistas (URSS), além de instituições de financiamento internacional. Tais instituições têm lastro no chamado Sistema Bretton Woods, sendo exemplos o Fundo Monetário Internacional (FMI), o Banco Mundial e o Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT, predecessor da Organização Mundial do Comércio, oficialmente criada em 1995) regidos por iniciativas dos países com maior capacidade de barganha naquela época representados pelo G7 (Estados Unidos da América, Japão, Alemanha, França, Reino Unido, Canada e Itália). Após o fim da chamada Guerra Fria e a queda da URSS, as relações internacionais tenderam a seguir padrões estabelecidos pelos Estados Unidos, situação que pode ser alterada dada a emergência de novas economias caracterizadas por um rápido processo de *catching up*, o que pode configurar uma nova ordem mundial de poder multipolar.

A emergência de tais economias certamente tem sido a novidade do início do século XXI e foi apresentada no artigo “*Building Better global economics BRIC's*”, no qual foi apresentada pela primeira vez a sigla que juntaria num grupo o Brasil, Rússia, Índia e China. Em tal artigo, elaborado por O'Neill (2001)<sup>9</sup>, segundo Milan et al (2015), afirma-se que este grupo poderia converter-se numa das principais fontes de crescimento econômico mundial e assim superar o tamanho de economias como as do grupo G7. Cortés e Mauro (2013) afirmam que o surgimento dos BRIC trouxe consigo grandes oportunidades de taxas de retornos à inversão nesses países. De acordo com Real (2015), a África do Sul foi a última nação em se integrar ao grupo às vésperas de sua terceira cúpula anual em 2011, representando esse país não

---

<sup>9</sup> Diretor do Goldman Sachs na época

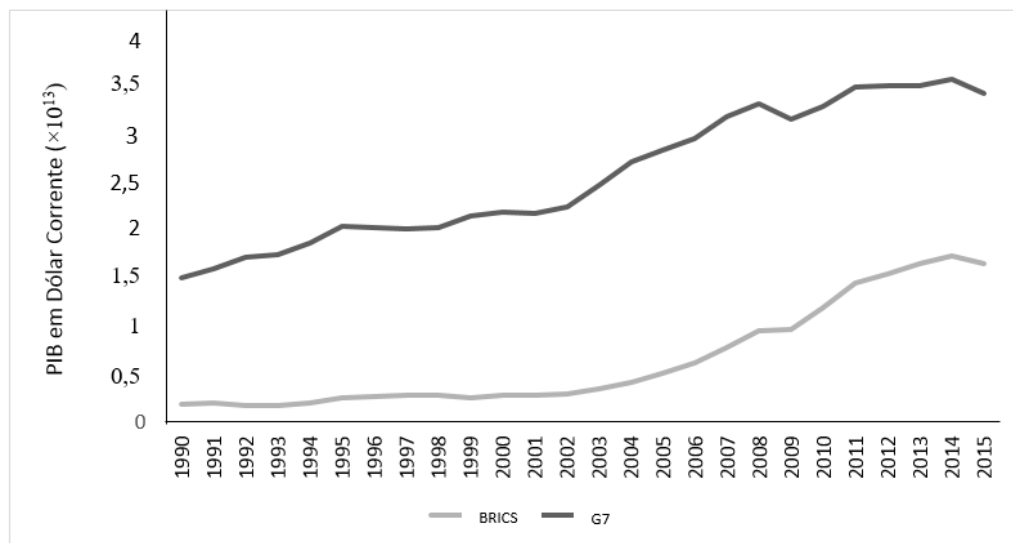
apenas interesses econômicos, mas também uma importância geoestratégica no continente africano.

Segundo De França et al (2014), os países do BRICS complementam-se pelas suas atividades econômicas: o Brasil é um importante detentor e exportador de matérias primas, Rússia caracteriza-se por serviços e recursos energéticos (petróleo e gás natural), a China tem uma elevada participação no setor manufatureiro e a Índia no setor de serviços intensivos em tecnologia. A África do Sul, por sua vez, tem importância na produção de alimentos, matérias-primas para a China, além da exploração de minerais. A sua inserção no grupo pode permitir o crescimento da China sem comprometer a inflação mundial. Assim, é possível observar uma potencialidade no intercâmbio de recursos, cooperação técnica e científica além de acordos comerciais que promovam o desenvolvimento econômico social e cultural desse países (BESHARATI e STEVES, 2015).

Conforme os dados do Banco Mundial (2016), os BRICS em conjunto representam 42 % da população mundial, 29 % do território do planeta, 26 % do território agrícola e o 40 % das florestas globais. São responsáveis por 42 % das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e, Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA em inglês) esses países são responsáveis por 35% do consumo mundial de energia.

Na figura 4 acima apresenta-se o Produto Interno Bruto (PIB) das economias dos BRICS comparado com o do G7. Observa-se que, embora o PIB conjunto dos BRICS seja inferior em termos absolutos ao conjunto das economias do G7, a partir de 2000 os BRICS mostram um rápido processo de *catch up*, além do que no pós crise de 2008 o grupo BRICS mostrou uma rápida recuperação. De acordo com Wilson e Purushothaman (2003) os BRICS superarão ao G7 no ano 2040 aumentando de essa maneira o seu poder de inserção no âmbito internacional.

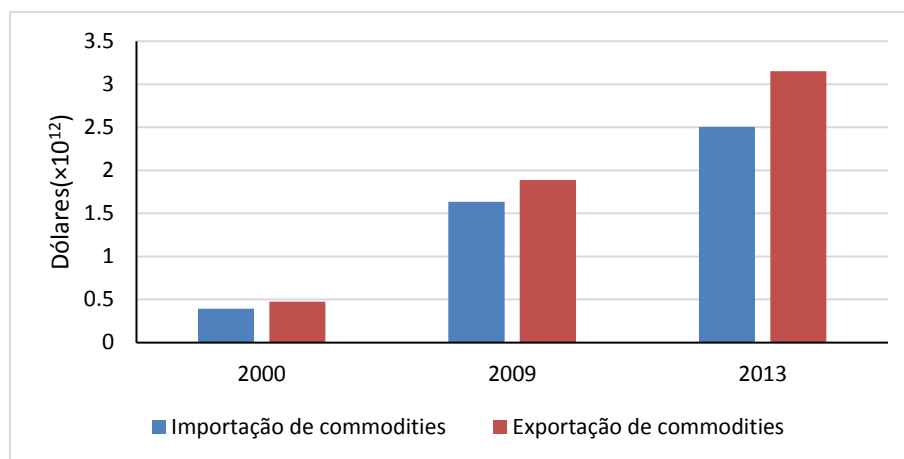




Fonte: Banco Mundial (2016)

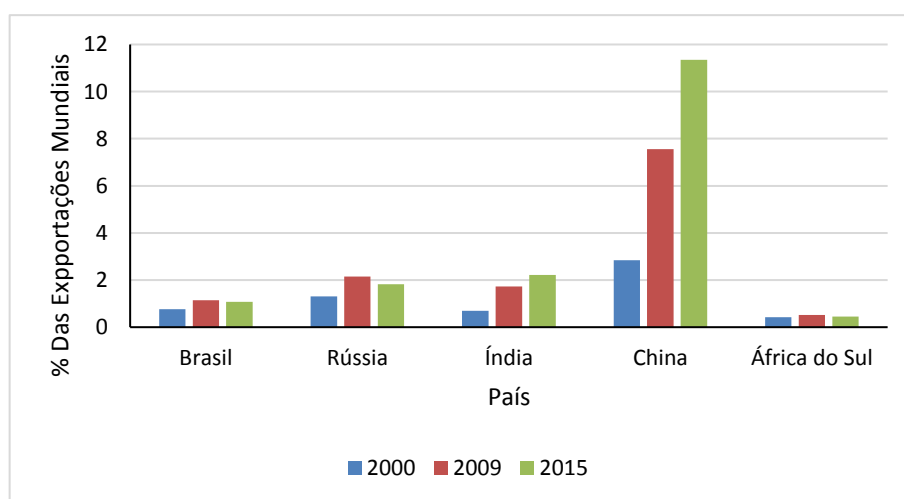
Figura 4: Produto Interno Bruto (PIB): BRICS e G7 (1990-2014)

Na figura 5 pode-se observar que as exportações e importações de *commodities* têm aumentado significativamente, inclusive no pós crise de 2008; respeito às importações agregadas desse conjunto de países no ano 2000 foram de US\$ 394 bilhões, em 2009 de US\$ 1,6 trilhão e em 2013 de US\$ 2,5 trilhões. As exportações no ano 2000 foram de um valor de US\$ 4,7 bilhões, em 2009 de US\$ 1,8 trilhão e em 2013 de US\$ 3,1 trilhões. Este crescimento pode ser explicado na sua maior parte pelo crescimento das exportações da China como é observado na figura 6, pela qual se observa que a China é o motor de crescimento do grupo, apresentando em conjunto um crescimento vertiginoso no ano de 2015 em relação a 2009. Para o Brasil a porcentagem da sua participação nas exportações mundiais foram: no ano 2000 de 0,76 %, em 2009 de 1,13 % e em 2015 de 1,08 %; no caso da Rússia: no ano 2000 foi de 1,3 %, em 2009 de 2,15 % e no 2015 de 1,82 %; para a Índia: no ano 2000 foi de 0,69 %, em 2009 de 1,72 % em 2015 de 2,21 %. Para a China: em 2000 sua participação no comercio mundial foi num porcentagem de 2,84%, em 2009 de 7,55 % e em 2015 de 11,34 %. No caso da África do Sul: em 2000 foi de 0,42 %, em 2009 de 0,51 % em 2015 0,45 %. A África do Sul apresenta um comportamento estável, enquanto que Rússia e a Brasil apresentam uma tendência de ligeira queda em 2015. A Índia, embora ainda em um patamar inferior ao caso chinês, apresenta uma tendência de crescimento na sua participação nas exportações mundiais de bens e serviços



Fonte: Nações Unidas (2016)

Figura 5: Exportações e importações de commodities (milhões de dólares): BRICS (anos selecionados)

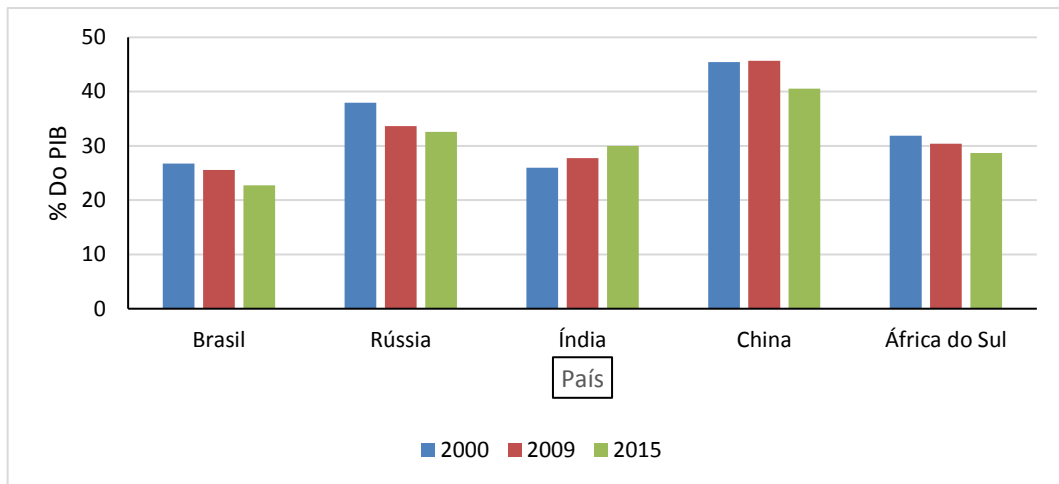


Fonte: Banco mundial (2016)

Figura 6: Participação (%) nas exportações mundiais de bens e serviços: BRICS (anos selecionados)

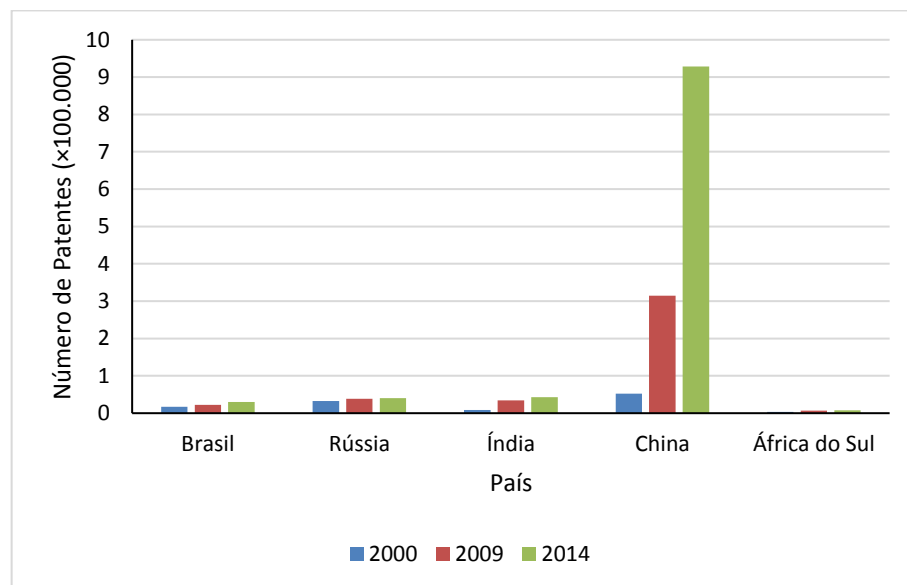
A figura 7 abaixo diz respeito ao valor agregado da indústria dos países dos BRICS em relação ao seus respectivos PIB's. Ao se levar em consideração o conceito tradicional de desindustrialização (ROWTHORN e RAMASWAMY, 1998) – e com base apenas neste indicador –, há indícios de que Brasil, Rússia e África do Sul apresentam este fenômeno, que pode ser considerado precoce ou não em função de particularidades de cada país e seus respectivos níveis de desenvolvimento socioeconômico. Único país do grupo que ainda apresenta uma representação industrial acima dos 40% é a China, muito embora em 2015 esta participação tenha se reduzido. A Índia é o único país que apresentou crescimento da

participação industrial nos três anos analisados. Por fim, a figura 8 apresenta o número de patentes por país, destacando-se a proeminência chinesa neste tema.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 7: Participação relativa do valor agregado da indústria no PIB (%): BRICS (anos selecionados)



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 8: Número de patentes: BRICS (anos selecionados)

Dada a heterogeneidade interna desse grupo, faz-se necessário analisar os motivos pelos quais se pode considera-los como um grupo. A tabela 2 apresenta estatísticas de casos nos quais esses países têm sido convergentes ou divergentes em decisões na Assembleia Geral das Nações Unidas, ressaltando que, na média, em 61% dos casos os países BRICS têm coincidido no seus

votos, entendendo que divergem no caso em que qualquer um vote diferente dos demais. Esta situação de convergência pode apontar para uma possível comunhão de interesses entre estes países quando se trata de temas globais.

Na tabela 3 são observadas a porcentagem dos casos nos quais cada país foi o responsável pela divergência, Em síntese , segundo Neto e Cintra (2015) os temas de disparidade nas votações da Assembleia Geral da ONU são: questão nuclear, direitos humanos, segurança e controle de armamentos, Palestina e Oriente Médio, desenvolvimento e Sistema ONU ; sendo que a questão nuclear é o tema que mais divide os discursos e as votações dentre esses países.

**Tabela 2. Comportamento dos BRICS na Assembleia Geral das Nações Unidas (ANU) (2003-2012)**

Ano	Convergente	Divergente	Total	Convergente %
<b>2003</b>	43	33	76	56
<b>2004</b>	44	28	72	61
<b>2005</b>	44	30	74	59
<b>2006</b>	57	30	87	65
<b>2007</b>	50	27	77	64
<b>2008</b>	45	28	73	61
<b>2009</b>	43	26	69	62
<b>2010</b>	38	24	62	61
<b>2011</b>	42	23	65	64
<b>2012</b>	41	27	68	
<b>2003-2012</b>	447	276	723	61

Fonte: (NETO; CINTRA, 2015 p.23)

**Tabela 3. Quantidades de casos em que cada país dos BRICS é responsável pelo voto divergente AGNU 2003-2012**

País	Casos	Porcentagem
<b>Rússia</b>	87	32
<b>Índia</b>	62	22
<b>Brasil</b>	29	11
<b>China</b>	8	3
<b>África do Sul</b>	5	2
<b>Pares de Países</b>	85	31
<b>Total</b>	276	100

Fonte: : (NETO; CINTRA, 2015, p.24)

Dada a convergência na tomada de decisões dos BRICS, é indispensável ponderar sobre a sua atuação no sistema internacional e os eixos de atuação destes países, que se resume basicamente a três pontos, segundo Real (2015), Marinho da Silva (2012) e Neto e Cintra (2015), conforme descritos a seguir.

O primeiro é a reforma do Conselho de Segurança da ONU; a Rússia e a China são membro permanentes do conselho ao contrário da África do Sul, o Brasil e a Índia, estes dois últimos com fortes empenhos de se tornar parte dessa instituição.

O segundo é o referente à cooperação para o desenvolvimento e parceria econômica<sup>10</sup>, tendo como foco a ciência, tecnologia e inovação, além de acordos para um desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza visando ao cumprimento das metas do milênio [hoje Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)].

Neste ponto, cabe ressaltar a estrutura de governança nas tomadas de decisão do grupo BRICS. Segundo Pereira (2014), os BRICS não são um bloco econômico, mas tem sua coesão mediante cúpulas anuais onde se promove o debate e acordos comerciais importantes. Segundo Castillo Merida (2014), a primeira cúpula foi em Ecaterimburgo, na Rússia em 2009, marcada pela demonstração do seu poderio econômico ante à comunidade internacional. Na segunda cúpula, realizada em Brasília em 2010, alguns acordos comerciais entre Brasil e a China foram alcançados, entre eles a venda de 200 mil barris diários de petróleo e a construção de um complexo siderúrgico em Porto Açu (RJ) por parte de uma transnacional chinesa. Além disso, iniciou-se neste momento a discussão sobre as instituições de financiamento internacional. Na terceira cúpula, em Sanya (China, 2011), além da incorporação da África do Sul, os BRICS propõem um novo sistema monetário liderado por eles. As demais cúpulas<sup>11</sup> trataram temas sobre terrorismo, governança global, mudança climática, tecnologia e seguridade energética.

O terceiro ponto de convergência na ação dos BRICS refere-se às mudanças no sistema tradicional de financiamento internacional, basicamente o Fundo Monetário Internacional (FMI) e a Organização Mundial do Comércio (OMC)), que são instituições do sistema Breton Woods do pós Segunda Guerra Mundial e que têm sido controladas por um grupo pequeno de países (REAL, 2015). Tal situação tem sido criticada pelas economias emergentes, pois países

---

<sup>10</sup> “Cooperação para o desenvolvimento será entendida de um modo abrangente como transferência de recursos financeiros, informações e experiências de um país a outro”(Neto & Cintra, 2015, p. 29).

<sup>11</sup> Nova Deli (Índia, 2012); Durban (África do Sul, 2013); Fortaleza (Brasil, 2014); Ufã (Rússia, 2015) e Goa (Índia, 2016).

como Itália e Canadá tem maior representatividade do que a China e a Índia, por exemplo. Além disso, embora a magnitude dos fundos de empréstimo tenha aumentado, o acesso ainda continua restrito a um pequeno número de países. Tomando em conta que existe um procedimento para o cálculo de cotas de votos, este não se reflete na prática, pois tais cotas são resultado de negociações políticas, gerando assim uma sobrevaloração da situação de alguns países cujas economias no âmbito mundial tem menor peso do que as economias emergentes como os BRICS. As reformas a este sistema de cotas permanecem bloqueadas pelos Estados Unidos, que precisam manter pelos menos 15 % (ele tem 16,5 %) da sua participação e assegurar assim o direito de veto.

Em resposta a essa situação, os BRICS criam o Novo Banco de Desenvolvimento (NBD), cuja iniciativa começou na cúpula de 2013 e os seus acordos formalizaram-se em 2014. Além desta nova instituição, também foi criado um Arranjo Contingente de Reservas (ACR):

O NBD tem como meta mobilizar recursos para projetos de infraestrutura e desenvolvimento sustentável nos BRICS e em outras economias emergentes e em desenvolvimento. Seu capital inicial autorizado é de US\$ 100 bilhões, e o capital inicial subscrito é de US\$ 50 bilhões, dividido igualmente entre os membros fundadores. Sua sede será em Xangai, devendo entrar em operação em 2016[...]O ACR, por sua vez, possui montante também de US\$ 100 bilhões, com o objetivo de precaver os países diante de perturbações e pressões de curto prazo reais ou potenciais sobre seus balanços de pagamentos”(NETO; CINTRA, 2015, p30)

Castillo-Merida (2014) explana os aportes de cada país ao Banco: Brasil, Rússia e Índia aportaram US\$ 18 bilhões cada um enquanto que a China ingressou com US\$ 41 bilhões e a África do Sul com US\$ 5 bilhões. Ainda de acordo com a autora, não fica claro que tipo de projetos serão financiados por esses fundos, além do que não estão especificadas quais tipos de restrições serão feitas para outros países e se de fato – conforme algumas interpretações dos estatutos – podem ser excluídos aqueles países que não são afins a algum dos países BRICS.

A criação deste mecanismo de financiamento pode se configurar em uma das grandes inovações institucionais em nível global desde a crise de 2008. Em seu conjunto, os BRICS têm um grande poder de barganha que desafia potências tradicionais, como os Estados Unidos, e blocos econômicos, como a União Europeia. Não obstante a isso, é necessário reconhecer que individualmente cada país enfrenta problemas internos que podem dificultar a atuação coordenada do grupo. As subseções seguintes trazem uma breve análise individual de cada país

com base em indicadores selecionados. O objetivo é apresentar a evolução socioeconômica e ambiental de cada país desde fins do século XX e início do século XXI.

### **3.1.1 Brasil**

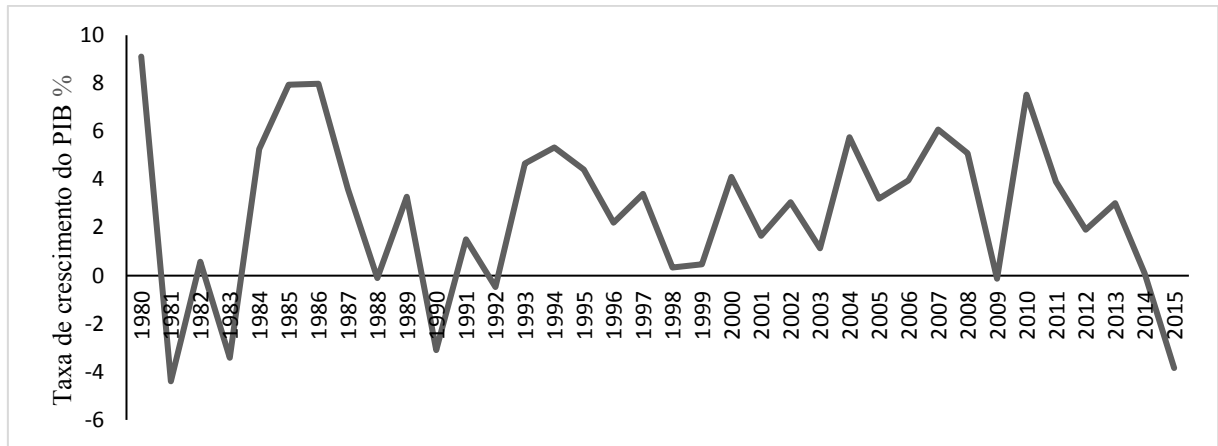
Atualmente, o Brasil com uma população de 205,823 milhões de habitantes<sup>12</sup>. Desde o início da segunda década do século XXI o país vem enfrentando problemas econômicos e políticos importantes, com um forte recrudescimento nos últimos dois anos. O processo de *impeachment* finalizado em 2016 resultou no afastamento da presidente eleita Dilma Rousseff e na instauração de um governo interino presidido por Michel Temer, cujo mote principal centra-se na realização de importantes reformas institucionais com vistas a alavancar o crescimento econômico brasileiro.

Com estatísticas da CIA (2016) para o ano de 2016, o Brasil estava na posição de oitava economia do mundo, com uma taxa real de crescimento de -3,3 % e um PIB (para o ano de 2015) de cerca de US\$ 1,77 trilhões cuja composição é assim distribuída: 6,3 % do setor agrícola, 21,8% originados na indústria e 72% provenientes dos serviços; o consumo doméstico representa o 62,5 % do PIB. O país conta com uma força laboral de 110,4 milhões de pessoas e uma taxa de desemprego de 12,6 %. A porcentagem da população abaixo da linha de pobreza é de 21,4 %, sendo que cerca de 4% vivem na situação de pobreza extrema. A dívida externa brasileira no 2016 era de cerca de US\$ 544,1 bilhões e uma dívida pública que representava aproximadamente 75,4 % do PIB e uma taxa de inflação de 8,4 %.

A figura 9 apresenta as taxas de crescimento do PIB brasileiro no período 1980-2015. Observa-se o crescimento de 7.5 % no ano de 2010 e uma queda em 2015 (-3.8 %), representando a segunda menor taxa de crescimento do país em todo o período analisado (atrás apenas da queda de 4.39% no PIB brasileiro ocorrida em 1981). Em termos médios, o Brasil apresentou um crescimento de 2,2% na década de 1980, 2,3% nos anos 1990, 3,6% no período 2000-2010 e 0,94% entre os anos de 2011 e 2015.

---

<sup>12</sup> Até Julho de 2016, segundo a CIA (2016).

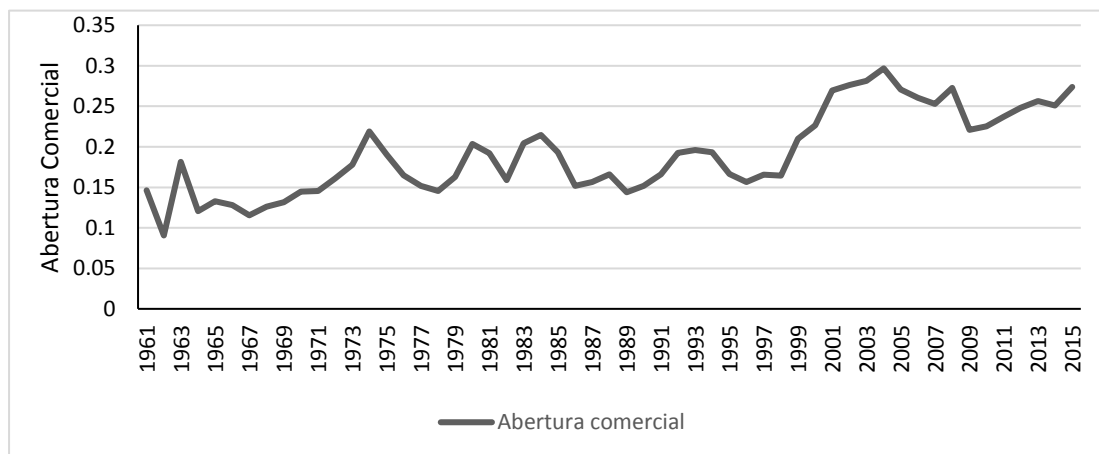


Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 9: Taxas de crescimento anual do PIB: Brasil (1980-2015)

De acordo com Taques et al (2015), a chamada década perdida (anos 1980) caracteriza-se pelas baixas taxas de crescimento econômico somadas aos desdobramentos da crise do petróleo e ao aumento do endividamento externo. Para Vieira e Veríssimo (2009), os anos 1990 são caracterizados pela estabilização dos preços, além de um notório aumento na abertura comercial (figura 10), com desregulamentação dos mercados, redução da atuação do Estado e uma série de medidas que constituem reformas liberalizantes que resultariam no Plano Real (1994).

Para Carneiro (2002), tal plano pretendeu estimular o investimento privado mediante a estabilidade de preços, rendimentos de eficiência por meio de câmbio sobrevalorizado e abertura comercial, impacto positivo na indústria e infraestrutura do investimento estrangeiro e das privatizações e a poupança externa como meio para contornar o déficit em conta corrente.



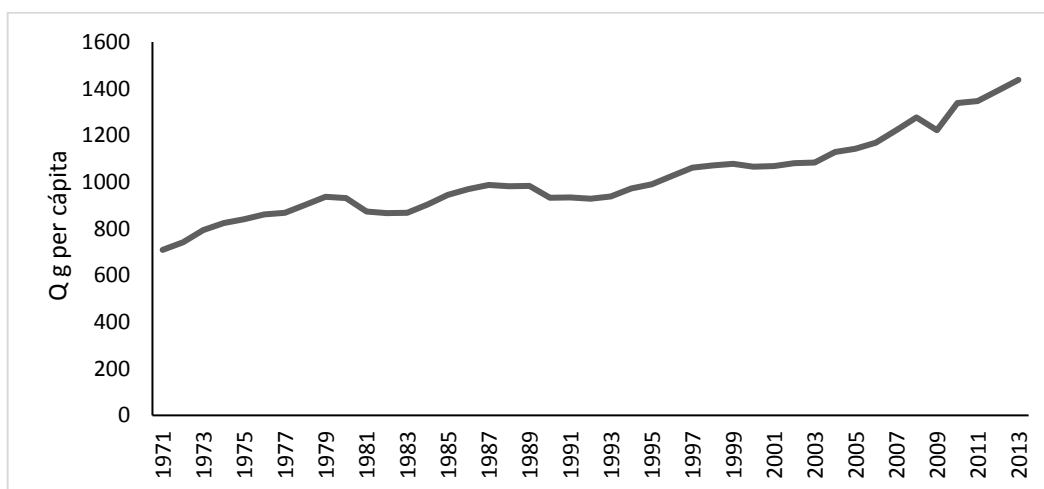
Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 10: Nível de abertura comercial: Brasil (1961-2015)



Segundo o autor , embora a estabilidade de preços tem sido alcançada, a abertura comercial gerou instabilidade na balança de pagamentos, fazendo com que a economia ficasse condicionada a recursos estrangeiros, o que, adicionado à redução da participação estatal, não geraram suficiente crescimento econômico, pois tais recursos, na sua maioria, foi orientada a adquirir empresas no setor privado sem participar no setor produtivo, como ressalta Taques et al.(2015).

Para Bresser-Pereira (2005b), as características que marcaram a economia brasileira nos anos após o Plano Real e até 2002 podem ser resumidas em uma equação macroeconômica perversa (altas taxas de juros e câmbio sobrevalorizado) que inviabilizaram o pleno emprego e o desenvolvimento. Vieira e Veríssimo (2009) afirmam que desde 1999 a economia brasileira passou a fundamentar-se em metas de inflação, metas fiscais e flexibilidade cambial. No entanto, Bresser-Pereira (2005a) aponta que a economia brasileira baseada em metas se subordina à taxa de juros chamada Selic e ao giro financeiro do mercado de dívida pública



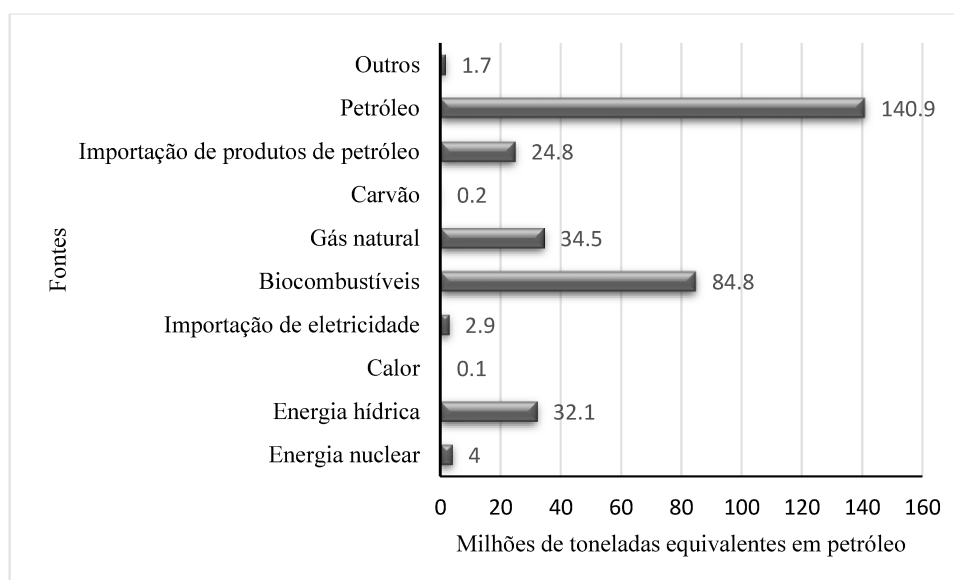
Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 11- Uso de Energia equivalente de petróleo em quilogramas per capita: Brasil (1971-2015)

Além do foco na política fiscal e monetária do Brasil e das flutuações nas taxas de crescimento, é necessário que se verifique também alguns indicadores de cunho socioambiental. No que tange ao uso de energia, por exemplo, a figura 11 mostra que tal uso de energia tem aumentado quase linearmente, embora seja apropriado apontar que no Brasil a produção de energia é maior do que o consumo<sup>13</sup>, situação que é explicitada pelas figuras 12 e 13, com dados

<sup>13</sup> Em milhões de toneladas equivalentes em petróleo, a produção foi de 334,4 e o consumo é de 232 (em 2014).

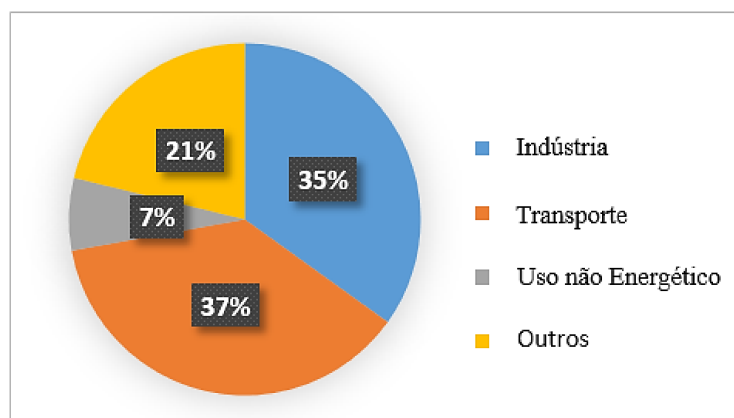
disponíveis no ano 2014. A principal fonte de energia é o petróleo, sendo que a segunda fonte são os biocombustíveis, com 25 % da produção, o que coloca o Brasil como um dos líderes mundiais em termos de alternativas energéticas e energia hídrica. Até o momento, muito embora apresentando um crescimento significativo, a energia solar, nuclear e eólica ainda seguem em estágios incipientes.



Fonte: Agencia Internacional de Energia (2016)

Figura 12- Matriz de produção energética: Brasil (2014)

A maior parte do consumo vai para o setor de transporte, que representa 37% e cuja fonte de maior consumo é de produtos de petróleo. O setor da indústria consome 35 % e a sua maior fonte é de biocombustíveis e dos não energéticos é produtos do petróleo. O uso não energético representa 7 % e outras fontes consomem 21 % como consta na figura 10.

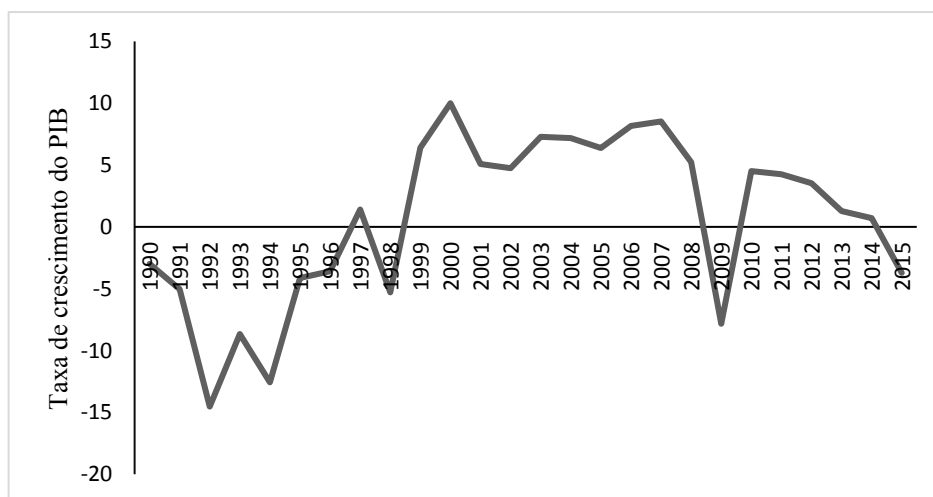


Fonte: Agencia Internacional de Energia (2016)

Figura 13- Matriz de consumo energético: Brasil (2014)

### 3.1.2 Rússia

A Rússia, presidida pelo presidente Vladimir Putin e com uma população de mais de 142 milhões de pessoas, tomou a sua configuração atual após a dissolução da União das Repúblicas Soviéticas (URSS) e desde então voltou-se para uma economia de mercado. De acordo com CIA (2016) mostra uma taxa real de crescimento de -0,8 %; o PIB russo em 2015 foi de US\$ 1,268; formado pelos setores agrícola (4,7 %), indústria (33,1 %) e serviços (62,2%), sendo que o consumo doméstico representa cerca de 55 % do PIB. Ocupa a posição de sétima economia do mundo e conta com uma força laboral de aproximadamente 77 milhões de trabalhadores a uma taxa de desemprego de 8,2 %. Possui 11,2 % da população abaixo da linha da pobreza. A taxa de inflação para 2016 era de 7,2 %; sua dívida externa de US\$ 514,8 bilhões e uma dívida pública que representava 13,7% do PIB em 2016. A figura 14 abaixo apresenta a trajetória do crescimento russo desde 1990 até 2015.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 14- Taxa de crescimento anual do PIB: Rússia (1990-2015)

Para Vieira e Veríssimo (2009), a Rússia começa a mostrar um alto desempenho pós 1999 e até o ano de 2007 (governo Putin); segundo se observa na figura 14. Em termos médios, o crescimento da economia russa nos anos 1990 foi de -4% e já nas primeiras décadas dos anos 2000 foi de 4.1%. Segundo o autor o período de 1999-2006 caracterizou-se por uma taxa de inflação decrescente,

superávits em conta fiscal e corrente. Entre os fatores que incentivaram o rápido crescimento da Rússia, podem ser elencados os seguintes:

A desvalorização da taxa de câmbio teria contribuído para manter o alto crescimento da produção por meio de um processo de substituição de importações; os salários reais apesar de terem declinado cerca de 30% após a crise de 1998, cresceram mais do que o PIB, gerando um boom de consumo doméstico (VIEIRA & VERÍSSIMO, 2009,p93)

Atualmente, de acordo com o relatório do FMI (2016), a queda do 45 % nos preços do petróleo e as sanções no mercado internacional fez contrair a economia russa, assim em 2015 a taxa de crescimento foi de -3,5%, pois a sua economia baseada na exploração de recursos naturais, principalmente de petróleo e gás natural, é dependente dos preços internacionais

Segundo Luís (2016), Cunha (2008), Mazat (2007) e Vieira e Veríssimo (2009), mudanças estruturais na economia russa durante os anos de alto crescimento distinguem-se por preços elevados do petróleo e do gás natural que levou o país a um processo de desindustrialização, declínio na taxa de crescimento populacional, redução nos gastos do governo, uma política fiscal baseada na redução gradual da inflação, centralização econômica com participação estatal, reduzindo a influência das oligarquias e recuperando o controle de empresas estratégicas no setor energético provocando assim uma evolução na propriedade da terra, aumento do investimento em P&D<sup>14</sup> e uma reorganização intersetorial cujos resultados foram ganhos em produtividade.

Pomeranz (2011) expõe que a crise financeira do ano 2009 foi marcante na Rússia, como se pode apreciar pela figura 14. Naquele ano houve uma queda significativa na taxa de crescimento do PIB nesse ano<sup>15</sup>. Esse decréscimo está intimamente relacionado com a queda nos preços do petróleo<sup>16</sup>, mas a balança comercial se manteve em equilíbrio pela melhoria dos preços das demais exportações da Rússia, assim como também a manutenção em níveis baixos das importações. O autor descreve que as medidas anticrise e de modernização da economia foram focadas em estímulos fiscais (1,8% do PIB), assegurar o

<sup>14</sup> De 07% do PIB em 1992 passou a investir 1.5% em 2004 conforme Mazat (2007).

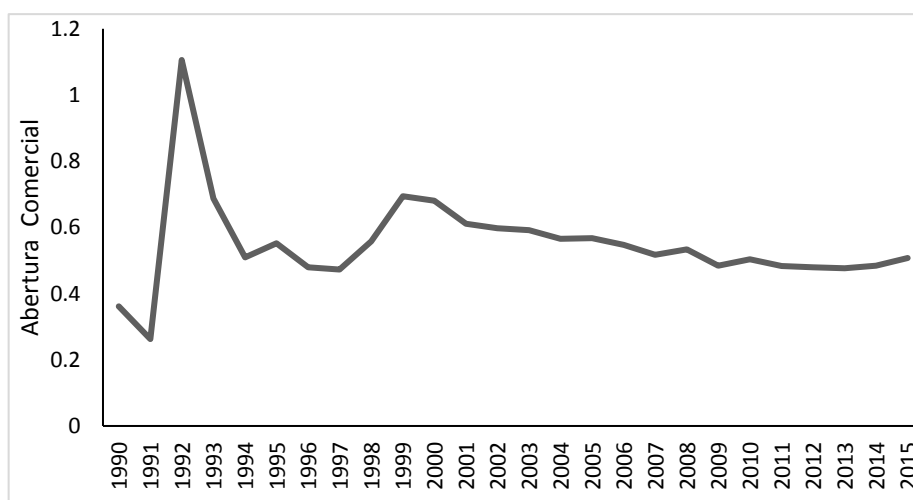
<sup>15</sup> Das taxas de crescimento de 7,7% em 2006 e 8,1% em 2007, caiu para - 7,9% em 2009, conforme dados do Banco mundial (2016).

<sup>16</sup> O preço do petróleo marca Urales foi de 95,1 dólares/barril em 2008 e 61,5 dólares/barril em 2009 (POMERANZ, 2011, p.156)

equilíbrio macroeconômico, redução da inflação e estabilização da moeda nacional, assim como o seus efeitos no curto prazo:

As medidas anticrise do governo em 2008, entre as quais os pagamentos externos referidos, também levaram à redução das reservas do país no montante de US\$ 45,3 bilhões, felizmente revertida em 2009, em função da melhoria do balanço de transações correntes nos dois últimos trimestres do ano. Com isso, o volume das reservas, que tinha caído para US\$ 427,1 bilhões em 2008, alcançou US\$ 439 bilhões em 2009 [...] A queda da atividade refletiu-se no mercado de trabalho: o nível de desemprego, utilizando a metodologia da Organização Internacional do Trabalho (OIT), passou de 6,1% da população ocupada em 2007 para 7,8% em 2008 e 8,2% em 2009 (POMERANZ, 2011, p.157)

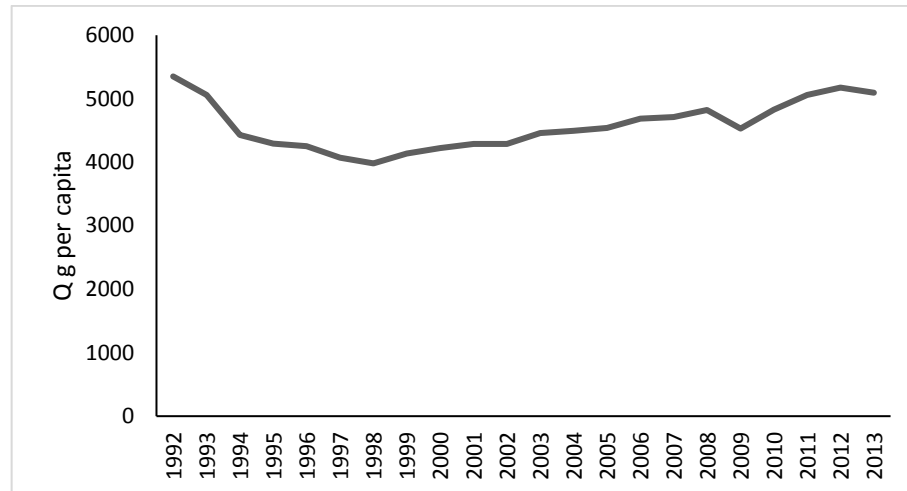
Como mostrado na figura 15, a abertura comercial tem uma queda significativa em 1992, permanecendo em patamares baixos pelo menos até o ano de 1999, a partir de quando houve uma reversão desta trajetória. No pós crise 2009 o país logra manter saldo positivo do balanço em transações correntes e a abertura comercial se estabiliza, apesar das sanções da União Europeia e dos Estados Unidos.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 15: Nível de abertura comercial: Rússia (1990-2015)

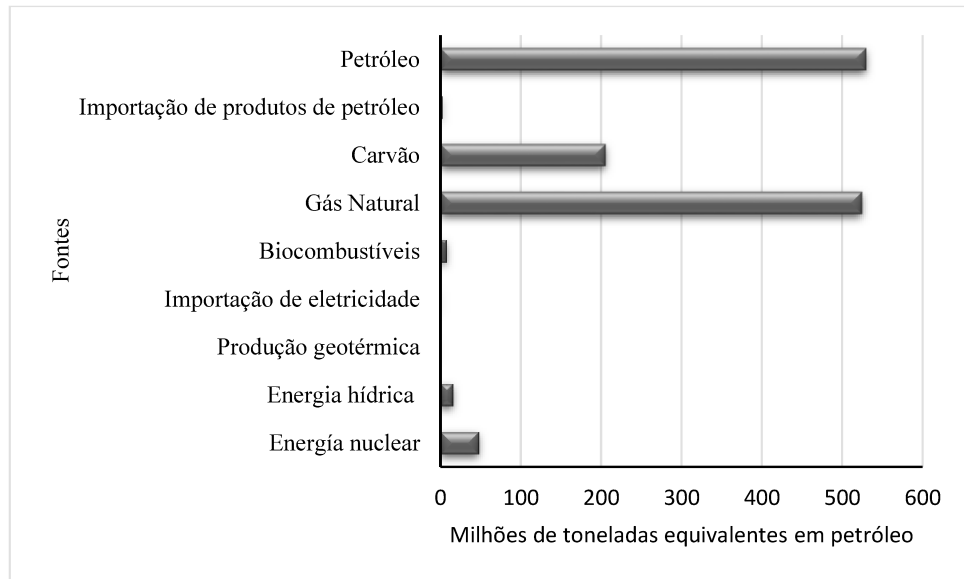
É importante também revisar a matriz energética da Rússia, pois é o segundo maior produtor de petróleo e o maior exportadora de gás natural do mundo. Segundo a figura 16, o uso de energia teve uma queda significativa após a dissolução da URSS, voltando a crescer a partir de 1998, mantendo-se em crescimento baixo e constante em 2009.



Fonte: Banco Mundial (2016)

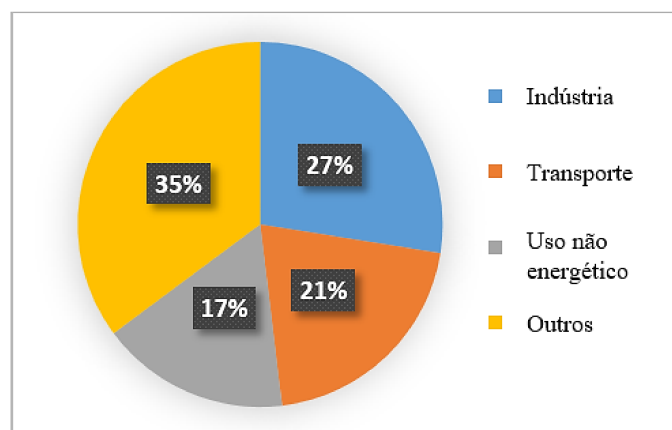
Figura 16. Uso de Energia (equivalente de petróleo em quilogramas per capita): Rússia (1992-2013)

A figura 17 corrobora o dito anteriormente sobre as duas maiores fontes de energia. É importante assinalar que o carvão, a energia hídrica e a nuclear são importantes fontes para a Rússia, não sendo tão relevantes os biocombustíveis e a produção geotérmica. No total, para o ano 2014, a produção energética russa fica em torno de 1,333 bilhão de toneladas. A figura 18 representa o consumo de energia da Rússia sendo que de outros setores além dos apresentados se obtém o maior consumo, principalmente de fontes térmicas e de consumo de eletricidade. No caso da indústria representa 27 % do consumo, majoritariamente proveniente de gás natural; no setor transporte se tem um dispêndio de 21 % provenientes dos produtos de petróleo. Os não energéticos são responsáveis por 17%, cujas fontes de obtenção de energia são o gás natural e os produtos do petróleo. Assim, em resumo o metabolismo energético russo perfaz um total de 454,3 milhões de toneladas equivalentes em petróleo.



Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

Figura 17. Matriz de produção energética (milhões de toneladas equivalentes em petróleo): Rússia (2014)



Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

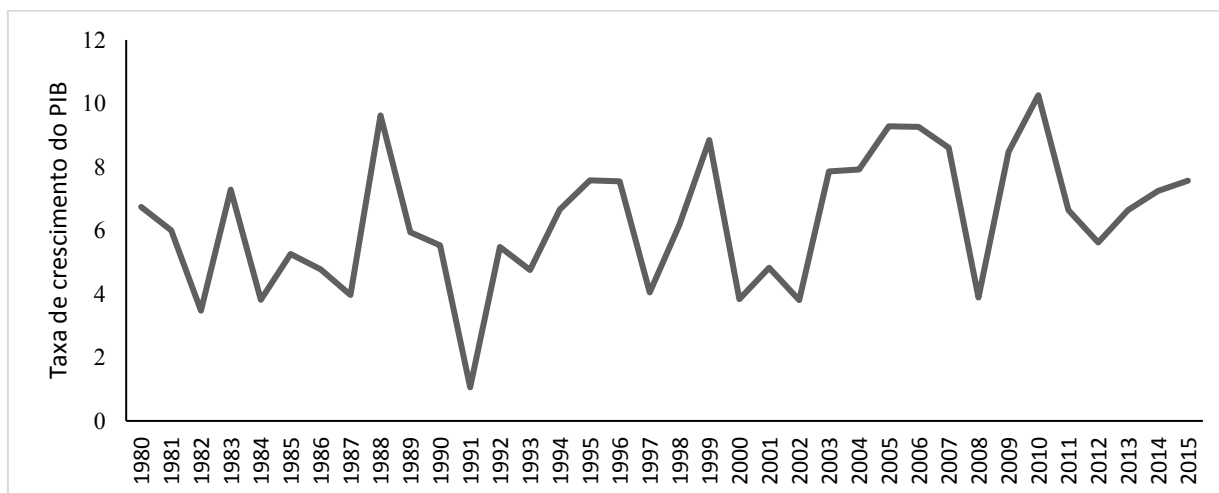
Figura 18. Matriz de consumo de energia: Rússia (2014)

### 3.1.3 Índia

A Índia, presidida por *Pranab Mukherjee* e o primeiro ministro Narendra Modi, tem uma das maiores populações do mundo, que segundo os dados da CIA (2016) é de cerca de 1,27 bilhão e que possivelmente superará nos próximos anos a população da chinesa. O PIB indiano em 2015 foi de \$2,25 trilhões de dólares, sendo assim a quarta economia a nível mundial com uma taxa real de crescimento de 7,6 %. Sua composição foi: 17 % provenientes da agricultura, 29,7 % da indústria e 45 % de serviços. O consumo doméstico representa 61 %% do PIB. Para o 2016 contava com uma força laboral de 513,6 % milhões de

peçoas, a segunda maior do planeta depois da China. Sua taxa de desemprego foi de 8,4 % em 2015 e até 2010 29,8 % da população situavam-se abaixo a linha da pobreza. Sua dívida externa em 2016 chegou a US\$ 507 bilhões e a sua dívida pública representava 52.4 % do PIB e uma taxa de inflação de 5,6 %.

A Índia apresentou nas últimas décadas elevadas taxas de crescimento, resultado de um conjunto de reformas estruturais acontecidas nas décadas de 1980 e 1990 (Vieira e Veríssimo (2009), Kumar (2007), Banik e Padovani (2013), Oliveira et al (2011)). A figura 19 abaixo apresenta a trajetória do crescimento da Índia desde o ano 1980 até 2015. Na média, a Índia cresceu nos anos 1980 5,7 % ao ano; na década de 1990 a taxa foi bem próxima, ficando em 5,6 %. Já nos anos de 2001 a 2015, a média do crescimento indiano está num patamar de 7,2 %.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 19. Taxa de crescimento do PIB (% anual): Índia (1980-2015)

Segundo Vieira e Veríssimo (2009), a economia indiana pós independência caracterizou-se pelo alto grau de protecionismo tanto na sua política interna como externa, dando lugar a regimes de licenciamentos pesados com altas restrições pelas quais se gerou uma indústria diversificada, embora ineficiente.

Segundo Oliveira et al. (2011), a crise do petróleo de 1973 e as suas sequelas fez com que a primeira ministra da época dos anos 1980, Indira Ghandi, voltasse as políticas governamentais ao crescimento econômico começando por privatizações e concessões, reduzindo os investimentos no setor público. Segundo este mesmo autor, não se aprofundou a



abertura comercial ao exterior da Índia na época, pelo qual o governo da Indira Ghandi apenas é considerado como incentivador ao crescimento e aos negócios.

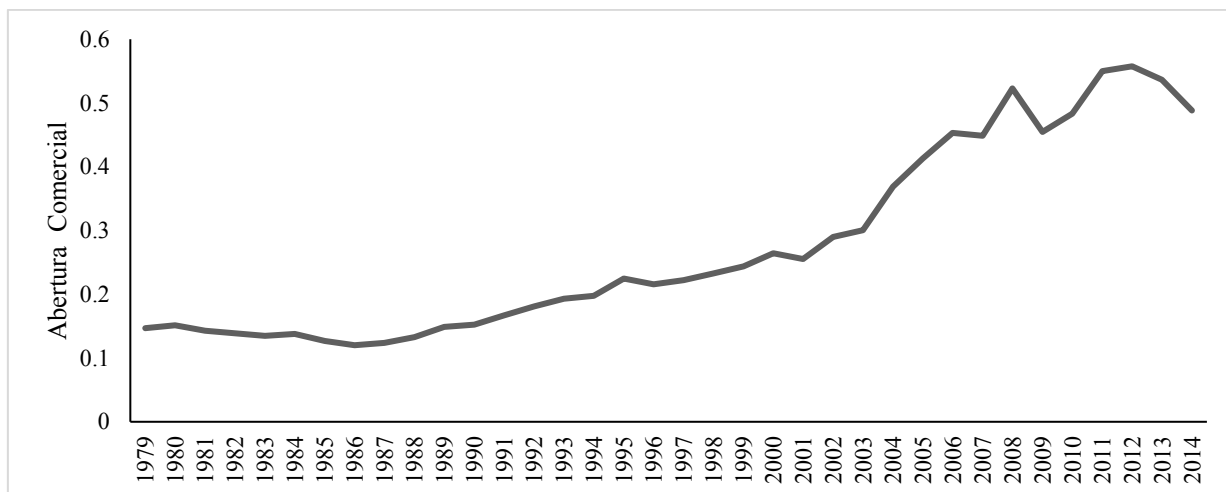
Com a morte da Indira Ghandi, assume o poder o Rajiv Ghandi, cujo governo, de acordo com Nassif (2006) e Vieira e Verissimo (2006), instituiu importantes reformas para a liberalização econômica da Índia:

“...as reformas tinham como objetivos a eliminação gradual dos licenciamentos industriais, o relaxamento dos licenciamentos de importação e a conceição de incentivos às importações; a redução dos direitos de Monopólio do governo na importação de itens estratégicos; uma minirreforma tributária...” (VIEIRA E VERISSIMO 2009, p. 96)

Kumar (2007) e Oliveira et al. (2011) afirmam que , além das reformas, a Índia lidou na década de 1990 com déficits fiscais, déficits nas contas correntes e a balança comercial deteriorou-se em boa parte devido à queda da URSS, que era um importante parceiro comercial. Assim, frente à crise, a Índia apresenta um notório aumento na dívida externa, que alcançou 28,7 % do PIB em 1990, ou seja, mais de US\$ 93,7 bilhões. Embora a época marcou um estágio importante da Índia ao liberalizar o seu mercado, o crescimento ascendente é devido na sua maior parte aos fluxos de investimento e ao aumento da produtividade.

A instabilidade no início dos anos 1990 repercutiu no Balanço de Pagamentos, o que reforçou a necessidade de reformas econômicas. Para cobrir a déficit em conta corrente, o Estado teve que manobrar amortizando o déficit fiscal e a baixando a rúpia em 25 %. Também nessa época ocorreu uma ampla abertura comercial que foi estimulada pela formalização da Organização Mundial do Comercial, na qual a Índia reivindicava seu ingresso (OLIVEIRA et al., 2011)

A figura 20 mostra que a abertura comercial tomou uma direção ascendente a partir de meados da década de 1980. Segundo Oliveira et al. (2011), a Índia tomou o liberalismo econômico como princípio orientador do crescimento econômico, fazendo com que o mercado indiano se tornasse mais aberto, embora venha se observando uma queda nos anos mais recentes.



Fonte: Banco Mundial (2016)

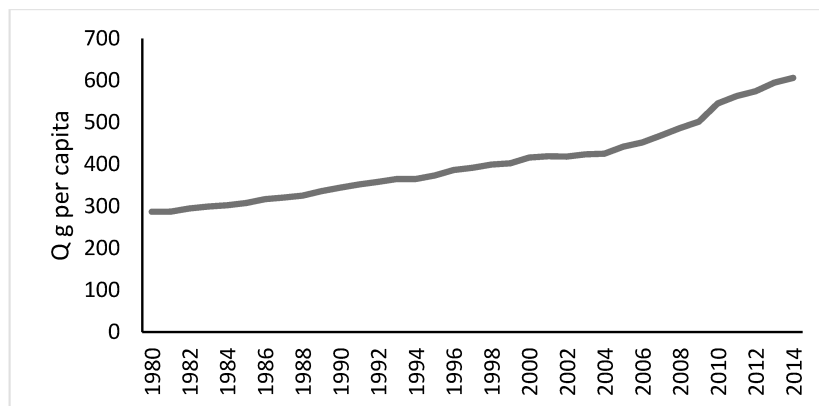
Figura 20. Abertura Comercial: Índia (1979-2014)

Segundo Banik e Padovani (2013), o crescimento econômico da Índia tem sido intenso e longo, além de sustentar-se em novas bases, como os serviços, na sua maior parte em atividades voltadas às tecnologias da informação, gerando cerca de 25 % das exportações. Pode-se dizer que o modelo indiano é diferente por não passar por um estágio industrial prévio e se fundamentar na exportação de *softwares* com grande participação de capital estrangeiro. Para Kumar (2007), o Investimento Direto Estrangeiro (IDE) passou de US\$ 2,500 milhões em 1990 a US\$ 7,700 milhões nos anos 2005-2006 e US\$ 10,000 milhões em 2010.

Segundo Vieira e Veríssimo (2006), o crescimento da economia indiana é o resultado de uma visão estratégica de longo prazo que combina a atuação do estado na política macroeconômica aliado à política industrial, tecnológica e educacional. Segundo o plano quinquenal vigente prevê-se taxas de crescimento de dois dígitos para se converter em 2020 numa das maiores potências econômicas mundiais.

Oliveira et al. (2011) aponta que o crescimento indiano pode estar sendo limitado por falhas que as reformas decorrentes das últimas décadas não têm suprimido. Ainda se encontram deficiências graves em infraestrutura (vias de acesso e de geração e distribuição elétrica, por exemplo), deficiências em educação e de saneamento básico. Além disso, existe descoordenação entre as políticas estatais e a administração central (KUMAR, 2007). Para manter as elevadas taxas de crescimento no longo prazo, a Índia dependerá de encadeamentos entre o setor industrial e serviços e com a agricultura, conforme afirmam Vieira e Veríssimo (2006).

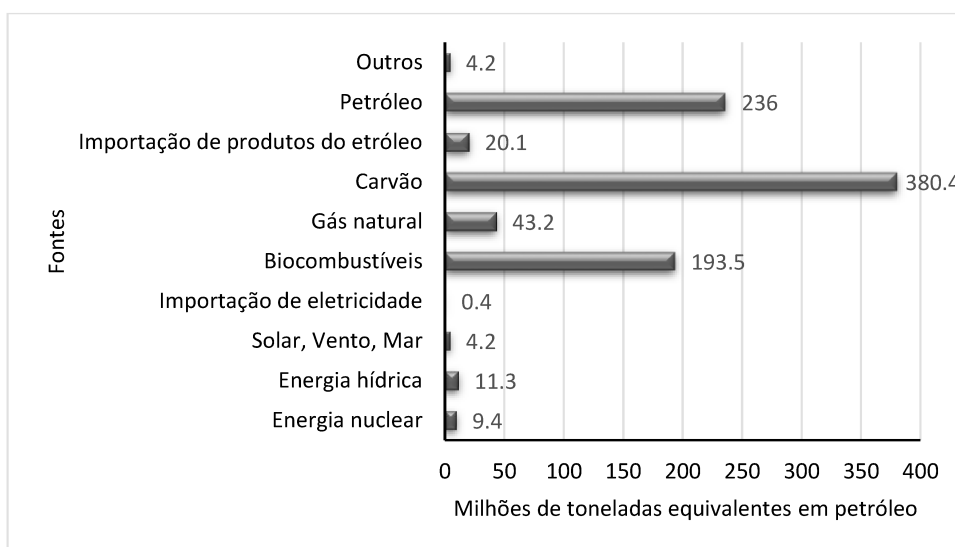
Concomitante ao crescimento econômico, também tem aumentando o uso de energia, que segundo a figura 21 abaixo tem sido linearmente crescente nas últimas três décadas, com intensificação no seu ritmo de crescimento a partir de 2009.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 21. Uso de Energia equivalente de petróleo em Quilogramas per capita: Índia (1980-2014)

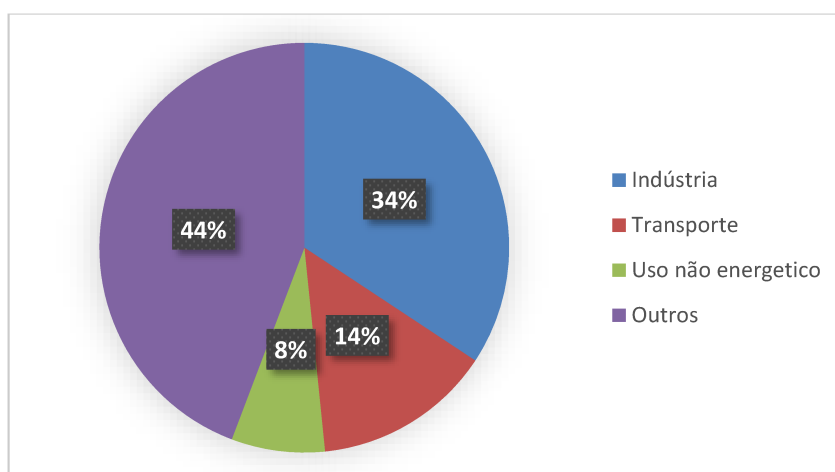
Dado que o PIB é baseado na sua maior parte em serviços, é interessante e curioso detalhar a constituição da matriz energética do país e pôr em relevo as fontes de tal consumo energético descrito na figura anterior. A figura 22 abaixo apresenta a matriz das fontes de energia da Índia: o carvão constitui a principal fonte seguida do petróleo. Deve-se ressaltar a participação da Índia na produção de energia solar, vento e mar sendo que se tem uma considerável produção de energia dessas fontes. No total, a Índia produz 848,5 milhões de toneladas em petróleo equivalente.



Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

Figura 22. Produção e importação de energia (milhões de toneladas equivalentes em petróleo): Índia (2014)

Na figura 23 apresenta-se a matriz de consumo de energia da Índia, sendo que a maior parte do consumo vem de outros setores não especificados nos quais a fonte de maior consumo são os biocombustíveis. No caso da indústria, a fonte mais usada é o carvão, no transportes são os produtos do petróleo e os não energéticos são intensivos em petróleo e gás natural. No total, o consumo é de 555,5 milhões de toneladas equivalentes em petróleo.



Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

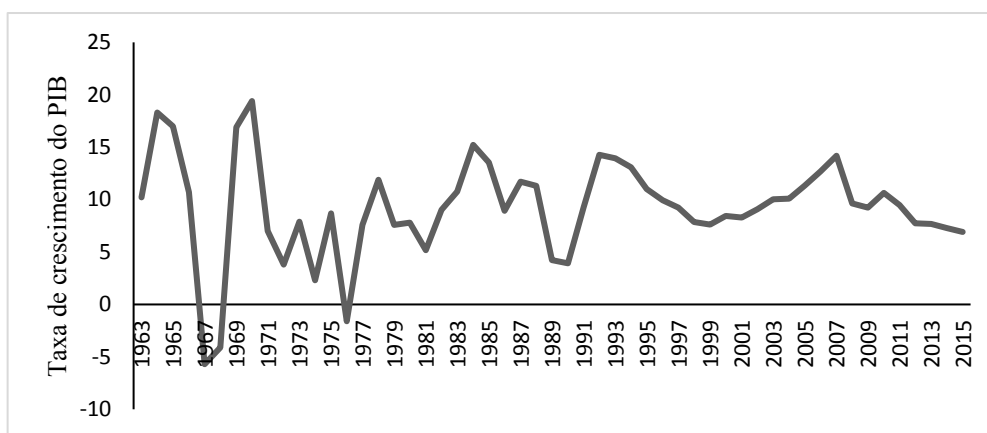
Figura 23. Consumo de energia (milhões de toneladas equivalentes em petróleo): Índia (2014)

### 3.1.4 China

A China é uma das civilizações mais antigas do mundo e tem passado profundas transformações desde o império até a república popular, que é governada pelo partido comunista da China, presidido por Xi Jinping. Segundo a CIA (2016) Até julho do 2016, a população da China é de 1,37 bilhão de pessoas, sendo a maior do mundo. Seu PIB em 2015 foi de US\$ 11,39 trilhões, ocupando assim o primeiro lugar, acima da União Europeia e dos Estados Unidos. O PIB está composto por 8,6% provenientes do setor agrícola, 40,7 % do setor industrial e 50,7 % do setor serviços. O consumo doméstico representa 38,7 % do PIB. A sua força de trabalho em 2016 foi de 805,9 milhões de pessoas, número que tem se reduzido desde 2012, ano no qual a força de trabalho com pessoas de 15-64 anos era de 1,004 bilhão. A taxa de desemprego é de 4%, com um 6,1 % da população baixo a linha de pobreza. No mesmo ano a dívida externa foi de US\$ 983,5 bilhões e a dívida pública representava 20,1 % do PIB a uma taxa de inflação de 2,5 %.

Nas últimas três décadas a China tem mostrado altas taxas de crescimento econômico, alcançando em média uma taxa de 9,3 % nos anos 1980, 10,5% nos anos 1990 e 9,6% nos

primeiros quinze anos do século XXI. Tal crescimento é caracterizado por ciclos do seu PIB com significativas quedas nos anos 1976, 1989, 1999 e na recente crise de 2009 (figura 24).



Fonte: Banco Mundial (2016).

Figura 24. Taxa de crescimento econômico do PIB (% anual): China (1963-2015)

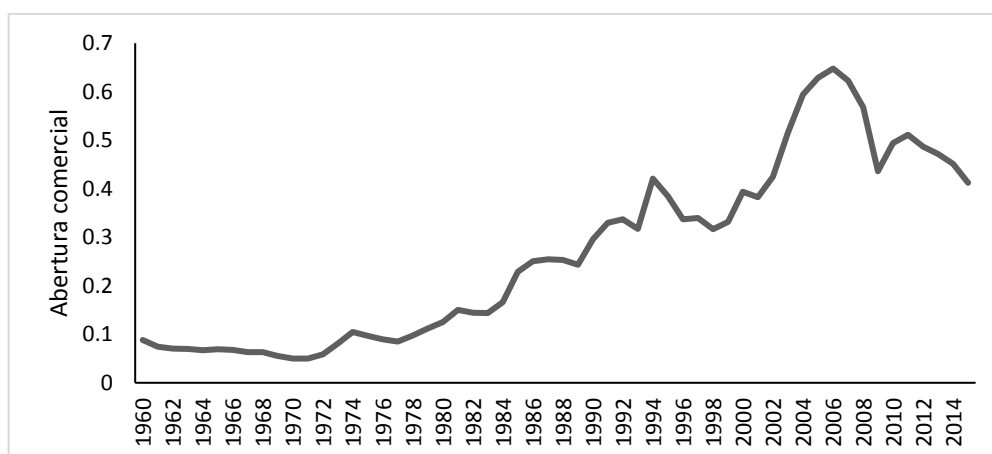
De acordo com Navalpotro (2012), as bases das excelentes taxas de crescimento tem origem num contexto histórico. Como império, a China sempre teve liderança na região. Cabe ressaltar que a China é precursora no comércio de sedas, porcelana, produtos agrícolas e de invenções como a imprensa, a bússola e a pólvora. Entre os séculos XVI e XVIII, a China controlava a rota da seda, muito apreciada no ocidente e que levou a conflitos entre a China e a Grã Bretanha e que depois entrou num processo de mudança estrutural evidenciados na reforma agrária no primeiro plano quinquenal, o grande salto para frente, a revolução cultural durante o mandato de Mao Tse-Tung e as novas políticas de Deng Xiaoping.

Foi essa conjuntura histórica que permitiu estabelecer os fundamentos para que a China crescesse de forma acelerada, e mais que tudo aquelas reformas liberalizantes e de modernização a partir de 1976. Segundo Gravanita (2012) e Braga-Nonnenberg (2010), pode-se mencionar como condicionantes do crescimento econômico a liberalização do sistema de formação de preços e a ampliação da abertura comercial como também a criação de zonas especiais de desenvolvimento que ofereceu incentivos fiscais para atrair o investimento estrangeiro<sup>17</sup>. Além disso o crescimento foi condicionado por um regime cambial rígido, altas taxas de poupança advindas do investimento externo e financiamento internacional. Os investimentos em força de trabalho, abolição das comunas e mecanização da agricultura e uma

<sup>17</sup> Segundo (Medeiros, n.d.) o IDE entre 1990 e 1995 cresceu aproximadamente 5% do PIB e, segundo Vieira e Veríssimo (2009), entre 2002 e 2003 a China recebeu US\$ 47 bilhões em IDE.

política industrial são evidenciados no sexto e sétimo planos quinquenais, além de uma maior abertura financeira<sup>18</sup> e aumento nos investimentos em P&D, o que resultou no que os próprios chineses chamam de mercantil-socialismo segundo Navalpotro (2012) e Vieira e Veríssimo (2009).

A figura 25 corrobora o anteriormente dito: a ampliação da abertura comercial se potencializa a partir das reformas de 1976, mostrando nas ultimas 3 décadas um crescente aumento comercial que é potencializado a partir de 2001 com o ingresso da China na OMC. A crise de 2009 teve um impacto significativo, porém as exportações têm aumentado e centram-se em manufaturas e em produtos intensivo em tecnologia, sendo que em território chinês estão se concentrando a maior quantidade de centros manufatureiros do mundo, em parte devido às zonas especiais de desenvolvimento. Embora nos últimos anos a abertura comercial tenha se reduzido, esta ainda se encontra em patamares considerados altos.

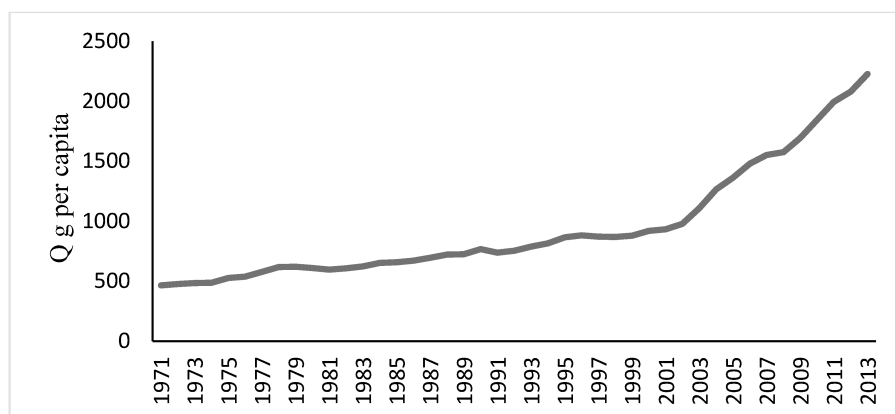


Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 25. Abertura comercial: China (1960-2014)

Congruente com o acelerado crescimento é o uso de energia, segundo a figura 26 abaixo. Entre 1971 e 2013, período de disponibilidade de dados, o uso de energia é crescente e quase linear, tornando-se mais intenso a partir de 2002. Essa intensidade pode ser explicada pela entrada da China na OMC, que acelera sua atividade industrial e as suas exportações, o que também pode se observar na figura 22.

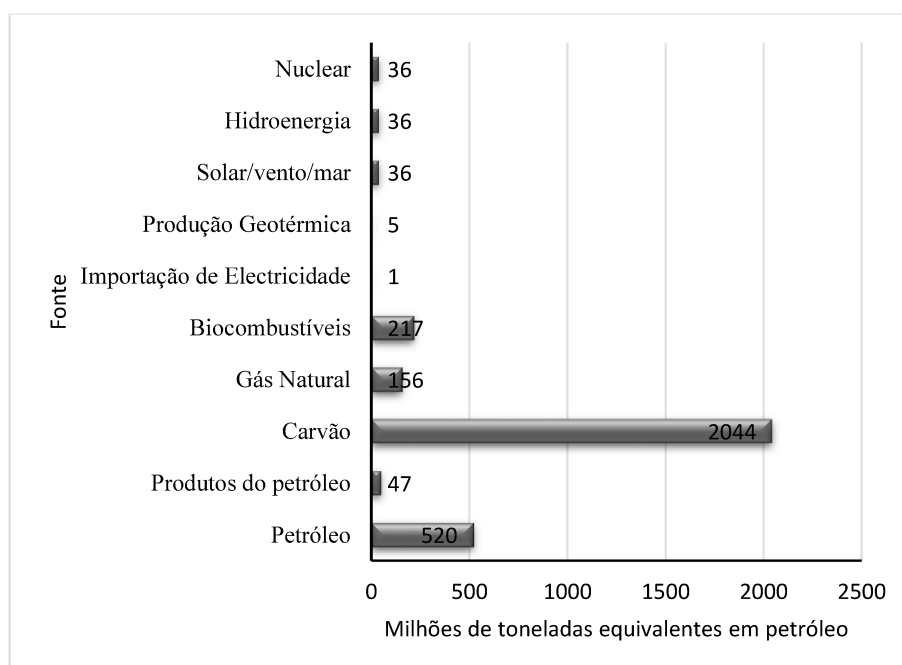
<sup>18</sup> Segundo Gravanita (2012), em 1979 criam-se o Banco da China e o banco Central da China, em 1983 o Banco Industrial e Comercial da China e o Banco de construção tornam-se independentes, aliás aparecem seguradoras como a Companhia de seguros Popular da China e o China International Trust and investment Corporation ficando o Banco Popular da China apenas como regulador da política monetária do País.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 26. Uso de energia (Quilograma equivalentes de petróleo): China (1971-2013)

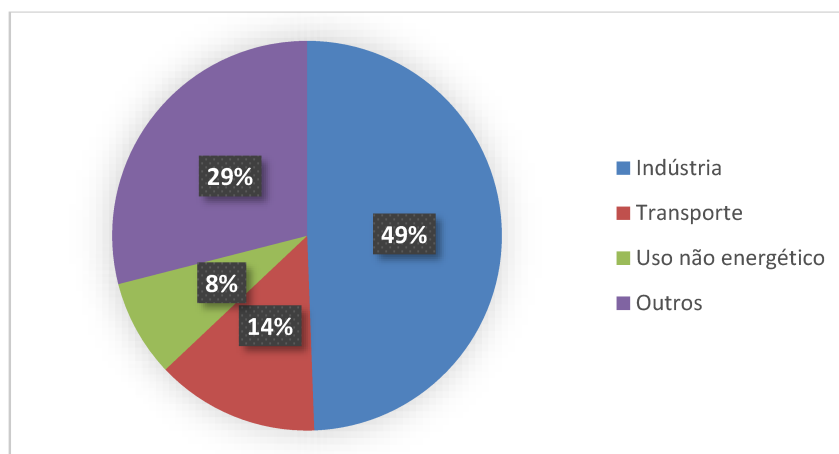
Além do crescimento no uso da energia, se apresenta a matriz de produção/importação de energia da China com dados disponíveis para 2014. Segundo a figura 27, a produção de energia da China baseia-se no carvão, sendo que a segunda fonte é o petróleo. Ao fazer comparação, a produção de energia de fontes renováveis é bem menos do que o uso de carvão, sendo este uma das principais causas de poluição ambiental. No total, a produção é de 3,15 bilhões de toneladas em petróleo equivalente.



Fonte: Agência Internacional de Energia (2016).

Figura 27. Matriz de produção de energia (milhões de toneladas em petróleo equivalente): China (2014)

A figura 28 abaixo mostra o uso de energia com dados do ano 2014. A indústria é o setor que mais consome, sendo a sua maior fonte o carvão. No setor transporte, a fonte de consumo majoritária é dos produtos do petróleo que também é a maior fonte do uso não energético. No total, a China nesse ano tem um consumo de 1,987 milhões de toneladas em petróleo equivalente.



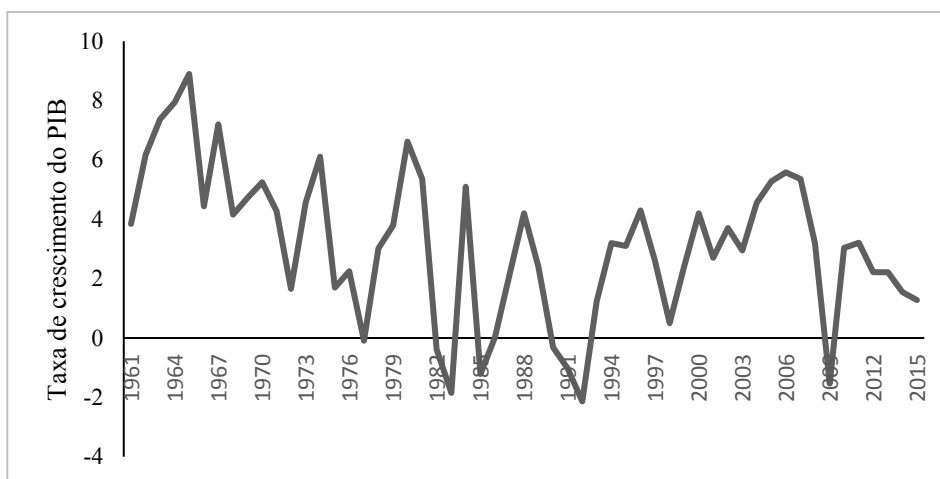
Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

Figura 28. Matriz de uso energético (milhões de tonelada em petróleo equivalente): China (2014)

### 3.1.5 África do Sul

A África do Sul é uma das maiores economias do continente africano e tem passado por importantes mudanças desde a abolição do regime Apartheid e ascensão ao poder do Nelson Mandela. Segundo a CIA (2016), a África do Sul tem uma população de cerca de 54,3 milhões de pessoas em 2016. Seu PIB é de US\$ 280,4 bilhões, estando na 31ª posição no contexto mundial com uma taxa real de crescimento de 0,1 %. O PIB sul-africano teve sua composição assim definida: 2,2% provenientes da agricultura, 29,2% originados na indústria 68,7% provenientes do setor serviços. O consumo doméstico representa cerca de 60,2 % do PIB. No mesmo ano A força de trabalho deste país totaliza 21,09 milhões de pessoas e a taxa desemprego foi de 26,8 %; Da população o 35,9 % está abaixo a linha da pobreza. A sua dívida pública representa o 43,3 % do PIB e sua dívida externa está num valor de US\$ 129,7 bilhões e a taxa de inflação é de 4,5 %.



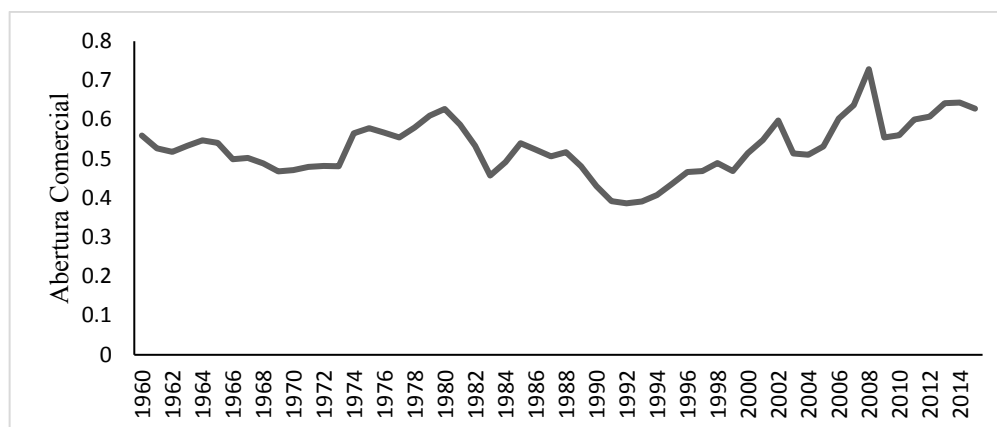


Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 29. Taxa de crescimento (% anual): África do Sul (1961-2015)

Segundo a figura 29 acima, a economia sul-africana é eminentemente cíclica: na década de 1980 cresceu em média 3,01 %, nos anos 1990 expandiu em média 1,83 % ao ano e nos anos após 2001 a média crescimento foi de 3,09 %. É preciso atentar para o fato de que nos anos imediatamente após a queda do regime de apartheid, cujo término se deu em 1994, houve uma expressiva recuperação do crescimento econômico, com tendência de reversão em 1998 e com a crise de 2009.

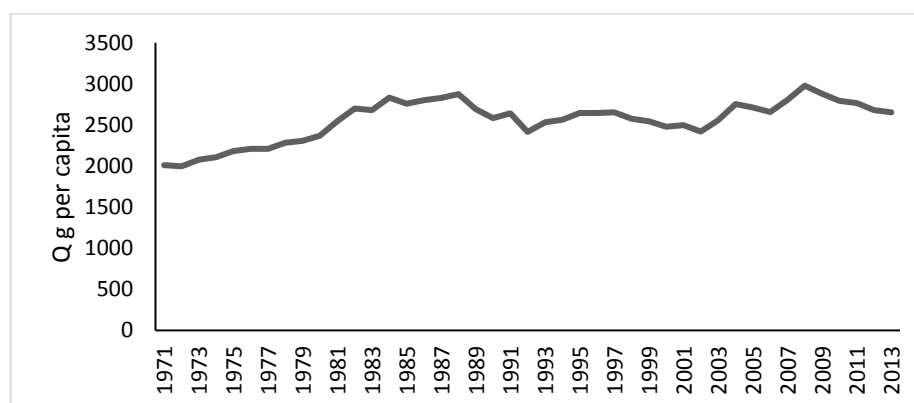
Essa década pós apartheid, segundo Vieira e Veríssimo (2009), tem se caracterizado pelos altos níveis de desemprego, o que pode estar relacionado aos altos salários e ao retraimento do setor não mineiro. O processo de liberação econômica pós anos 1990 estimulou as exportações e diversificação das mesmas, em contraposição à política do regime Apartheid, que se baseou num protecionismo elevado que fez com que o país se tornasse dependente dos preços internacionais das *commodities*. A política adotada após o regime segregacionista focou em uma estratégia de exportação de produtos intensivos em capital, além do relaxamento da política tarifária das exportações.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 30. Abertura comercial: África do Sul (1960-2014)

A figura 30 acima apresenta a abertura comercial da África do Sul, que incrementou sua participação no comércio internacional ao longo dos anos 1990 como resultado de políticas de vertente ortodoxa. De acordo com Lombard (2011), para 1996 foi aplicado o “Gear”<sup>19</sup>, cujo objetivo foi a dinamização econômica reduzindo o déficit fiscal e priorizando os investimentos, tanto internos como estrangeiro. Além disso, instaurou-se um processo de privatização no qual empresas que não eram de interesse estatal foram privatizadas completamente no entanto outras de importância estratégica para o país foram semiprivatizadas, com a venda de ações delas porem com o controle do Estado. Assim nos seguintes anos do século XXI a participação da África no comércio está crescendo com foco nas commodities ouro, platina, diamantes e outros minerais cujos destinos principais são a China, Índia, Japão e Alemanha.



Fonte: Banco Mundial (2016)

Figura 31. Uso de Energia (Quilogramas per capita): África do Sul (1971-2013)

<sup>19</sup> Programa de Crecimento, Emprego e Redistribuição (GEAR, siglas em inglês.)

De acordo com a figura 31 o uso de energia tem se mantido em média nos mesmos patamares, o período entre 1989 e 2007 teve uma redução porem não tão significativa. Nas seguintes figuras amostra-se as matrizes de produção e consumo de energia da África do Sul.

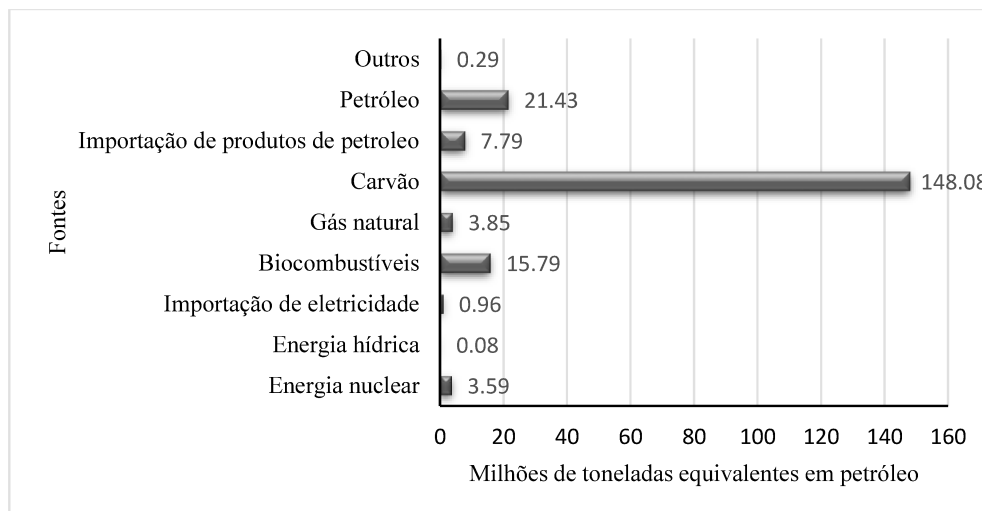
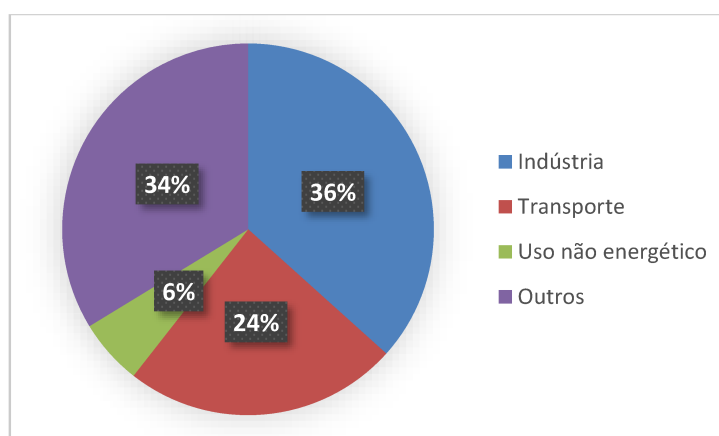


Figura 32. Matriz de produção de energia: África do Sul (2014)

Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

A figura 32 Amostra que a fonte principal de produção é o carvão, muito por acima da fonte do petróleo e fontes renováveis, conformando um 73 % do total de produção energia do país que em 2014 foi de 201,8 milhões de toneladas equivalentes em petróleo. A figura 33 já mostra o consumo de energia num total de 74,77 milhões de toneladas equivalentes em petróleo. O consumo interno é mais alto no setor industrial que tem como fonte principal de abastecimento o carvão; o setor transporte é intensivo no uso de energia proveniente de produtos do petróleo e em muita pouca porção é usada em atividades não intensivas em energia.



Fonte: Agência Internacional de Energia (2016)

Figura 33. Matriz de uso energético da (milhões de tonelada em petróleo equivalente): África do Sul (2014)

### 3.2 Os BRICS e a questão do meio ambiente

De acordo com Zandonai (2013), a problemática ambiental tem tomado mais espaço no debate internacional nos últimos anos. Este tema também não poderia estar ausente em pesquisas que procuram compreender a dinâmica recente dos BRICS. Baseado nesta constatação, a presente seção tem por objetivo apresentar brevemente algumas informações sobre alguns fenômenos relacionados à questão ambiental nos BRICS, principalmente no que diz respeito às mudanças climáticas.

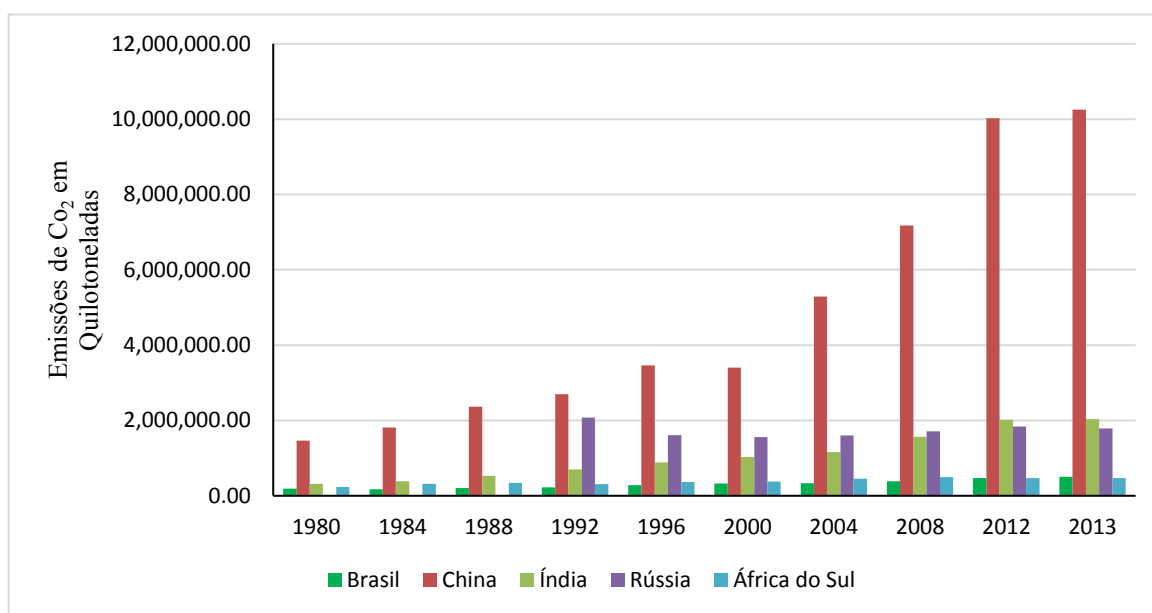
Sobre a mudança no clima, instaurou-se no ano de 1990 o *Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas* (IPCC), cujo objetivo é evitar que o planeta sofra um aumento médio de 2 graus Celsius até meados deste século. Foi também formada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC) em 1992, que se fundamentou no princípio de responsabilidades comuns, mas diferenciadas (CBDR), cuja ideia básica deu abertura às negociações entre os países do mundo para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Em 1997 criou-se o protocolo de Quioto como instrumento do regime climático e um órgão decisório anual que deliberasse sobre a questão em Conferência das Partes (COP).

Ainda segundo Zandonai (2013), a existência do CBDR reduziu os países integrantes do CQNUMC em dois grupos: o primeiro, chamado de Anexo I, integrado por países com responsabilidade histórica dado o seu modelo de desenvolvimento que resultou no grande volume de emissões de gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), e, por conseguinte, na poluição atmosférica. Em função disso, tais países tiveram metas obrigatórias de redução das emissões de GEE durante a vigência do Protocolo do Quioto. Este, por sua vez, foi substituído pelo Acordo de Paris, celebrado em dezembro de 2015.

O outro grupo de países considerados em desenvolvimento – reconhecidos pelo Protocolo de Quioto como de não anexo – não têm metas formais de redução, mas são obrigados a registrarem e acompanharem sistematicamente a evolução das suas respectivas emissões. Em função de a Rússia ser o único país do grupo BRICS que estaria classificado como país de responsabilidade histórica pelas emissões de GEE, ela e os demais países do grupo não convergem neste tópico. Os países do grupo BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China) defendem-se pelo princípio CBDR, a transferência de tecnologias e a abertura de financiamento internacional para o desenvolvimento sustentável. A Rússia, por sua vez, não apoia o princípio CBDR, já que considera que as economias emergentes também possuem grande parte de

responsabilidade na mitigação de mudanças climáticas e, sobretudo, na redução das emissões de GEE.

Analisando a questão ambiental e o grupo BRICS, Pereira et al (2015) afirma que após a formação do grupo, o avanço econômico de tais países direcionou-se no sentido oposto da sustentabilidade ambiental e os esforços de cooperação até então não foram suficientes para atingir um desenvolvimento sustentável desses países, situação que pode ser vista pela figura 34. Mesmo após a assinatura e ratificação do protocolo de Quioto, as emissões continuaram em aumento no caso da China, principalmente, da Índia, da Rússia e no Brasil, à exceção da África do Sul. Os dados do Banco Mundial (2016) mostram que entre o período de 1980-2013, as emissões agregadas de CO<sub>2</sub> nos BRICS<sup>20</sup> tiveram um aumento acumulado de 6%, frente a um acréscimo de 1,8 % para o mundo no mesmo período.



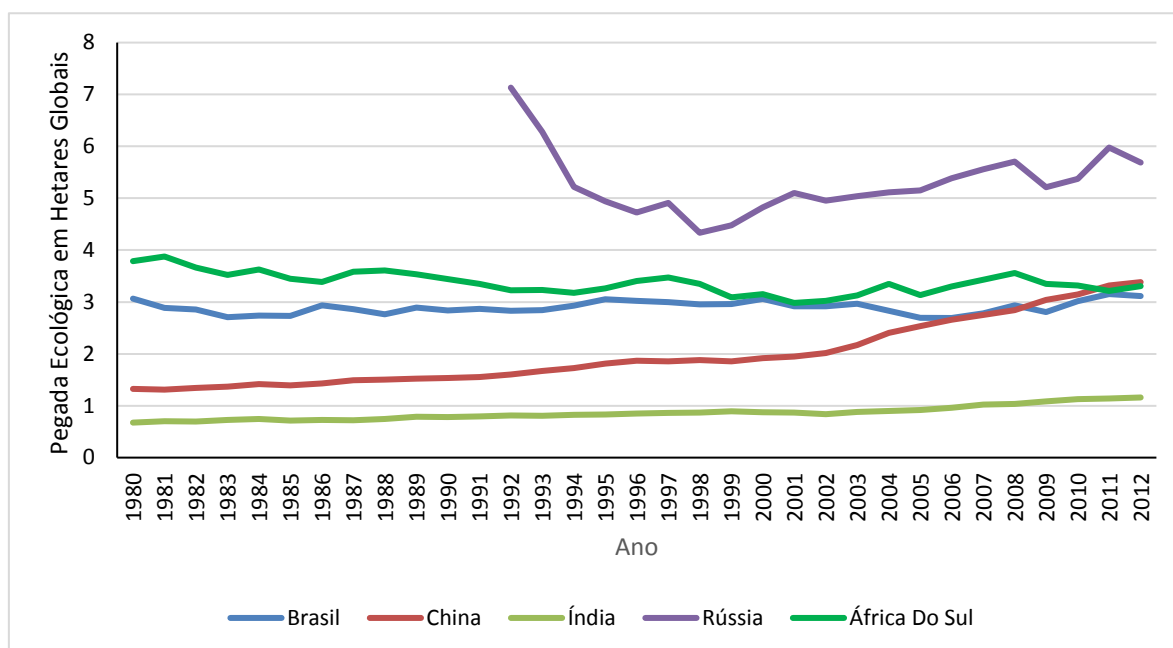
Fonte: Banco Mundial (1980-2013)

Figura 34. Emissões de CO<sub>2</sub> (Quilo toneladas): BRICS (1980-2013)

Do ponto de vista do consumo destes países, um indicador interessante que pode ser analisado é a pegada ecológica destes países (figura 35). A Rússia apresenta os maiores números para este indicador, mas é perceptível o rápido crescimento da pegada ecológica chinesa, principalmente a partir de 2002. No caso da África do Sul, Brasil e Índia, estes países mostram trajetórias semelhantes, embora a pegada ecológica da Índia esteja em um patamar

<sup>20</sup> Com dados para a Rússia a partir de 1992

menor. Na comparação entre a pegada ecológica e bio-capacidade de cada país dos BRICS, as informações obtidas pela Global Footprint Network<sup>21</sup> mostram que Brasil e Rússia mostram um superávit; a Índia neste período (1961-2012) de tempo sempre teve déficit, a China mostra déficit a partir de 1966 e África do Sul a partir de 1964; o planeta terra mostra um déficit na sua bio-capacidade a partir de 1971



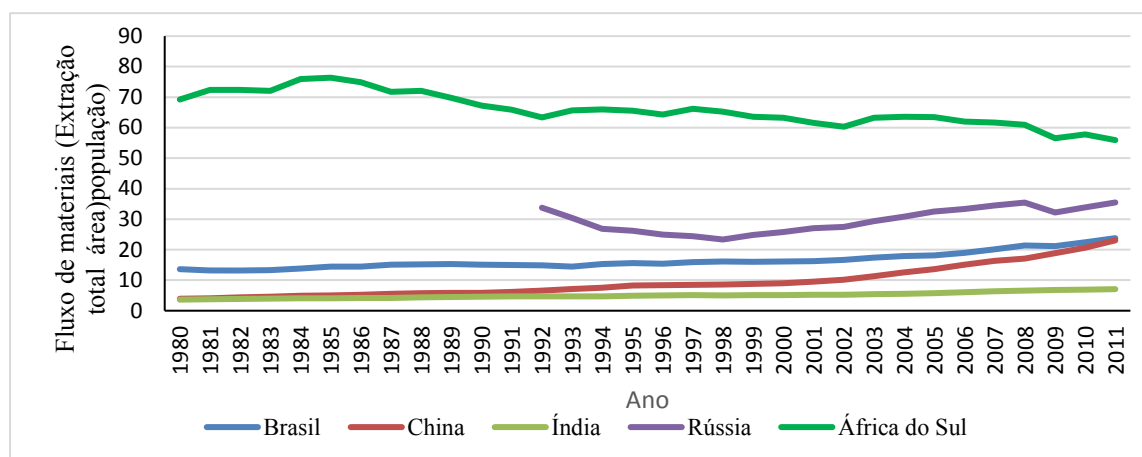
Fonte: Footprint Network (2016)

Figura 35. Pegada Ecológica: BRICS (1980-2012)

Na figura 36 são mostrados os fluxos de extração materiais dos países BRICS no seu território e tem incluso biomassa, combustíveis fósseis, minerais e ouro. O maior extrator é a África do Sul, que embora mostre um decréscimo a partir de 1985, ainda se mantém em patamares mais altos do que os outros países. A Rússia amostra uma trajetória crescente a partir de 1998 a qual se mantém até 2012. O Brasil amostra uma trajetória menor do que a Rússia porém sempre crescente no seus fluxos de materiais. A China evidencia uma aceleração bem marcada a partir de 1990 e que em 2012 atingiu patamares similares aos do Brasil e contraposição à Índia cujos níveis de extração são os menores do grupo. Na tabela 4 se mostram

<sup>21</sup> Os dados obtidos pela *Footprint network* correspondem ao período 1961-2012 a exceção da Rússia (1992-2012)

outros indicadores socioambientais que refletem a situação dos BRICS em comparação ao mundo



Fonte: Global Material Flows .(2016)

Figura 36. Fluxo de materiais (Extração área/população): BRICS (1980-2011)

**Tabela 4. Indicadores Seleccionados dos BRICS**

INDICADOR	UNIDADE	BRASIL	RÚSSIA	ÍNDIA	CHINA	ÁFRICA DO SUL	BRICS/MUNDO (%)
<b>*Área Territorial(2014)</b>	1000km2	8.459	16.381	2.973	9.327	1.214	29,57
<b>*Terras Agrícolas</b>	% de terra cultivável	33,35	13,24	60,63	54,80	79,83	59.4%
<b>*Emissões De Co2(2013)</b>	Toneladas métricas	503.677,1	1.789.074	2.034.752	10.249.463	471.238,8	41,9
<b>*Área Florestal (2015)</b>	KM2	4.935.380	8.149.310	706.820	2.083.210	92.410	5,98
<b>***Desempenho Ambiental(2014)</b>	Pontuação e de 0 a 100	52,97	53,45	32,23	43	53,51	
<b>*Índice de Gini</b>	0-100, 0 igualdade perfeita, 100 desigualdade perfeita	52,9 (2013)	51,3 (2011)	33,9 (2009)	42,1 (2010)	63,4 (2011)	
<b>*índice de incidência da pobreza de US \$ 1,90 por dia</b>	(% da população do País. 2011 ppp)	4,87 (2013)	0,04 (2012)	21,3 (2011)	11,2 (2010)	64,4 (2011)	

Fontes: \*Banco Mundial (2016), \*\*\*YALE University Web Site (2016)

### 3.3 Metodologia

Esta seção tem por objetivo descrever os procedimentos metodológicos realizados para testar empiricamente a relação entre crescimento econômico e sustentabilidade ecológica dos BRICS por meio da verificação da hipótese da Curva de Kuznets Ambiental. Foram utilizados modelos de regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), cujas séries de tempo dependentes (regressandos) foram os indicadores de sustentabilidade definidos no capítulo anterior. Como regressores foram utilizadas variáveis como o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, taxa de densidade populacional, o uso de energia, abertura comercial, área de terras agrícolas, emissões de metano e de outros gases de efeito estufa, conforme o tipo de modelo utilizado.

Os dados foram coletados dos Indicadores de Desenvolvimento do Banco Mundial (*World Development Indicators*) (BANCO MUNDIAL, 2016), Contas de Pegadas Nacionais (Global Footprint Network, 2016) e base de dados sobre Fluxo de Materiais (Material Flows, 2016) para período de 1980-2011, de acordo com a disponibilidade dos dados. A Rússia é um caso particular, pois os dados deste país na maioria dos casos se apresenta apenas a partir de 1992.

Para realizar as análises econométricas, valeu-se dos modelos apresentados por Serrano *et al.* (2014), e Grossman e Krueger (1995), cuja representação matemática é dada pela equação 4 e 5 respectivamente. Note-se que o modelo da equação 4 utilizou variáveis em primeira diferença, o que também será feito neste trabalho caso seja detectada a não estacionariedade de algumas séries por meio de testes específicos.

$$D(\text{LogCO}_2) = \alpha + D(\beta_1 \text{LogY}) + D(\beta_2 \text{LogY}^2) + D(\beta_3 \text{LogY}^3) + \varepsilon_t \quad \text{Equação (4)}$$

Em que  $D$  é a primeira diferença,  $\text{CO}_2$  emissão de dióxido de carbono (em milhões de toneladas métricas),  $Y$  é o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, os betas ( $\beta$ ) são os coeficientes a serem estimados e medem as elasticidades de  $\text{CO}_2$  em relação às respectivas variáveis independentes. Por fim,  $\varepsilon_t$  é o erro aleatório.

$$A_{it} = Y_{it}\beta_1 + Y_{it}^2\beta_2 + Y_{it}^3\beta_3 + \bar{Y}_{it}\beta_4 + \bar{Y}_{it}^2\beta_5 + \bar{Y}_{it}^3\beta_6 + X_{it}\beta_7 + \epsilon_{it} \quad \text{Equação (5)}$$



Em que  $A$  é um indicador socioambiental,  $Y$  é o PIB *per capita*,  $\bar{Y}$  é a média do PIB sobre os três anos anteriores,  $X$  é um vetor de outros covariantes, os betas ( $\beta$ ) são os coeficientes a serem estimados,  $i$  representa o país,  $t$  o tempo e  $\epsilon_{it}$  é o erro.

A partir desse dois modelos como modelos gerais e de fundamentação, optou-se neste dissertação por construir quatro tipos de modelos, cujas especificações foram dadas pela pesquisa da literatura e pelo indicador utilizado como regressando: Os modelos são: i) os modelos tipo A, em que o indicador de degradação ambiental utilizado é o nível *per capita* de emissões de CO<sub>2</sub>; ii) os modelos tipo B, nos quais a variável dependente é a pegada ecológica *per capita*; iii) os modelos tipo C, para os quais o regressando utilizado foi o fluxo de materiais de cada país (extração total); e iv) os modelos tipo D, em que a poupança ajustada líquida foi considerada como sendo a variável dependente.

### 3.3.1 Tipos de modelos econométricos utilizados

➤ **Modelos tipo A:** indicador de Emissões de CO<sub>2</sub> per capita

$$CO_2PC_{it} = \alpha + \beta_1(PIBPC_{it}) + \beta_2(PIBPC_{it})^2 + \beta_3(PIBPC_{it})^3 + \beta_4(EU_{it}) + \beta_5(DEN_{it}) + \beta_6(AC_{it}) + \beta_7DUMMY_{it} + \epsilon_{it}$$

#### Equação (6)

Em que: CO<sub>2</sub>PC são as emissões de CO<sub>2</sub> em termos *per capita*; PIBPC é o Produto Interno Bruto em termos *per capita*, EU é o uso de energia em termos per capita, DEN é densidade populacional, AC é abertura comercial, DUMMY é uma variável binária que representa o protocolo de Quioto, tomando o valor de 1 para anos posteriores a 1997 e 0 para anos anteriores;  $\alpha$  é valor constante da regressão; os  $\beta$  são os coeficientes dos regressores,  $\epsilon$  é o erro estocástico.

➤ **Modelos tipo B:** indicador de Pegada Ecológica

$$PE_{it} = \alpha + \beta_1(PIBPC_{it}) + \beta_2(PIBPC_{it})^2 + \beta_3(PIBPC_{it})^3 + \beta_4(EU_{it}) + \beta_5(DEN_{it}) + \beta_6(AC_{it}) + \beta_7(CO_2PC_{it}) + \beta_8(MET_{it}) + \beta_9(TER_{it}) + \beta_{10}(OUTROS_{it}) + \epsilon_{it}$$

#### Equação (7)

Além de algumas variáveis já definidas no tipo A, no tipo B usou-se como regressando a pegada ecológica *per capita* (PE) de cada país. MET são emissões de metano em quilo toneladas equivalentes em CO<sub>2</sub>, TER é a área de terra usada em agricultura, OUTROS refere-se as emissões de outros gases de efeito estufa como os subprodutos de hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorocarbonetos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>) e  $\varepsilon_t$  são as perturbações da regressão.

➤ **Modelos tipo C: indicador de Extração Total de Materiais**

$$ET_{it} = \alpha + \beta_1(PIBPC_{it}) + \beta_2(PIBPC_{it})^2 + \beta_3(PIBPC_{it})^3 + \beta_4(AC_{it}) + DUMMY1 + DUMMY2 + DUMMY3 + \varepsilon_{it}$$

### Equação (8)

Em que ET é a extração total de materiais de cada país, as variáveis *dummy* são definidas na tabela 5 e representam variáveis binárias sobre leis de cada país voltadas à proteção ambiental; no caso da Rússia prescindiu-se de *dummy's* por considerar um período muito curto de análise. Os outros regressores já foram definidos nos tipos de modelos A e B.

**Tabela 5. Variáveis DUMMY usados no modelo tipo C**

País	Dummy 1	Dummy 2	Dummy 3
<b>Brasil</b>	Lei de Política Agrícola No. 8171 do 17 de Janeiro de 1991.	Lei de Exploração Mineral No. 7805 do 18 de Julho de 1989.	Não usou-se dummy 3
<b>Índia</b>	Lei de proteção Ambiental do 19 de novembro de 1986 ancorada ao artigo 253 da Constituição da Índia.	Política Nacional Agrária de 2000.	Política Nacional do médio ambiente do 2006.
<b>China</b>	Criação do Comitê para a Proteção do Médio Ambiente e os Recursos Naturais de 1993.	Criação da zona de livre comércio China-ASEAN (Associação de Nações do Sudeste Asiático).	Não usou-se dummy 3
<b>África do Sul</b>	Criação da Comunidade da África Meridional SADC em 1992.	Acordo sobre comércio, cooperação e desenvolvimento entre a África do Sul e a União Europeia a partir do ano 2000.	Não usou-se dummy 3

Fonte: Elaboração própria

➤ **Modelos tipos D:** indicador de Poupança Ajustada.

$$PA_{it} = \alpha + \beta_1(PIBPC_{it}) + \beta_2(PIBPC_{it})^2 + \beta_3(PIBPC_{it})^3 + \beta_4(AC_{it}) + \varepsilon_{it}$$

### Equação (9)

Em que PA é a poupança líquida ajustada de cada país. As demais variáveis estão definidas nos tipos de modelo anteriores.

### 3.3.2 Testes econométricos

Para cada tipo de modelo rodaram-se modelos individuais para cada país, além do que em todos foram realizados os testes econométricos usuais. Começou-se por fazer uma estatística descritiva de cada uma das séries por cada país; depois cada indicador foi submetido a testes de estacionariedade (*Augmented Dickey Fuller(ADF)*, *Dickey Fuller (DF GLS)*, *Phillips Perron (PP)* e *KPSS*), conforme Wooldridge (2010) e Gujarati (2000). Em seguida, todos os modelos foram rodados mediante MQO, levando-se em conta que se faz diferenciação de logaritmo para lidar com o problema de não estacionariedade e assim obter um ordem de integração.

Para cumprir com os supostos da regressão<sup>22</sup>, fez-se o teste *Jarque-Bera* para testar normalidade na distribuição dos erros no qual, segundo De Losso (2008) e Lucambio (2008), as hipóteses são  $H_0$ : os erros são consistentes com uma distribuição normal e  $H_1$ : os erros não são consistentes com uma normal. A hipótese nula é rejeitada no caso em que a estatística *Jarque-Bera* for muito alta, geralmente maior que 5,99, ou seja, a probabilidade seja menor que 0,5.

No caso da autocorrelação, de acordo com Wooldridge (2010) e De Losso (2008), usou-se o teste *Breusch-Godfrey correlation LM* no qual as hipóteses são  $H_0$ : os residuais não mostram autocorrelação e  $H_1$ : os erros mostram autocorrelação. Caso a estatística for muito grande, usa-se a prova  $X^2$ ; caso seja pequena, então usar a prova F. Se a probabilidade for menor que 0,05, rejeita-se a hipótese nula.

Para testar heterocedasticidade, de acordo com De Losso (2008), usou-se o teste *ARCH-LM*; hipóteses nulas são  $H_0$ : os resíduos não apresentam heteroscedasticidade e  $H_1$ : Os erros

<sup>22</sup> Citam-se alguns: i) os resíduos se distribuem em forma normal; ii) os resíduos não apresentam autocorrelação; iii) os resíduos não exibem heterocedasticidade.

apresentam heteroscedasticidade. Quando a probabilidade é menor que 0,05, rejeita-se a hipótese nula.

A Prova *Ramsey Reset* foi feita para avaliar a correta especificação e a forma funcional do modelo, segundo De Losso (2008), as hipóteses são  $H_0$ : o modelo está bem especificado; e  $H_1$ : a especificação do modelo é incorreta. Rejeita-se  $H_0$  se a probabilidade é menor que 0,05. Também se fez a prova de estabilidade dos parâmetros observando-se os resultados gráficos do testes CUSUM e CUSUMS. Neste caso,  $H_0$  é que o vetor  $\beta$  é o mesmo em qualquer período de tempo. A alternativa é a rejeição da hipótese nula o que graficamente se interpreta pela contenção pelos limites de significância segundo Tanizaki (1995).

Além disso, foram feitos testes de variável redundante e variável omitida para avaliar a sobrespecificação ou a subespecificação dos modelos. Uma variável é redundante se o  $t$  estatístico é menor que o  $t$  *student* ou se a probabilidade é maior que 0,05 (al 5%  $t$  *student*= 1,697) ou 0.1 (al 10  $t$  *student*= 1,310).

Após realizados os testes econométricos, prosseguiu-se à verificação ou não de indícios de um comportamento típico ao da CKA, cujo formato tradicional é em “u invertido”<sup>23</sup>. ou no formato de “N”; segundo definido no capítulo 1 as condições requeridas são:

- “1. Se  $\beta_1 > 0$  e  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , então a relação entre renda per capita e pressão ambiental é monotonamente positiva e linear, onde um aumento da primeira leva a um aumento constante da segunda.
2. Se  $\beta_1 < 0$  e  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , então a relação entre renda per capita e pressão ambiental é monotonamente negativa e linear.
3. Se  $\beta_1 > 0$  e  $\beta_2 < 0$  e  $\beta_3 = 0$ , então a relação entre renda per capita e pressão ambiental pode ser representada pela CKA. A partir dessa função quadrática com concavidade para baixo (na forma de “U invertido”) pode-se calcular o ponto de inflexão ( $Y^*$ ) igualando  $\partial E / \partial Y = 0$ , cujo resultado é:  

$$Y^* = -\beta_1 / 2\beta_2.$$
4. Se  $\beta_1 > 0$  e  $\beta_2 < 0$  e  $\beta_3 > 0$ , a relação passa a assumir a forma de “N”. Nesse caso, a CKA representaria apenas um estágio dessa relação, antes que houvesse o “recasamento” a partir do segundo ponto de inflexão. “(LUCENA ,A, 2003, P49).

Para complementar o item 4 acima, é necessário também que se verifique uma relação entre os valores absolutos dos betas, ou seja,  $3\beta_1 * \beta_3 < \beta_2^2$ . A demonstração para tanto se encontra no anexo E.

<sup>23</sup> Além da verificação de indícios do formato em “U invertido”, também verificou a existência de formato em “N”.

### 3.4 Resultados

Os resultado aqui apresentados são conforme os tipos de modelo da seção 3.4 e que são explicados como segue:

#### ➤ *Resultados para o modelo tipo A*

A estatística descritiva de cada país se apresenta nos quadros A.1-A.5 e os testes de estacionariedade são apresentados nos quadros A.6-A.10. Pelos resultados obtidos, infere-se que todas as variáveis são integradas de ordem (1); no caso da Rússia e da África do Sul as variáveis estão na primeira diferença, no caso do Brasil, Índia e China estão na diferença do logaritmo.

Nos quadros A.11 e A.12 são apresentados os resultados das estimativas dos parâmetros ou betas feito por MQO; no caso da África do Sul excluem-se as variáveis DAC DDEN porque elas são causantes de autocorrelação segundo consta no quadro A.15.6. Na tabela A.12 expõem-se os resultados dos testes de normalidade na distribuição dos erros, de autocorrelação e de heterocedasticidade. Nos cinco casos pode-se notar que os erros estão distribuídos normalmente, não se tem autocorrelação e nem heterocedasticidade.

Segundo os dados do quadro A.14 sobre o teste *Ramsey Reset*, a hipótese nula não é rejeitada, o que indica que o modelo está bem especificado para os modelos tipo A dos países em estudo.

Para testar a estabilidade dos parâmetros, usaram-se os testes CUSUM e CUSUMS. Os resultados para os cinco países são apresentados nos gráficos A.1-A.5, segundo os quais os parâmetros parecem ser estáveis, à exceção da Índia e da Rússia, que de acordo com o teste CUSUMS, parecem mostrar tendência à instabilidade.

Os quadros A.15.1 a A.15.5 mostram que a variável redundante no caso do Brasil foi a diferença do logaritmo da abertura comercial (DLOGAC); no caso da Rússia a constante C e a diferença do PIB per capita (DPIBPC); no caso da Índia foi a constante e a diferença do logaritmo da terceira potência do PIB per capita (DLOGPIBPC3); no caso da China a constante, a diferença do logaritmo da segunda e terceira potência do PIB per capita (DLOGPIBPC2, DLOGPIBPC3), a diferença do logaritmo da abertura comercial (DLOGAC) e a diferença de logaritmo da densidade populacional (DLOGDEN); para a África do sul foi a constante, a diferença do PIB per capita e da sua terceira potência (DPIBPC e DPIBPC3). A tabela A.15.6

mostra que foi correto omitir a diferença da densidade populacional (DDEN) e a diferença da abertura comercial (DAC) no caso da África do Sul, pois ao tirar essas variáveis foi solucionado o problema de auto correlação. Segundo os testes anteriores, os modelos resultantes sem as variáveis redundantes são mostrados no quadro 3.

**Quadro 3. Resultados para os modelo Tipo A após retirada de variáveis redundantes**

Variável	Coeficiente	T-estatístico	R <sup>2</sup>
Brasil			0,80
C	0.034637	2.406746	
DLOGPIBPC	11.95531***	2.249483	
(DLOGPIBPC) <sup>2</sup>	-3.244321***	-2.196817	
(DLOGPIBPC) <sup>3</sup>	0.292815***	2.142156	
DLOGEU	1.127606***	7.090110	
DLOGDEN	-1.873506***	-2.540242	
DUMMY	-0.013729***	-2.439346	
Rússia			0,87
DPIBPC	3.36x10 <sup>-5</sup> *	1.170338	
(DPIBPC) <sup>2</sup>	-3.94x10 <sup>-8</sup> **	-1.816153	
DEU	0.002443**	10.41299	
DDEN	-115885.2*	-1.198004	
DAC	0.677795*	1.198052	
DUMMY	0.218956*	1.457662	
Índia			0,53
DLOGPIBPC	1.435977***	3.116960	
(DLOGPIBPC) <sup>2</sup>	-0.286134***	-3.301678	
DLOGEU	0.864779***	3.486990	
DLOGDEN	0.507496***	3.715734	
DLOGAC	-0.024926*	-1.196799	
DUMMY	0.013156***	2.452184	
China			0,69
DLOGPIBPC	0.081953**	1.481265	
DLOGEU	1.167006**	7.746605	
DUMMY	-0.018609**	-1.566821	
África do Sul			0,63
DPIBPC2	-1.36E-07*	-1.401307	
DEU	0.003226*	7.219961	
DUMMY	0.147829*	1.208519	

Fonte: Elaboração própria com dados do E views

Observação: (\*), (\*\*), (\*\*\*) indicam significância ao 15%, 10% e 5%

Do quadro 3 e segundo o R<sup>2</sup>, para Brasil 80 % das variações na diferença do logaritmo nas emissões de dióxido de carbono em termos *per capita* são explicados pelas variações da diferença do logaritmo de: PIB *per capita*, uso de energia e densidade populacional, além de uma variável *dummy*. No caso da Rússia, 97 % das variações na diferença das emissões de CO<sub>2</sub>

*per capita* são explicados pelas diferenças de: PIB *per capita*, uso de energia, densidade populacional, abertura comercial e a variável *dummy*. Para Índia, 53 % das variações da diferença do logaritmo das emissões de dióxido de carbono são explicadas pelas diferenças do logaritmo de: PIB *per capita*, uso de energia, densidade populacional, abertura comercial e a variável *dummy*. Para China, 69 % das variações na diferença de logaritmo das emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* são explicadas pelas diferenças do logaritmo do PIB *per capita* e do uso de energia, também da variável *dummy*. No caso da África do Sul, 63 % das variações na diferença das emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* são explicadas pelas diferenças da segunda potência do PIB *per capita*, do uso de energia e da variável *dummy*.

### ➤ **Resultados para o Modelo tipo B**

A estatística descritiva de cada país é apresentada nos quadros B.1-B.5 e os testes de estacionariedade são mostrados nos quadros B.6-B.10. No caso do Brasil, Rússia e a África do Sul as suas variáveis estão na primeira diferença. Para a Índia tomou-se a diferença do logaritmo, porém para a China apenas valeu-se da diferença do logaritmo da pegada ecológica (PE) e do PIBPC, junto com a segundo e terceira potência. As demais variáveis estão na primeira diferença, assim nos quadros B.11 e B.12 se mostram os resultados das estimativas dos parâmetros ou betas feito por MQO.

No quadro B.13 exibem-se os resultados dos testes de normalidade na distribuição dos erros, de autocorrelação e de heterocedasticidade. Percebe-se que nos cinco casos p os erros estão distribuídos normalmente, não havendo autocorrelação e nem heterocedasticidade. É importante comentar que para o teste de heterocedasticidade no caso do Brasil se fez pelo método *Breusch-Pagan-Godfrey*, pois pelo método ARCH o resultado mostrou um modelo não homocedástico.

Segundo os dados do quadro B.14, sobre o teste Ramsey Reset a hipótese nula não é rejeitada, sugerindo que o modelo está bem especificado para os modelos tipo B. Testou-se a estabilidade dos parâmetros pelos métodos CUSUM e CUSUMS, os seus resultados aparecem nos gráficos B.1-B.5 e dos quais pode-se dizer que não existe instabilidade.

Com os testes de variável redundante (quadro B.15.1) resultou que para o Brasil as variáveis supérfluas são a diferença do PIB *per capita* em terceira potência (DPIBPC3), a diferença da abertura comercial (DAC), a diferença do uso de energia (DEU) e a diferença das emissões de metano (DMET). De acordo com o quadro B.15.2, para a Rússia as variáveis

excessivas são a constante C, a diferença da densidade populacional (DDEN), a diferença da abertura comercial (DAC), a diferença do PIB *per capita* em segunda e terceira potência (DPIBPC2, DPIBPC3) e a diferença da emissões de outros poluentes (DOUTROS). Para a Índia são, segundo o quadro B.15.3, a diferença do logaritmo da abertura comercial (DLOGAC), a diferença do logaritmo de outras emissões de poluentes (DLOGOUTROS), diferença do logaritmo da segunda potência do PIB per capita (DLOGPIBPC2), diferença de logaritmo das emissões de dióxido de carbono per capita (DLOGCO2PC) e a diferença de logaritmo da terra usada em agricultura (DLOGTER). Alusivo à China, o quadro B.15.4 nos diz que as variáveis redundantes são a constante C, diferença da emissões de outros poluentes DOUTROS e a diferença do uso de energia DEU e para a África são a constante C, a diferença do uso de energia DEU, diferença do PIB per capita em segunda e terceira potência (DPIBPC2, DPIBPC3).

**Quadro 3. Resultados para os modelo Tipo B após retirada de variáveis redundantes.**

Variável	Coefficiente	T-estatístico	R <sup>2</sup>
Brasil			0,48
C	-0.180558**	-1.535395	
DPCBR	4.05E-05**	2.718136	
DPCBR2	2.17E-08**	1.920739	
DDEN	0.442440*	1.152787	
DCO2PC	0.488242**	1.650208	
DTERR	7.50E-07*	1.228614	
DOUTROS	-5.24E-08**	-2.728927	
Rússia			0,95
DPIB	4.24E-05***	3.296228	
DEU	0.002073***	4.348296	
DCO2PC	-0.221126***	-1.216594	
DMET	-2.87E-06***	-2.579779	
DTER	1.82E-05***	11.31625	
Índia			0,46
C	0.024841	1.059039	
DLPIBIN	-0.101916*	-1.289018	
DLPIBIN3	4.106798*	2.556015	
DLEU	0.317259*	1.393621	
DLOGDEN	-1.485042*	-1.243274	
DLOGMET	1.058296*	2.658887	
China			0,70
DLOGPIB	-0.042098*	-1.070448	
DLOGPIB2	1.028775**	3.859232	
DLOGPIB3	-3.047178**	-2.258342	
DDEN	0.008680**	2.041461	
DAC	-0.124193**	-2.081597	
DCO2	0.141481**	8.035237	
DMET	-2.28E-07**	-1.926208	
DTER	-9.34x10 <sup>-8</sup> **	-1.351000	



Africa do Sul			0,58
DPIB	0.000110*	3.73Ex10 <sup>-5</sup>	
DDEN	-0.098908*	0.033817	
DAC	1.250997*	0.356843	
DCO2PC	0.110222*	0.043819	
DMET	2.41x10 <sup>-5</sup> *	2.00 x10 <sup>-5</sup>	
DTERRA	0.158189*	0.081975	
DOTHER	-2.68x10 <sup>-6</sup> *	1.64 x10 <sup>-6</sup>	

Fonte: Elaboração própria com dados do E views

Observação: (\*), (\*\*), (\*\*\*) indicam significância ao 15%, 10% e 5%

De acordo com os resultados do quadro 3, a diferença do PIB *per capita*, a diferença da densidade populacional, diferença das emissões de dióxido de carbono em termos *per capita*, a diferença das terras usadas em agricultura e a diferenças das emissões de outros poluentes explicam 48% das variações na diferença da pegada ecológica. Para a Rússia, 95 % das variações na diferença de pegada ecológica dependem da diferença do PIB *per capita*, da diferença do uso de energia, da diferenças das e emissões de dióxido de carbono em termos *per capita*, da diferença das emissões de metano e da diferença das terras usadas em agricultura. No Caso da Índia, 47 % das variações na diferença do logaritmo da pegada ecológica são explicadas pela diferença do logaritmo do PIB *per capita*, diferença do logaritmo do uso de energia, diferença do logaritmo da densidade populacional e da diferença do logaritmo das emissões de metano. Para China, 71 % das variações da diferença do logaritmo da pegada ecológica dependem da diferença do logaritmo do PIB *per capita*, diferença da densidade populacional, diferença da abertura comercial, diferença das emissões de dióxido de carbono *per capita*, diferença das emissões de metano e da diferença do uso da terra para agricultura. Para África do Sul, 58 % das variações na diferença da pegada ecológica são explicadas pela diferença do PIB *per capita*, diferença da densidade populacional, diferença da abertura comercial, diferença das emissões de dióxido de carbono *per capita*, diferença das emissões de metano, diferença do uso da terra para agricultura e da diferença das emissões de outros poluentes.

### ➤ **Resultados para o Modelo tipo C**

A estatística descritiva de cada país é apresentada nos quadros C.1-C.5 e os testes de estacionariedade nos quadros C.6-C.10. Para Brasil, Rússia, Índia e a África do sul, as variáveis estão na primeira diferença; já para a China estão na diferença do logaritmo. Nos quadros C.11 e C.12 são exibidos os resultados das estimativas dos parâmetros ou betas realizadas por MQO.

No quadro C.13 apresentam-se os resultados dos testes de normalidade na distribuição dos erros, de auto correlação e de heterocedasticidade. Nos cinco casos pode-se notar que os erros estão distribuídos normalmente, não se tem autocorrelação e nem heterocedasticidade. Segundo o teste Ramsey Reset, usado para comprovar a especificação da forma funcional do modelo (quadro C.14), não se pode rejeitar a hipótese nula, o que sugere que o modelo está bem especificado para os modelos tipo C. Por fim, examinou-se a estabilidade dos parâmetros pelos métodos CUSUM e CUSUMS (gráficos C.1-C.5), cujos resultados indicam que não existe instabilidade.

A interpretação dos testes de variável redundante é como segue: o quadro C.15.1 diz que para o Brasil a variável redundante é a diferença do PIB *per capita* (DPIBPC); no quadro C.15.2 para a Rússia mostra que a constante é redundante. O quadro C.15.3 para a Índia mostra que DUMMY1, DUMMY2, a diferença da abertura comercial (DAC) e a diferença do PIB per capita (DPIBPC) são irrelevantes. No Quadro C.15.4 estão as variáveis redundantes para a China, que são a diferença do logaritmo do PIB *per capita* na segunda e terceira potência (DLOGPIBPC2, DLOGPIBPC3). Para a África do Sul, a DUMMY1, DUMMY2, a diferença da abertura comercial (DAC), a diferença do PIB per capita na terceira potência DPIBPC3 e a Constante C são irrelevantes.

**Quadro 5. Resultados para os modelo Tipo C após retirada de variáveis redundantes**

Variável	Coefficiente	T-estatístico	R <sup>2</sup>
Brasil			0,57
C	0.132560	1.173302	
DPIBPC	0.000322*	3.072102	
DPIBPC2	6.73E-08*	1.116239	
DAC	5.468717*	1.677227	
DUMMY1	-0.366132*	-1.258726	
DUMMY2	0.430516*	1.570251	
Rússia			0,82
DPIB	0.001823***	4.850087	
DPIB2	-1.59E-07***	-2.401390	
DPIB3	-1.48E-10***	-2.690725	
DAC	9.069586***	5.480694	
Índia			0,44
C	0.064811*	3.971051	
DPIBPC2	2.22E-05*	3.414716	
DPIBPC3	-8.37E-08*	-3.408527	
DUMMY3	0.055286*	1.139452	
China			0,53
C	0.038074*	5.311124	
DLOGPIBPC	0.093479*	1.137667	
DLOGAC	0.137626*	1.663803	
DUMMY	-0.016597*	-1.490612	
DUMMY2	0.047957*	4.830949	

África do Sul			0,014
DPIBPC	-0.014667*	-1.419648	
DPIBPC2	6.36E-05*	1.298923	

Fonte: Elaboração própria com dados do E views

Observação: (\*), (\*\*), (\*\*\*) indicam significância ao 15%, 10% e 5%

De acordo com o quadro 5, para o Brasil 57 % das variações da diferença da extração total de materiais depende das variações da diferença do PIB *per capita*, da abertura comercial e da dummy 1 e dummy 2. Para Rússia, 83 % das variações da diferença na extração total de materiais são explicadas pela diferença do PIB *per capita* e a diferença da abertura comercial. No caso da Índia, 45% das diferenças na extração total de materiais estão em função da diferença do PIB *per capita* e a dummy 1. Para China, 53 % das variações na diferença do logaritmo da extração total de materiais são explicadas pela diferença do logaritmo do PIB *per capita*, diferença do logaritmo da abertura comercial, a dummy 1 e a dummy 2. Para África do Sul, 1,4 % das variações da diferença na extração total de materiais são dependentes da diferença do PIB *per capita*.

### ➤ *Resultados para o Modelo tipo D*

A estatística descritiva de cada país se apresenta no quadro D.1-D.5. Os testes de estacionariedade são apresentados nos quadros D.6-D.10, cujos resultados indicam que tais séries são integradas de ordem (1). As variáveis de Brasil, Rússia, Índia e África do Sul estão na primeira diferença, as da China na diferença do logaritmo, à exceção de abertura comercial que está em primeira diferença.

No quadro D.13 apresentam-se os resultados dos testes de normalidade na distribuição dos erros, de autocorrelação e de heterocedasticidade. Nos cinco casos os erros estão distribuídos normalmente, não se tem autocorrelação, tampouco heterocedasticidade.

Segundo o quadro D.14, o modelo está bem especificado segundo as hipóteses do teste *Ramsey Reset*. Os parâmetros apresentam estabilidade segundo consta nos Gráfico D.5-D.6, à exceção da China e a África do Sul, que segundo o gráfico D.4.b e D.5.b tem tendência à instabilidade.

Nos quadros D.14.1-D.14.3, apresentam-se os testes de variável redundante. Para o caso do Brasil as variáveis irrelevantes são a constante C e a diferença do PIB *per capita* (DPIBPC). Para o caso da Rússia, são a diferença do PIB *per capita* na segunda e terceira potência (DPIBPC2, DPIBPC3), a diferença da abertura comercial (DAC) e a constante. Para a Índia, apenas a constante é redundante. Para China e África do Sul não se apresentam testes de variável redundante pois as variáveis usadas no modelo são significativas.

**Quadro 6. Resultados para os modelo Tipo D após retirada de variáveis redundantes.**

Variável	Coefficiente	T-estatístico	R <sup>2</sup>
Brasil			0,65
DPIB2	-9745,300**	-1,666443	
DPIB3	11.21981**	4,378871	
DAC	8,05x10 <sup>11</sup> **	2,542325	
Rússia			0,64
DPIB	41540784***	6,046829	
Índia			0,74
DPIB	1.28E+09***	4,248880	
DPIB2	8019857.***	1,762412	
DPIB3	-44343.34***	-2,919733	
DAC	-5,29x10 <sup>11</sup> ***	-1,833600	
China			0,40
C	1.19Ex10 <sup>11</sup> **	1,352390	
DLOGPIB	-1,10x10 <sup>14</sup> **	-2,074333	
DLOGPIB2	3,52x10 <sup>13</sup> **	2,038194	
DLOGPIB3	-3,64x10 <sup>12</sup> **	-1,978047	
DAC	-1,29x10 <sup>12</sup> **	-1,734516	
África do Sul			0,70
C	3.66x10 <sup>9</sup> *	3,270600	
DPIB	3665612.*	1,222333	
DPIB2	-22136.89*	-2,673632	
DPIB3	12,31813*	2,171865	
DAC	-7,12x10 <sup>10</sup> *	-4,692027	

Fonte: Elaboração própria com dados do E views

Observação: (\*), (\*\*), (\*\*\*) indicam significância ao 15%, 10% e 5%

De acordo com o quadro 6, o 65 % das variações na diferença da poupança ajustada do Brasil são explicadas pela diferença do PIB *per capita* e a diferença da abertura comercial. No caso da Rússia, 64 % das variações na diferença da poupança ajustada estão em função da diferença do PIB *per capita*. Para a Índia, 75 % das variações na diferença da poupança ajustada dependem da diferença do PIB *per capita* e da diferença da abertura comercial. No caso da China, 41 % das variações na diferença da poupança ajustada são explicadas pela diferença do

logaritmo do PIB *per capita* e da diferença da abertura comercial. Para África do Sul, as variações na diferença da poupança ajustada dependem de 70 % da diferença do PIB *per capita* e da diferença da abertura comercial.

**Tabela 6. Evidências sobre a Curva de Kuznets Ambiental para os BRICS.**

Tipos de modelos	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
Tipo A	N	∩	∩	x	x
Tipo B	x	x	N	x	x
Tipo C	x	x	∩	x	x
Tipo D	x	x	x	x	N

Fonte: Elaboração própria conforme dados da pesquisa

Notas: “x” significa que não foram encontradas evidências da típica Curva de Kuznets Ambiental; ∩ indica que foram detectados vestígios do formato tradicional da CKA (“U” invertido); e “N” indica que a relação detectada possui este formato.

A partir de todos os textos econométricos e dos modelos, os resultados permitiram conhecer evidências da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) para os países BRICS de acordo com os quatro tipos de modelos empregados. A tabela 6 acima mostra que evidências típicas do formato da CKA (“U” invertido) foram encontradas apenas em três situações: para a Rússia e Índia no caso dos modelos tipo A (regressando emissões de CO<sub>2</sub> *per capita*) e para a Índia no caso do modelo C (extração total de materiais). Uma curva em formato de N foi detectada para Brasil no modelo tipo A e para África do Sul para o modelo tipo D, em que a extração total de materiais é considerada a variável dependente. Para os demais países, não foram encontrados formatos de curva semelhantes.

De acordo com os resultados anteriores pode-se dizer que o crescimento econômico dos países BRICS vem causando uma piora progressiva nos seus ecossistemas; o caso mais emblemático é a China cujos patamares de poluição amostram uma grande diferença em relação aos outros países e cuja tendência é de intensidade a partir do ano 2000. Na seção seguinte são apontadas considerações finais onde se faz uma retroalimentação do tratado nos três capítulos dessa dissertação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve o objetivo principal estabelecer a relação entre o crescimento econômico medido pelo PIB e a sustentabilidade ecológica dos países BRICS no período inicial de 1980-2011, à exceção da Rússia, cujos dados estão disponíveis apenas para o período de 1992-2011. Partiu-se da hipótese inicial de que estes países, em função de seu rápido e intenso processo de *catching up*, não estariam fazendo progressos rumo à sustentabilidade ecológica.

No Capítulo 1 se fez um resgate histórico do debate sobre a questão ambiental e se há ou não trade off entre crescimento econômico e preservação ambiental, nessa conjuntura é que nasceu a Economia Ambiental proposta pelo *mainstream* da economia neoclássica que trata problemas ambientais como externalidades e que é introduzido nos análise de mercado como falhas pelos agentes econômicos. A Economia Ecológica traz consigo uma nova visão pre analítica que consiste em considerar o sistema econômico aberto e contido num outro maior e fechado que é o Ecossistema provedor de energia e matéria de baixa entropia e receptor de matéria de alta entropia e rejeitos do sistema econômico.

No Capítulo 2 se definiram os indicadores que se usaram nos modelos econométricos da Curva de Kuznets Ambiental cujos elementos teóricos estão no capítulo 1. Ressaltou-se a importância de se ter sistemas de indicadores para avaliar o desenvolvimento sustentável como foi recomendado na Agenda 21 no capítulo 40. Assim nessa dissertação pela disponibilidade dos dados usou-se quatro indicadores de sustentabilidade para os países BRICS: Emissões de CO<sub>2</sub> per capita, Pegada Ecológica per capita, Fluxos de materiais per capita e Poupança Líquida Ajustada. Cabe destacar que esses países seguem os fundamentos da Economia Ambiental Neoclássica; Os modelos foram feitos de maneira individual para cada país, pois uma simples agregação tanto da suas economias como dos indicadores de sustentabilidade não refletem a realidade das suas responsabilidades nos impactos ambientais dos seus metabolismos econômicos. Assim o desempenho ambiental de cada país BRICS pode ser explanado de acordo a Curva de Kuznets Ambiental, com os indicadores antes mencionados, da maneira seguinte:

De acordo com os resultados para o modelo tipo A, sobre emissões de CO<sub>2</sub> estima-se para o Brasil que as variações das taxas nas emissões dependem em proporção positiva em termos das variações taxas do PIB *per capita*, do uso de energia e negativamente no que se refere à densidade populacional e a assinatura do protocolo de Quioto; Brasil está com um

comportamento que se descreve como de crescimento econômico, porém a sustentabilidade de sua trajetória econômica tem sido criticada.

Para a Rússia, o impacto do crescimento do PIBPC nas emissões é infinitesimal, embora se teste uma CKA cujo ponto de inflexão ocorre quando o seu PIBPC atinge uma diferença de US 426,39, esse modelo parece ser melhor explicado pelas variações no uso de energia, da densidade populacional, da abertura comercial e da assinatura do protocolo de Quioto.

Para a Índia, há evidência de uma CKA na forma de U invertido e o ponto de inflexão ocorre quando as variações das taxas do PIBPC são de 2,51 % aproximadamente; a maior variação nas taxas do PIBPC que atingiu a Índia foi de 0.09 % em 2010 pelo qual ainda está no primeiro estágio da CKA e que pode alterar o seu curso se combinar crescimento econômico com efeito substituição e efeito técnico para entrar numa trajetória de crescimento ecologicamente sustentável. Também as variações das taxas do CO<sub>2</sub> são explicadas pelas variações das taxas do uso de energia, da densidade populacional, da abertura comercial e do protocolo de Quioto.

No caso da China, não se tem evidência de uma CKA, mas sim uma ligação direta entre as variações das taxas do CO<sub>2</sub> e as variações das taxas do PIBPC, do uso de energia e negativamente em função do Protocolo de Quioto.

No caso da África do Sul também não se verifica uma CKA, mas sim uma sensibilidade das variações do CO<sub>2</sub>PC às variações do PIBPC, do uso de energia e positivamente em função do protocolo de Quioto.

No modelo tipo B não se encontraram evidências da CKA em formato de “U” invertido em nenhum dos 5 casos. Para o Brasil as variações na pegada ecológica dependem das variações do PIB, da densidade populacional, das emissões de CO<sub>2</sub>, da terra agrícola e das emissões de outros GEE.

As variações da pegada ecológica da Rússia estão em função das variações do PIBPC do uso de energia, das emissões de CO<sub>2</sub>, das emissões de metano, e do uso da terra agrícola. As variações das taxas da pegada ecológica da Índia dependem das variações das taxas do PIBPC, do uso de energia, da densidade populacional e das emissões de metano. Nesse caso, embora os betas não satisfaçam a definição de uma CKA, a relação entre DLOGPE e DLOGPIB tem formato de N, cujo ponto máximo é atingido quando DLOGPIBPC é de aproximadamente - 0.111 % e o mínimo -e de 0.111% sendo que se tem evidência do resultado do ponto mínimo,

pode se dizer que a Índia está no estágio inicial da CKA de intensa poluição ambiental dado o seu crescimento econômico.

As variações da pegadas ecológica da China dependem das variações das taxas do PIBPC, da densidade populacional, da abertura comercial, das emissões de CO<sub>2</sub>, das emissões de metano e do uso da terra agrícola. As variações da pegada ecológica da África do Sul está em função das variações do PIBPC, da densidade populacional, da abertura comercial, das emissões de CO<sub>2</sub>, das emissões de metano, do uso da terra agrícola e das emissões de outros GEE.

Para o modelo tipo C (fluxos de materiais na extração total de biomassa, combustíveis fósseis, minerais para a Indústria e para a construção entre outros), encontrou-se que para o Brasil as variações na extração total depende das variações do PIBPC, da abertura comercial, da dummy 1 que é a lei de Política Agrícola No. 8171 do 17 de Janeiro de 1991 e também representa os tratados de comércio assinado nesse ano e da Dummy 2, que é a lei de Exploração Mineral No. 7805 do 18 de Julho de 1989.

Para a Rússia as variações da extração total de matérias está em função das variações do PIBPC e da abertura comercial. As variações da extração total da Índia depende das variações do PIBPC, com evidências de uma CKA, cujo ponto de inflexão ocorre quando a variação do PIBPC é de aproximadamente 132,61 e também depende da dummy3, que é sobre a política Nacional do Meio Ambiente do 2006.

As variações das taxas da extração total de materiais na China depende das variações das taxas do PIBPC e das dummy's. No caso da China, a Dummy1 é sobre a criação do Comitê para a Proteção do Meio Ambiente e os Recursos Naturais de 1993; a Dummy 2 é sobre criação da zona de livre comércio China-ASEAN (Associação de Nações do Sudeste Asiático). Para a África do Sul, as variações da extração total de materiais está em função das variações do PIBPC.

No modelo tipo D no caso do Brasil, da Índia e da África do Sul as variações da poupança ajustada depende das variações do PIBPC e da abertura comercial. As variações da poupança ajustada da Rússia dependem linearmente das variações do PIBPC. Para a China, as variações da Poupança ajustada estão ligadas às variações das taxas do PIBPC e das variações da abertura comercial



Em todos os casos, conclui-se que existe uma relação entre crescimento econômico e os indicadores de sustentabilidade usados nessa pesquisa. Os resultados apontam que estes países estão num estágio de expansão econômica que causa piora no meio ambiente e que acordos como o protocolo de Quito e leis ambientais não têm sido suficientes para regular o crescimento econômico orientado a um desempenho ecologicamente sustentável dos países BRICS. Pelo tanto é precisa-se desenvolver políticas encaminhas para um eficiente transumo de esses países (por meio de eco inovações por exemplo) e reduzir as pressões ambientais que as atividades econômicas deles exercem sobre o médio ambiente as quais podem estar enquadrados nos princípios da economia ecológica.

Sugere-se que em outros estudos se faça uma análise de políticas sobre desenvolvimento sustentável conducentes a corrigir a trajetória insustentável desses países BRICS, além de analisar se é fatível considera tais analises em blocos ou individualmente testando a CKA com outros blocos econômicos como a União Europeia, CIVETS (Colômbia, Indonésia, Vietnã, Egito, Turquia e África do Sul) o Triângulo do Norte (Honduras, El Salvador e Guatemala) entre outros, fazendo comparações intra bloco pra corroborar se a coesão entre países contribui ou não para um desenvolvimento ecologicamente sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. < <https://www.iea.org/>> aceso 22 em outubro de 2016
- AGRAS, J.; CHAPMAN, D. **A dynamic approach to the Environmental Kuznets Curve hypothesis**. Ecological Economics, New York, v. 28, p. 267-277, 1999.
- AGUILERA, F; ALCÁNTARA, V. **De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica**. Barcelona: ICARIA: FUHEM, 2011
- ALCANTARA, V; PADILLA, E. **Análisis De Las Emisiones De CO2 y Sus Factores Explicativos En Las Diferentes Áreas Del Mundo**. Departamento de Economía da universidade de Barcelona. 2005
- ANDRADE, D. C. **Economia e meio ambiente : aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica**. Leituras de Economia Política, Campinas, (14): 1-31, Agosto-Dezembro. 2008
- ANDRADE, D.C., ROMEIRO, A.R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para Discussão n. 155 (fevereiro), Instituto de Economia – UNICAMP, 2009.
- ANDRADE, D. C; ROMEIRO, A. R. (2011). **Degradação ambiental e teoria econômica: algumas reflexões sobre uma “economia dos ecossistemas.”** *Economia*, 12(1), 3–26. Janeiro 2011
- ARRAES, R. A.; DINIZ, M. B.; DINIZ, M. J. T. **Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável**. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 525-547, 2006.
- ARROW, K., BOLIN, B., COSTANZA, R., DASGUPTA, P., FOLKE, C., HOLLING, C.S., JANSSON, B.-O., LEVIN, S., MÄLER, K.-G., PERRINGS, C., PIMENTEL, D. **Economic growth, carrying capacity, and the environment**. *Science* 268, p. 520–521, 1995.
- BANCO MUNDIAL. **Indicadores de desenvolvimento**. <<http://data.worldbank.org/indicator>> último aceso em 15 de outubro do 2016
- BANIK, A; PADOVANI, F. **Índia em transformação: o novo crescimento econômico e as perspectivas pós-crise**. *Rev. Sociol. Polit.*, v. 22, n. 50, p. 67-93, Junho, 2013
- BARBOSA, G. S. **O Desafio Do Desenvolvimento Sustentável**. *Revista Visões* 4ª Edição, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun 2008
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise corporativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

BCB. Relatório de inflação. Vol. 18. Setembro 2016

BCB. Banco Central do Brasil < <http://www.bcb.gov.br/>> aceso em 11 de novembro de 2016

BESHARATI, N; STEVES, P. (2015). **Os BRICS , a Cooperação Sul-Sul e o Campo da Cooperação para o Desenvolvimento Internacional** . Rio de Janeiro, vol. 37, no 1, p. 289-330, Janeiro/abril 2015.

BIAGE, M. **Relação entre crescimento econômico e impactos ambientais: uma análise da curva ambiental de Kuznets**. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699. 2013

BRAGA-NONNENBERG, M. J. **China : Estabilidade e crescimento econômico**, Revista de Economia Política, vol. 30, nº 2 (118), pp. 201-218, abril-junho,2010

BRESSER-PEREIRA, L. C. **O sistema econômico brasileiro. Conjuntura Econômica**, 59 (4), abril 2005a

BRESSER-PEREIRA, L. C. **Macroeconomia Pós-Plano Real : as relações básicas**, In João Sicsú, Luiz Fernando de Paula e Renaut Michel, orgs., Novo Desenvolvimentismo: Um Projeto Nacional de Crescimento com Equidade Social. Barueri: Manole; Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, p 3-47, 2005b

BRUNDTLAND, G.H. **Our common future**. Report of the World Comission of Environment and Development – United Nations, 1987.

CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no último quarto do século XX**. São Paulo: Editora Unesp/IE. Unicamp, 2002.

CARSON, R. **Silent Spring**. New York: Houghton Mifflin Company. 1962

CARVALHO, T. S.; ALMEIDA, E. **A hipótese da curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial**. Estudos Econômicos (São Paulo), 40(3), 587–615, 2010

CASTILLO MERIDA, M. B. **Tesis:El nuevo orden internacional a partir de los BRICS**. Universidad Rafael Landívar ,Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Campus de Quetzaltenango, Março, 2014

CAVALCANTI, C. **Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental**. Estudos Avançados, 24(68), 53–67, 2010

CECHIN, A. D.; VEIGA, J. E. Da. **A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen**. Revista de Economia Política, 30(3), 438–454, 2010

CIA .**Agencia Central de Inteligência**.< <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/>> aceso em 3 de novembro de 2016

CIDIN, R. D. C. P. J.; SILVA, R. S. **Pegada ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(1), 113-13. 2004

CNUMAD. Conferência das Nações Unidas sobre Médio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, Brasil, 1992.

COLE, M. A.; RAYNER, A. J.; BATES, J. M. **The enviromental Kuznets curve: na empirical analysis**. Environment and Development Economics, Nottingham, v.2, p. 401-416, 1997

CORTÉS, F; MAURO, A. **Análisis de estrategias de sustentabilidad medioambiental para empresas relacionadas a las industrias de extracción y procesamiento de recursos naturales de países pertenecientes al BRICS**. Facultad economía y Negocios, Universidad de Chile, Diciembre 2013

COSTANZA, R., DALY, H.E. Natural Capital and Sustainable Development. **Conservation Biology** 6, p. 37-46, 1992

COSTANZA, R; FARBER, S C; MAXWELI, J. **Valuation anda management of wetland ecosysteems**. Ecological Economics, n. 1, 1989.

CUNHA, D. **TCC: Uma análise da economia russa na era putin (1999 – 2008)**. Fundação armando alvares penteado, faculdade de economia, São Paulo, 2008

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

DALY, H; COBB, J. **For the common good. redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future**. Londres: Green Print, Merlin Press, 1989

DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological Economics: Principles and Applications**. Washington, D.C.: Island Press. 2004

DE AVILA E; MARTINS E. **Evidencia de curva ambiental de Kuznets e convergencia de emissões**. *Estud. Econ., São Paulo, vol.45, n.1, p. 97-126, jan.-mar. 2015*

DE BRUYN, S. M.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; OPSCHOOR, J. B. **Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves**. Ecological Economics, Amsterdam, v. 25, p. 161-175, 1998

DE FRANÇA, A; PONTES, B; FILHO, N. **O BRICS numa perspectiva multipolar: um estudo preliminar**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário Lagoa Nova, 2014

DE LOSSO, R. **Econometria de series temporais**. Fundação Getúlio Vargas- CFC. São Paulo 2009

DE SOUZA, R. F. **Economia do meio ambiente: aspectos teóricos da economia ambiental e da economia ecológica**. XLVI Congresso Da Sociedade Brasileira de Economia, Administração E Sociologia Rural. Rio Branco Acre, (46), 2008

DINIZ G. **Tese de Doutorado: Ensaios sobre a relação entre a emissão de CO<sub>2</sub> e a renda global**. Universidade Federal do Ceará. 2011

EHRlich, P. **The population bomb**. Nova York, Ballantine Books, 1968

EUROSTAT                      reporte                      anual                      Bruxelles                      (2001):  
<<http://www.europa.eu.int/comm/eurostat/Public/datashop/print%20product/FR?catalogue=Eurostat&product=9-19012004-FR-AP-FR &type=pdf>> aceso em fevereiro 2016

FIGUEIREDO, C; AZEVEDO, F; CATARINO, J. **Alternativas De Medição Do Desempenho Das Economias Na Óptica Da Sustentabilidade**.2008

FISCHER-KOWALSKI, M; KRAUSMANN, F; GILJUM, S; LUTTER, S; MAYER, A; BRINGEZU, S; WEISZ, H. **Methodology and indicators of economy-wide material flow accounting**. Journal of Industrial Ecology, 15(6), 855-876. 2011

FLUXO DE MATERIAIS < <http://www.materialflows.net/home/>> aceso em 08/03/2016

FMI. **Fundo Monetário Internacional** < <https://www.imf.org>> aceso em 15 de novembro de 2016

FONSECA, L. N.; RIBEIRO, E. P. **Preservação ambiental e crescimento econômico no Brasil**. In: Encontro De Economia Da Região Sul, VII. Preservação ambiental e crescimento econômico no Brasil. Rio Grande do Sul, 2005

FOOTPRINT NETWORK < <http://www.footprintnetwork.org/>> aceso em 12 de novembro de 2016

FURTADO C.**Os desafios da nova geração**. in Revista de economia política, vol 24, n4, p 483-486, outubro-dezembro 2004

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard University Press,1971

GEORGESCU-ROEGEN, N. **Energy and Economic Myths**. New York: Permagon Press. 1976

GOMES, S. C.; BRAGA, M. J. **Desenvolvimento econômico e desmatamento na Amazônia Legal: uma análise econométrica**. In: Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural, XVI, Desenvolvimento econômico e desmatamento na Amazônia, 2008

GONZALES, C. **Tesis : Medición del desarrollo sustentable mediante el uso del capital neto como indicador y determinación de sustentabilidade débil em México**. Instituto Politécnico Nacional. 2010

GROSSMAN, G; KRUEGER, A. **Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement**. En: Nacional Bureau of Economic Research. Working Paper N.º 3914,1991

GROSSMAN, G.; KRUEGER, A. **Economic growth and the environment**. Quarterly Journal of Economics, Massachussetts, v. 110, n. 2, p. 353-377, 1995

Global Material Flows < <http://www.materialflows.net/home/>> aceso em 12 de novembro de 2016

GRAVANITA, H.**Dissertação de mestrado: O Crescimento Económico da China : Implicações na região Asia-Pacífico**.Faculdade de Ciencias Humanas e Sociais, Universidade Nova de Lisboa, Outubro, 2012.

GROSSMAN; G. M.; KRUEGER A. B. Economic Growth and Environment. The Quaterly Journal of Economics. May, 1995, p. 353-377,1995

GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. SP : Makron Books, 3ª edição, 2000.

HALKOS, G. E. **Environmental Kuznets Curve for Sulfur: evidence using GMM estimation and random coefficient panel data models**. Environmental and Development Economics, v. 8, p. 581-601, 2003

HARDIN, G. **The tragedy of the commons**. Science, n162, 1968

HILGEMBERG, E.M. **Quantificação e efeitos econômicos do Controle de emissões de Co2 decorrentes do uso de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil: um modelo inter-regional de insumo produto**. Tese de Doutorado, Escola superior de agricultura Luiz Queiroz, Universidad de São Paulo. Julho 2004

HINTERNERGER, F; GILJUM, S; HAMMER, M. *Material Flow Accounting and Analysis (MFA) :A Valuable Tool for Analyses of Society-Nature Interrelationships*. Sustainable Europe Research Institute (SERI). Agosto 2003

HILTON, F G H; LEVINSON, A. **Factoring the environmental Kuznets curve: evidence from automotive lead emissions**. Journal of environmental economics and management, v 35, p 126-141, 1998

IBGE. **Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística**

< <http://www.ibge.gov.br/home/>> ACESO EM 15 SETEMBRO DE 2016

JESINGHAUS, J. **Indicators for Decision Making**. European Commission, JRC/ISIS/MIA, TP 361, 1-21020 Ispra (VA), Draft, 1999.

JONES, L E; MANNUELI, R D. **A Positive model of Growth and pollution Controls**, NBE working paper, n 5205, 1995

KAUFMANN, R. K.; DAVIDSDOTTIR, B.; GARNHAM, S.; PAULY, P. **The determinants of atmospheric SO2 concentrations: reconsidering the environmental Kuznets curve**. Ecological Economics, Toronto, v. 25, p. 209-220, 1998

KHAN, M E. **A household level environmental Kuznets curve**. economics letters, v. 59, n 2, p. 269-273, 1998

KLEBA, C; FERNANDES, M. A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental para a cidade de Londrina. Revista Confins, 2010

KUMAR, R. **La India como potencia económica mundial : desafíos para el futuro**. Anuario Asia-Pacífico, p 309-322, 2007

KRAMA, M. R. (2008). **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil, usando a ferramenta painel de sustentabilidade**. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2008

LISBOA, C. K; BARROS, M. V. F. **A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental para a cidade de Londrina**. Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, (8). 2010

LOMBARD, A. **Desenvolvimento social e econômico integrado na África do Sul: uma perspectiva do bem estar social**. Argumentum, Vitória (ES), v. 3, n.2, p. 248-266, Jul/Dez, 2011

LUCAMBIO, F. **Diferentes testes para verificar normalidade de uma amostra aleatória**. Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, Maio, 2008

LUCENA, A. F. P. **Estimativa de uma Curva de Kuznets Ambiental aplicada ao uso de energia e suas implicações para as emissões de carbono no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

LUÍS, A. L. **Rússia : Economia Emergente ou Reemergente**. R-LEGO - Revista Lusófona de Economia e Gestão das Organizações n.º 2, p 97–123, 2016

LUIZ A; **CO<sub>2</sub> e crescimento econômico: uma análise para as emissões dos combustíveis líquidos de origem fóssil no Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina. MPRA Paper No. 15313, posted 20. Maio 2009

MADDISON, D. **Environmental Kuznets Curves: a spatial econometric approach**. Journal of Environmental Economics and Management, London, v. 51, p. 218-230, 2006

MARINHO DA SILVA, R. C. **Os Brics: Considerações Sobre Os Novos Atores Globais No Século XX**. RARI, 1(22 ISSN 2179-6165), vol1, p 22–36, 2012

MARX, K. **O capital** — Livro I. São Paulo: Nova Cultural. ([1867] 1988)

MAZAT, N. **Dissertação de Mestrado: Um estudo heterodoxo da trajetória econômica contemporânea da Rússia**. Instituto de economia, universidade Federal do Rio de Janeiro, Agosto 2007.

MEADOWS ET AL. **The limits to growth**. A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind. Londres: Potomac, 1972

MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J., BEHRENS III, W., 1972. **Limits to growth**. Nova York: Universe Books, 1972

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development: A report to the Ballaton Group**. Hartland, VT, USA: The Sustainability Institute, 1998

MEDEIROS, C. A. De. **Notas sobre o Desenvolvimento Econômico Recente na China**. Instituto de estudos avançados da Universidade de São Paulo, nd

MEBIELLI, P; CAVADAS, F. **Políticas públicas e sustentabilidade ambiental**. Revista eletrônica do PRODEMA, ISSN 1982-5528, 2009

MILAN, M; ANICIO, R; HAFFNER, J. **A Cooperação Entre Países Dos BRICS E O Novo Banco De Desenvolvimento**. Oitavo Congresso IFVAE. Gramado Rios Grande Do Sul. Maio 2015

MOOMAW, W. R.; UNRUH, G. C. **Are environmental Kuznets curves misleading us? *The case of CO2 emissions***. Environment and Development, Medfort, v. 2, p. 451-463, 1997.

MORAN D.P; WACKERNAGEL M;GOLDFINGER; **Measuring sustainable development ecological economics**.v64. 2008

MUELLER, C. **Os Economistas E As Inter-Relações Entre O Sistema Econômico E O Meio-Ambiente**. Departamento de Economia - UnB.2004

NAVALPOTRO, F. D. **China: Cambio de sistema e Hipercrecimento económico**. Universidad Rey Juan Carlos, Mediterraneo económico p 39–53, 2012

NETO, A; CINTRA, M. **BRICS : o desenvolvimento da coalizão após sete anos**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, v.36, n.129, p.19-34, Jul./Dez. 2015

NOBRE, M; AMAZONAS, M; JAHN, R; STÖR, A; LIMA, T. **Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília, ed Ibama. 2002

OLIVEIRA, A. B. DE; JR, F. T; HAFFNER, J. A. H. **Desenvolvimento Indiano A Partir Das Reformas Macroeconômicas De 1990**. Revista Conjuntura Austral, ISSN: 2178-8839, Vol. 2, nº. 5 Abr.Mai 2011

O'NEILL, Jim et al. **Building better global economic BRICs**. 2001.

PANAYOTOU, T. **Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development**. Geneva, January 1993

PEARCE, D. **Economia ambiental**. México: fondo de cultura económica, 1985

PENIDO, C.**Desigualdade de renda e lixo doméstico: o poder explicativo da CKA**.Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília , 2008

PEREIRA, A; MARTINS, J; FERNANDEZ, P; SOARES, S. **Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise Contextual do Caso BRICS**. REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade ISSN: 2237-3667, Vol. 5, n. 3, p.39-58, 2015

PEREIRA, L. V. **Saem os BRICS entram os MINT : afinal , o que são os BRICS ? Conjuntura Econômica**,p 44–49, 2014

PERMAN, R.; STERN, D. I. **Evidence from panel unit root and cointegration tests that the Environmental Kuznets Curve does not exist**. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, v. 47, n. 3, p. 325-347, 2003

POMERANZ, L. **Rússia: Mudanças Na Estratégia De Desenvolvimento Pós-Crise?**.In Uma longa transição : vinte anos de transformações na Rússia, organizador: André Augusto de Miranda Pineli Alves. – Brasília : Ipea,p, 155-182, 2011.

POON, J. P. H; CASAS, I; HE, C. **The impact of energy, transport and trade on air pollution in China**. Eurasian Geography and Economics, New York, v. 47,p. 568-584, 2006

PORTO, M. F; MARTINEZ-ALIER, J. **Political ecology, ecological economics, and public health: interfaces for the sustainability of development and health promotion**. Cadernos de Saúde Pública, 23, S503-S512. 2007



RABELO, L. S; LIMA, P. V. P. S. **Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável.** *Revista Eletrônica Do PRODEMA*, 1(1), 55–76. 2007

RIBEIRO, M; PEIXOTO, J; XAVIER, L; **Estudo Do Indicador De Sustentabilidade Pegada Ecológica: Uma Abordagem Teórico-Empírica** . XXVII Encontro Nacional da Engenharia da produção, Foz Do Iguaçu. 2007

REAL, B. **Los países BRICS en un mundo globalizado: ¿algo más que actores económicos?** *Anuario Español De Derecho Internacional* , vol. 31, p. 155-192, 2015

RESTREPO J. **Crecimiento Económico Y Medio Ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets**, *Semestre Económico*, vol. 7, n. 14, 2004

RIVERO, O. **O mito do desenvolvimento: os países inviáveis no século XXI.** Petrópolis. Vozes, 2002.

RODRIGUEZ, B; LOBEJON , L. **Desarrollo y medición de la sostenibilidad: El caso de China.** Universidad de Valladolid. 2015

ROBLEDO, J; OLIVARES, W. **Relación entre las emisiones de co2, el consumo de energía y el pib: el caso de los civets.** *Semestre Económico Universidad de Medellín*, v. 16, n. 33, p. 45-65, 2013

ROCHA, L; KHAN, A; LIMA, P. **Nível tecnológico e emissão de poluentes: uma análise empírica a partir da curva de kuznets ambiental.** *Economia Aplicada*, v. 17, n. 1, p. 21-47, 2013.

ROMEIRO, A. **Desenvolvimento Sustentável: Uma Perspectiva Econômico- Ecológica**, 26(74), 65–92.2012

ROWTHORN, R; RAMASWAMY, R. **Deindustrialization: causes and implications.** IMF Working Paper.1997

SACHS, I. . **Estrategias de transição para o século XXI. Para Pensar O Desenvolvimento Sustentável.**1993

SANTOS, R.B.N et al. **Estimativa da Curva de Kuznets Ambiental para a Amazônia Legal.** Trabalho apresentado no XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.

SELDEN, T; SONG, D. **Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?** *Journal of Environmental Economics and management*, v. 27, n. 2, p. 147-162, 1994.

SERRANO, A. L. M; LOUREIRO, P. R. A; NOGUEIRA, J. M. **Evidência da curva de kuznets ambiental no brasil: uma análise do crescimento econômico e poluição.** *Revista Economia e Desenvolvimento*, v. 13, n. 2, p. 304-314, 2014

SHAFIK, N; BANDYOPADHYAY, S. **Economic growth and environmental quality: time-series and cross-country evidence.** World Bank Publications, 1992

SIMON, J. **‘The State of Humanity: Steadily Improving’**, Cato Policy Report, v. 17 (5), The Cato Institute, Washington DC, 1995

SOLOW, R.M. **The Economics of Resources or the Resources of Economics**. The American Economic Review 64(2), p. 1-14.1974

STERN, D. **The rise and fall of the environmental Kuznets curve**. World development, v. 32, n. 8, p. 1419-1439, 2004.

STOKEY, N. **are there limits to the growth?**, International economic review. 1998

TAQUES, F; CAVALCANTE, H; MONTEIRO, M. **Fluxo de comércio entre o brasil e os demais países dos brics**. Revista Economia e Desenvolvimento, v. 14, n. 2, p. 260-280, 2015

VALLEJO, M. **Estructura biofísica de la economía ecuatoriana: un estudio de los flujos directos de materiales**. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 4: 55-72. 2006

VEIGA, J. E da. **Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Ed. Senac.2006

VEIGA, J. E. da. **Indicadores socioambientais: evolução e perspectivas**. Revista de Economia Política, São Paulo, v.29, n.4 (116), p.421-35, out./dez. 2009

VIEIRA, F. V; VERÍSSIMO, M. P. **Crescimento econômico em economias emergentes selecionadas: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul**. Economia e Sociedade, Campinas, v. 18, n. 3 (37), p. 513-546, Dez, 2009.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriola Island, BC: New Society Publishers,. The New Catalyst Bioregional Series. 1995

WILSON, D; PURUSHOTHAMAN, R. **Paper No : 99 Dreaming With BRICs : The Path to 2050**, Goldman Sachs, October ,2003

WOOLDRIDGE, J .M. **Introducción a la econometria: un enfoque moderno**. Traducido del libro Introductory Econometrics, Fourth Edition. Publicado en inglés por South-Western Cengage Learning, 2009

WORLD BANK. **From transition to development: a country economic memorandum for the Russian Federation**. Moscou, 2005

Yale University <<http://epi.yale.edu/>> aceso em agosto de 2016

ZANDONAI, R. **O BRICS na arena de mitigação das mudanças climáticas**. Seminario Internacional de Ciencia Política: Estado e democracia no século XXI. Porto Alegre 2013.

## APÊNDICES

**Quadro A.1-Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo A (Brasil)**

	CO <sub>2</sub> PC	PIBPC	EU	DEN	AC
Media	1.646153	4152.693	1040.210	19.05734	0.206072
Mediana	1.587339	3135.155	989.7986	19.11219	0.195993
Máximo	2.191394	13039.12	1346.650	23.54662	0.296783
Mínimo	1.260216	1551.773	867.1936	14.01417	0.143909
Desviação std	0.253373	2776.288	131.3382	2.908650	0.045564
Observações	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro A.2- Estatísticas Descritivas das series temporais para modelo tipo A (Rússia)**

	CO <sub>2</sub> PC	PIBPC	EU	DEN	AC
Média	11.40520	4938.386	4525.224	8.516041	1456093.
Mediana	11.11106	2952.297	4477.509	8.517898	1456411.
Máximo	14.00131	13323.88	5351.212	8.696158	1486891.
Mínimo	10.14652	1330.751	3981.502	8.348365	1427424.
Desviação std	0.980292	3715.894	362.0826	0.138018	23598.66
Observações	20	20	20	20	20

Fonte: Elaboração propia no Eviews

**Quadro A.3- Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo A (Índia)**

	CO <sub>2</sub> PC	PIBPC	EU	DEN	AC
Media	0.974467	523.2476	392.5474	292.8592	0.252682
Mediana	0.957509	381.5275	386.4209	292.3027	0.215515
Máximo	1.662873	1471.658	574.3204	379.4790	0.550213
Mínimo	0.487174	228.4764	286.8592	207.2725	0.120087
Desviação std.	0.339091	330.1670	79.67356	52.80531	0.132129
Observações	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração propia no Eviews

**Quadro A.4- Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo A (China)**

	CO2PCHINA	PIBPCCHINA	ENERGYUSE CHINA	DENSIDAD	AC
Media	3.013825	1153.268	972.8228	123.8150	0.353883
Mediana	2.648649	607.5686	866.8481	125.9921	0.336911
Máximo	6.710302	5574.187	1994.400	140.5566	0.647695
Mínimo	1.460432	182.5135	597.1467	101.3291	0.111758
Desviação Std.	1.461723	1367.494	393.0191	12.47862	0.154463
Observações	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração propia no Eviews

**Quadro A. Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo A (África do Sul)**

	CO2PCSA	PIBPCSA	ENERGYUSESO UTHAFRICA	AC	DENSIDAD
Media	9.080827	3878.314	2650.696	0.518445	32.26593
Mediana	9.063326	3398.619	2653.029	0.514378	32.08951
Máximo	10.35715	8080.865	2976.176	0.728654	42.28849
Mínimo	7.633688	2076.340	2308.239	0.386454	22.09910
Desviação Std.	0.716486	1472.647	158.6508	0.078857	6.289675
Observações	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração própria no E views

Quadro A.6. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo A (Brasil)

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		PP Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionária H1: a série é não estacionária	
	T estatístico 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DLOGCO2PC	-4.556674 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	4.362111 1.952066 1.610400	H1 * **	-4.533848 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.253472 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGPIBPC	-4.637987 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.711472 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-4.632895 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.199820 0.463000 0.347000	H1 * **
DLOGPIBPC2	-4.558262 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.631140 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-4.558262 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.206744 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGPIBPC3	-4.466993 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.539535 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-4.466993 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.215001 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGEU	-3.946923 -2.976263 -2.627420	H1 * ** ***	-5.059802 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.162924 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.276590 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGAC	-5.629136 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.226212 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.665537 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.072029 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGDEN	-2.058010 -2.991878 -2.635542	** ***	-0.041292 -1.953381 -1.609798	**	-0.818990 -2.960411 -2.619160	***	0.718007 0.463000 0.347000	**

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionária em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro A.7. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo A (Rússia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DCO2PC	<u>-3.309148</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>-3.185071</u> -1.961409 -1.606610	H1 * **	<u>-3.248923</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>0.521902</u> 0.463000 0.347000	**5%
DPIBPC	<u>-3.671168</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>-3.811993</u> -1.961409 -1.606610	H1 * **	<u>-3.627260</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>0.499931</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIBPC2	<u>-2.000168</u> -3.065585 -2.673459	10% ***	<u>-1.797979</u> -1.964418 -1.605603	10% *	<u>-0.370825</u> -3.040391 -2.660551	Ho	<u>0.463178</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIBPC3	<u>-5.450783</u> -3.052169 -2.666593	* ***	<u>-5.060033</u> -1.962813 -1.606129	H1 * **	<u>-5.695364</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>0.393764</u> 0.463000 0.347000	*5%
DEU	<u>-2.845538</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>-2.794580</u> -1.961409 -1.606610	H1 * **	<u>-2.680971</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>0.560329</u> 0.463000 0.347000	*5%
DDEN	<u>-3.355571</u> -3.081002 -2.681330	*	<u>-3.218084</u> -1.966270 -1.605026	H1 * **	<u>-0.826064</u> -3.040391 -2.660551	Ho	<u>0.160193</u> 0.463000 0.347000	*
DAC	<u>-3.355539</u> -3.081002 -2.681330	*	<u>-3.218096</u> -1.966270 -1.605026	H1 * **	<u>-0.826048</u> -3.040391 -2.660551	Ho	<u>0.160193</u> 0.463000 0.347000	*

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro A.8. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo A (Índia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DLOGCO2PC	<u>-5.057920</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>-5.038454</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-5.060412</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>0.124357</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGPIBPC	<u>-5.367764</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-2.168266</u> -1.952473 -1.610211	H1 * **	<u>-5.434142</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.371344</u> 0.463000 0.347000	5% * **
DLOGPIBPC2	<u>-5.041884</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-4.511142</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-5.155810</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.435417</u> 0.463000 0.347000	5% * **
DLOGPIBPC3	<u>-4.756513</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-4.471016</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-4.979768</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.438835</u> 0.463000 0.347000	5% *
DLOGEU	<u>-3.771698</u> -2.991878 -2.635542	* **	<u>-3.910672</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-4.461813</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>0.328607</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGDEN	<u>4.841168</u> -2.991878 -2.635542	* **	<u>-0.154249</u> -1.953381 -1.609798	HO	<u>2.614313</u> -2.960411 -2.619160	** ***	<u>0.744812</u> 0.463000 0.347000	H1
DLOGAC	<u>-5.330202</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-5.420280</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-5.410548</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.377380</u> 0.463000 0.347000	*5% **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

Quadro A.9. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo A (China)

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DLOGCO2PC	-2.947509 -2.960411 -2.619160	10% * ***	-2.455340 -1.952066 -1.610400	*  	-2.983233 -2.960411 -2.619160	*  	0.262926	Ho * **
DLOGIBPC	-3.048034 -2.960411 -2.619160	* **	-3.055062 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-3.048034 -2.960411 -2.619160	* **	0.554811 0.463000 0.347000	**
DLOGIBPC2	-2.859427 -2.960411 -2.619160	10% * ** ***	-2.815217 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-2.812033 -2.960411 -2.619160	10% * **	0.408578 0.463000 0.347000	5% * **
DLOGIBPC3	-2.962783 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-2.959200 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-2.862851 -2.960411 -2.619160	* ***	0.375923 0.463000 0.347000	5% * **
DLOGEU	-3.061169 -2.960411 -2.619160	* **	-2.719635 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-3.009841 -2.960411 -2.619160	* **	0.543651 0.463000 0.347000	**
DLOGDEN	-5.463438 -2.991878 -2.635542	* ***	-2.993635 -1.955681 -1.608793	* **	0.083334 -2.960411 -2.619160	Ho	0.577917 0.463000 0.347000	5% **
DLOGAC	-4.805120 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.776961 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-4.802921 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.250358 0.463000 0.347000	* **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro A.10. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo A (África do Sul)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		PP Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionária H1: a série é não estacionária	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DCO2PC	-5.346102 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-5.340137 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.346326 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.145573 0.463000 0.347000	Ho *
DPIBPC	-3.977776 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-3.362413 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-4.037428 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.346413 0.463000 0.347000	Ho **
DPIBPC2	-4.551332 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.240559 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-4.564703 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.427875 0.463000 0.347000	5% * **
DPIBPC3	-1.433047 -2.991878 -2.635542	**	-1.469930 -1.955681 -1.608793	H1 * **	-4.638809 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.410086 0.463000 0.347000	*5%
DEU	-5.302584 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-5.304012 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.302584 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.125862 0.463000 0.347000	Ho * **
DDEN	-3.271268 -2.963972 -2.621007	*	-2.967127 -1.952473 -1.610211	H1 * **	-2.073619 -2.960411 -2.619160	Ho	0.117139 0.463000 0.347000	Ho * **
DAC	-5.534463 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-5.459492 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.613696 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.283117 0.463000 0.347000	*

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionária em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro A.11-Estimativa por MQO para o modelo tipo A (Brasil, Índia e China) (1980 a 2011)**

Serie	Brasil		Índia		China	
	Coeficiente	T Estadístico	Coeficiente	T Estadístico	Coeficiente	T Estadístico
CONSTANTE	0.034827	2.370075	-0.011861	-0.638911	0.020445	0.343067
DLOGPIBPC	12.08700	2.218790	-0.754651	-0.120677	0.055912	0.397938
DLOGPIBPC2	-3.274580	-2.166916	0.494959	0.218358	1.276729	0.834151
DLOGPIBPC3	0.295113	2.112453	-0.091771	-0.337617	-5.246887	-0.883701
DLOGEU	1.125002	6.922211	0.884813	3.418905	-1.375267	5.777348
DLOGDEN	-1.889146	-2.502578	1.072434	1.205824	-1.375267	-0.334634
DLOGAC	0.004567	0.232982	-0.020416	-0.882108	0.014292	0.315704
DUMMY	-0.013831	-2.403583	0.014977	2.295920	-0.026937	-0.987199
R <sup>2</sup>	0.802781		0.540598		0.719201	

Fonte: elaboração própria no E view



**Quadro 12-Estimativa por MQO para o modelo tipo A ( Rússia e África do Sul) no período de 1980-2011 para África do Sul e 1993-2011 para Rússia**

Serie	Rússia		África do Sul	
	Coeficiente	T Estadístico	Coeficiente	T Estadístico
CONSTANTE	0.063496	0.702444	-0.019189	-0.340379
DPIBPC	5.59E-05	0.507559	3.48E-05	0.174926
DPIBPC2	-5.08E-08	-1.682442	-1.46E-07	-0.409323
DPIBPC3	-4.31E-12	-0.305161	-2.78E-12	-0.009648
DEU	0.002504	9.488302	0.003219	
DDEN	-122085.9	-1.181944		
DAC	0.714073	1.182008		
DUMMY	0.221998	1.092498	0.154605	1.324683
R <sup>2</sup>	0.973054		0.636108	

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro A.13 Teste Sobre Normalidade Na Distribuição Dos Erros, Sobre Existência De Autocorrelação E Heterocedasticidade para o modelo tipo A**

Teste	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
Normalidade	Jarque –Bera: 0.7644841 Probabilidade: 0.682208	Jarque –Bera: 0.804710 Probabilidade: 0.668743	Jarque –Bera: 1.077602 Probabilidade: 0.583447	Jarque –Bera: 5.576848 Probabilidade: 0.061518	Jarque –Bera: 2.513887 Probabilidade: 0.284522
Autocorrelação	Breusch Godfrey S. C. LM test Prob. F(2,22) : 0.4601	Breusch Godfrey S. C. LM test Prob. F(2,22) : 0.0774	Breusch Godfrey S. C. LM test Prob. F(2,22) : 0.4840	Breusch Godfrey S. C. LM test Prob. F(2,22) : 0.8619	Breusch Godfrey S. C. LM test Prob. F(2,22) : :0.0575
Heterocedasticidade	ARCH: 0.3220	ARCH: 0.4051	ARCH: 0.9097	ARCH: 0.5758	ARCH: 0.0658

Fonte: Elaboração Própria no E views

**Quadro A.14 Teste Reset para o modelo tipo A**

Valores em probabilidade	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
t-statistic		0.1321	0.5411	0.0622	0.9867
F-statistic	0.7425	0.1321	0.5411	0.0622	0.9867
Likelihood ratio	0.7425	0.0334	0.5172	0.0482	0.9848
	0.6952	Reset(1)	Reset(1)	Reset (1)	Reset(1)

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro A.15.1 teste de variável redundante no caso do Brasil (Modelo tipo A)**

DLOGAC			
	Value	df	Probability
t-statistic	0.232982	24	0.8178
F-statistic	0.054281 (1, 24)		0.8178
Likelihood ratio	0.072293	1	0.7880

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro A.15.2 teste de variável redundante no caso da Rússia (Modelo tipo A)**

C=constante				DPIBPC3			
	Valor	df	Probabilidade		Valor	df	Probabilidade
t-statistic	0.702444	11	0.4970	t-statistic	0.305161	11	0.7659
F-statistic	0.493427	(1, 11)	0.4970	F-statistic	0.093123	(1, 11)	0.7659
Likelihood ratio	0.833721	1	0.3612	Likelihood ratio	0.160172	1	0.6890

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro A.15.3 teste de variável redundante no caso da Índia (Modelo tipo A)**

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.5289
F-statistic	0.5289
Likelihood ratio	0.4626
<b>DLOGPIBPC3</b>	
t-statistic	0.7386
F-statistic	0.7386
Likelihood ratio	0.6970

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro A.15.4 teste de variável redundante no caso da China (Modelo tipo A)**

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.7345
F-statistic	0.7345
Likelihood ratio	0.6924
<b>DLOGPIBPC2</b>	
t-statistic	0.4124
F-statistic	0.4124
Likelihood ratio	0.3389
<b>DLOGPIBPC3</b>	
t-statistic	0.3856
F-statistic	0.3856
Likelihood ratio	0.3114
<b>DLOGAC</b>	
t-statistic	0.7550
F-statistic	0.7550
Likelihood ratio	0.7157
<b>DLOGDEN</b>	
t-statistic	0.7408
F-statistic	0.7408
Likelihood ratio	0.6995

Fonte: Elaboração própria no Eviews

Quadro A.15.5 teste de variável redundante no caso da África do Sul (Modelo tipo A)

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.8015
F-statistic	0.8015
Likelihood ratio	0.7783
<b>DPIBPC3</b>	
t-statistic	0.9928
F-statistic	0.9928
Likelihood ratio	0.9920
<b>DPIBPC</b>	
t-statistic	0.8538
F-statistic	0.8538
Likelihood ratio	0.8364

Fonte: Elaboração própria no Eviews

Quadro A.15.6 teste de variável omitida no caso da África do Sul (Modelo tipo A)

Variável	Probabilidade
<b>DDEN</b>	
t-statistic	0.7056
F-statistic	0.7056
Likelihood ratio	0.6837
<b>DAC</b>	
t-statistic	0.3737
F-statistic	0.3737
Likelihood ratio	0.3373

Fonte: Elaboração própria no E views

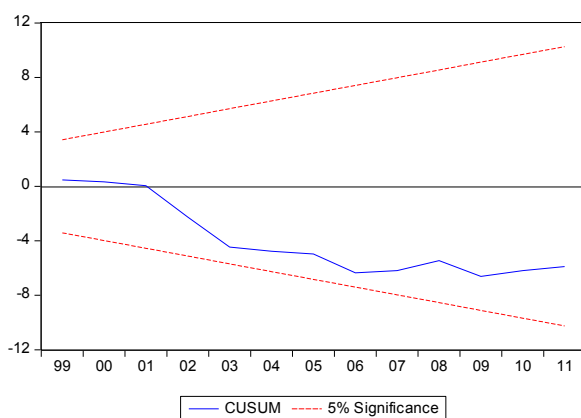


Gráfico A.1.a- Prova CUSUM modelo tipo A (Brasil)

Fonte: Elaboração própria no Eviews

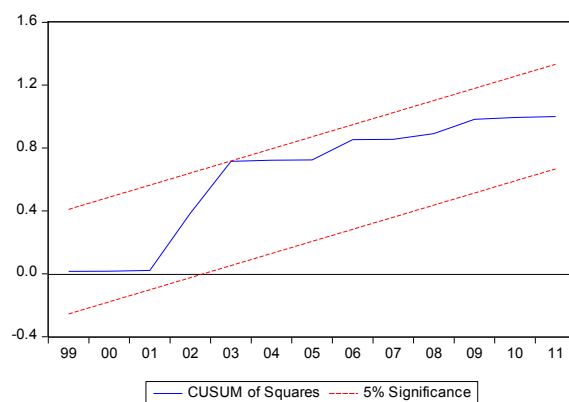


Gráfico A.1.b- Prova CUSUMS modelo tipo A (Brasil)

Fonte: Elaboração própria no Eviews

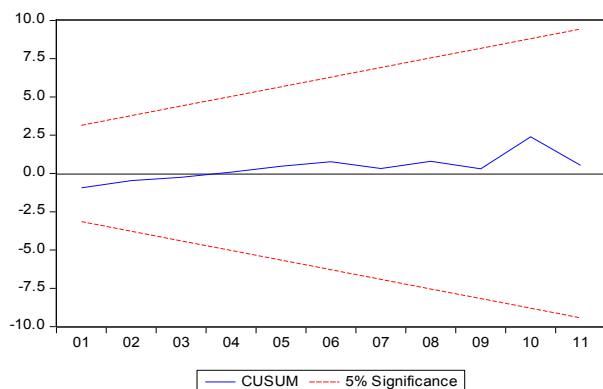


Gráfico A.2.a- Prova CUSUM modelo tipo A (Rússia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

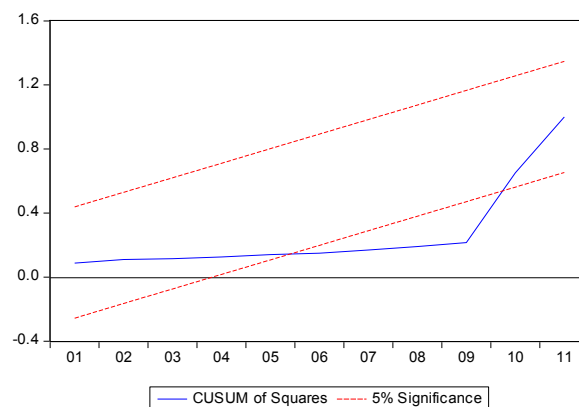


Gráfico A.2.b- Prova CUSUMS modelo tipo A (Rússia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

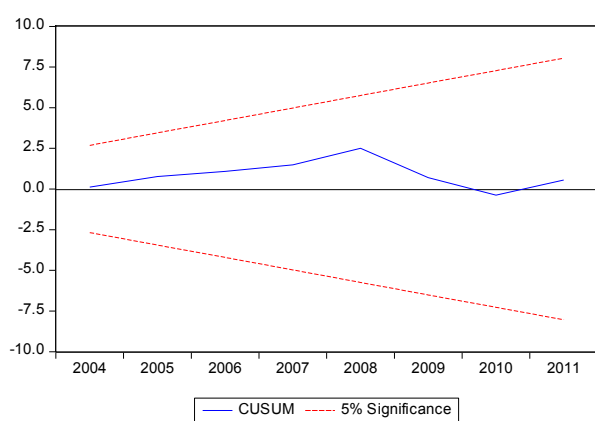


Gráfico A.3.a- Prova CUSUM modelo tipo A (Índia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

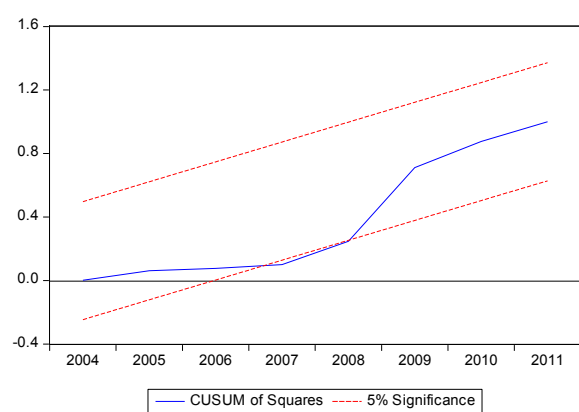


Gráfico A.3.b- Prova CUSUMS modelo tipo A (Índia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

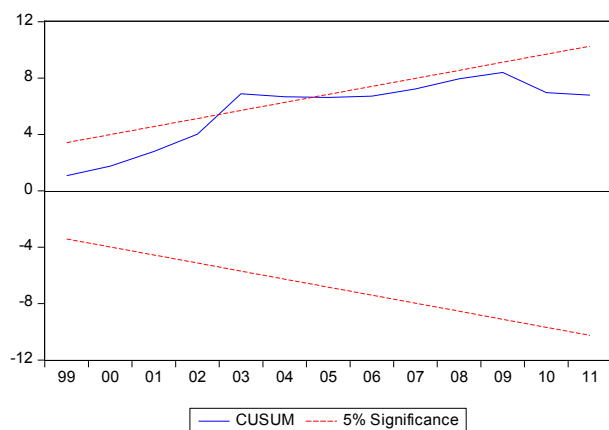


Gráfico A.4.a- Prova CUSUM modelo tipo A (China)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

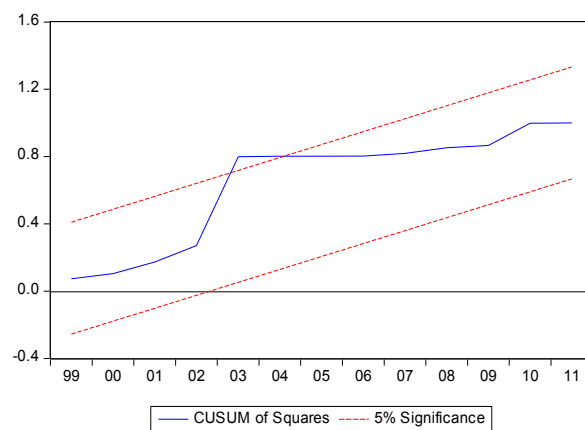


Gráfico A.4.b- Prova CUSUMS modelo tipo A (China)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

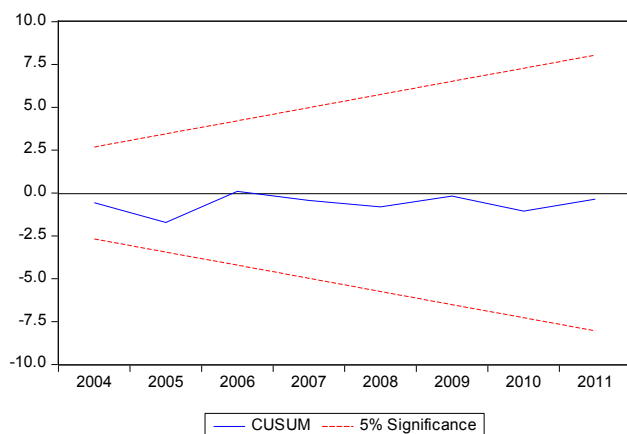


Gráfico A.5.a- Prova CUSUM modelo tipo A (África do Sul)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

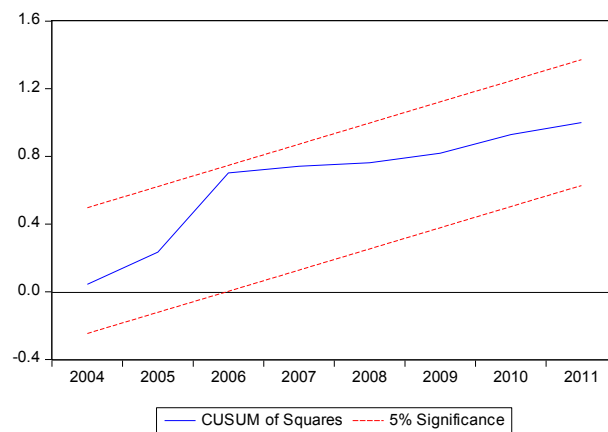


Gráfico A.5.b- Prova CUSUMS modelo tipo A (África do Sul)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

**Quadro B.1-Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo B (Brasil)**

	PE	PIBPC	EU	DEN	AC	CO2PC	MET	TER	OUTROS
Média	2.894214	4152.693	1040.210	19.05734	0.206072	1.646153	352580.5	2519285.	873017.6
Mediana	2.889883	3135.155	989.7986	19.11219	0.195993	1.587339	350573.0	2584720.	805110.1
Máximo	3.152607	13039.12	1346.650	23.54662	0.296783	2.191394	492336.0	2753730.	1816130.
Mínimo	2.691519	1551.773	867.1936	14.01417	0.143909	1.260216	254110.0	2225130.	216412.0
Std. Dev.	0.118616	2776.288	131.3382	2.908650	0.045564	0.253373	64845.16	177169.9	366255.8
Observ.	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Fonte: elaboração propia no Eview

**Quadro B.2-Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo B (Rússia)**

	PE	PIBPC	EU	DEN	AC	CO2PC	MET	TER	OUTROS
Média	5.270688	4982.796	4525.224	8.516041	0.587039	11.40520	501737.1	2165911.	452996.0
Mediana	5.132935	2952.297	4477.509	8.517898	0.554783	11.11106	496933.0	2163385.	344343.1
Máximo	7.131963	14212.08	5351.212	8.696158	1.105771	14.00131	576744.0	2216310.	1231990.
Mínimo	4.334003	1330.751	3981.502	8.348365	0.472572	10.14652	451678.0	2139520.	114911.7
Std. Dev.	0.638217	3825.090	362.0826	0.138018	0.139772	0.980292	31568.34	16493.92	293469.7
Observ.	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Fonte: elaboração própria no Eviews

**Quadro B.3-Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo B (Índia)**

	PE	PIBPC	EU	DEN	AC	CO2PC	MET	TER	OUTROS
Média	0.844953	522.7630	392.5474	323.7951	0.252865	0.974467	537839.1	1807078.	55522.68
Mediana	0.829865	381.5275	386.4209	323.1798	0.215515	0.957509	542270.0	1807710.	43822.30
Máximo	1.138897	1455.667	574.3204	419.5648	0.556257	1.662873	628938.1	1815860.	153658.0
Mínimo	0.674771	228.4764	286.8592	229.1675	0.120087	0.487174	435572.0	1795730.	29181.70
Std. Dev.	0.126120	328.7402	79.67356	58.38335	0.132557	0.339091	53662.30	6129.591	32262.03
Observ.	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro B.4-Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo B (China)**

	PE	PIBPC	EU	DEN	AC	CO2PC	MET	TER	OUTROS
Média	1.672668	668.5593	808.9830	118.5475	0.287461	2.383348	522748.5	4766382.	77839.98
Mediana	1.529128	312.7439	730.4840	120.0349	0.275501	2.160390	513219.4	5025895.	59344.76
Máximo	2.841129	3441.221	1576.181	141.0977	0.647695	5.311152	581221.8	5236830.	243724.5
Mínimo	1.103619	117.1816	464.9332	89.59124	0.049827	1.042240	473684.3	3792500.	7494.479
Std. Dev.	0.472198	754.1229	296.3657	15.96697	0.175671	1.137737	32939.11	502055.3	66123.88
Observ.	38	38	38	38	38	38	38	38	38

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro B.5-Estatísticas Descritivas das series temporais para o modelo tipo B (África do Sul)**

	PE	PIBPC	EU	DEN	AC	CO2PC	METANO	TER	OUTROS
Média	3.383728	3880.144	2651.711	32.26593	0.518445	9.080827	55534.42	962986.7	17803.75
Mediana	3.346292	3398.619	2655.269	32.08951	0.514378	9.063326	55254.30	968900.0	3483.580
Máximo	3.876283	8081.417	2979.074	42.28849	0.728654	10.35715	67234.50	981250.0	49490.40
Mínimo	2.982102	2076.340	2308.239	22.09910	0.386454	7.633688	41239.30	940330.0	2446.980
Std. Dev.	0.218924	1474.331	158.8824	6.289675	0.078857	0.716486	7916.588	15353.03	18067.41
Observ.	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Fonte: elaboração própria no Eviews

Quadro B.6. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo B (Brasil)

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DPE	<u>-7.366437</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>-7.328817</u> -1.947520 -1.612650	H1 * **	<u>-7.371059</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>0.066165</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DPIBPC	<u>-5.308184</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>-5.190267</u> -1.947520 -1.612650	H1 * **	<u>-5.368794</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>0.318537</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DPIBPC2	<u>0.709361</u> -2.923780 -2.599925	**	<u>0.827172</u> -1.947816 -1.612492	**	<u>-4.902585</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>0.679623</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIBPC3	<u>-3.454039</u> -2.936942 -2.606857	* ***	<u>-5.163632</u> -1.947520 -1.612650	H1 * **	<u>-5.146516</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>0.375735</u> 0.463000 0.347000	*5%
DEU	<u>-6.284055</u> -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	<u>-3.222518</u> -1.949609 -1.611593	H1 * **	<u>-6.299618</u> -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	<u>0.183171</u> 0.463000 0.347000	*
DDEN	<u>1.219746</u> -2.991878 -2.635542	* **	<u>-0.571067</u> -1.953381 -1.609798	**	<u>0.078538</u> -2.960411 -2.619160	10% ***	<u>0.594584</u> 0.463000 0.347000	**
DAC	<u>-9.435260</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>-4.953480</u> -1.947520 -1.612650	H1 * **	<u>-9.496957</u> -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	<u>0.067108</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DCO2PC	<u>-4.930460</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>-4.755077</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-4.920337</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.290890</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DMET	<u>-5.942258</u> -2.957110 -2.617434	H1 * ** ***	<u>-5.713228</u> -1.951687 -1.610579	H1 * **	<u>-7.572515</u> -2.957110 -2.617434	H1 * ** ***	<u>0.147863</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DTER	<u>-4.807842</u> -2.957110 -2.617434	* **	<u>-4.888551</u> -1.951687 -1.610579	H1 * **	<u>-4.807842</u> -2.957110 -2.617434	H1 * ** ***	<u>0.323678</u> 0.463000 0.347000	Ho * **
DOUTROS	<u>0.102709</u> -2.991878 -2.635542	Ho	<u>-0.648440</u> -1.955681 -1.608793	Ho	<u>-10.65290</u> -2.957110 -2.617434	H1 * ** ***	<u>0.077866</u> 0.463000 0.347000	Ho * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DPE	<u>-4.202462</u> -3.065585 -2.673459	* **	<u>-0.854571</u> -1.964418 -1.605603	**	<u>-3.508741</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.452451</u> 0.463000 0.347000	*5%
DPIB	<u>-3.839482</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>-3.900962</u> -1.960171 -1.607051	H1 * **	<u>-3.818354</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.516943</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIB2	<u>-0.432127</u> -3.052169 -2.666593	Ho	<u>-0.625196</u> -1.962813 -1.606129	10% *	<u>-2.472050</u> -3.029970 -2.655194	** ***	<u>0.445830</u> 0.463000 0.347000	5% * **
DPIB3	<u>-2.273901</u> -3.081002 -2.681330	** ***	<u>-1.075286</u> -1.964418 -1.605603	**	<u>-4.852981</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.500000</u> 0.463000 0.347000	H1
DEU	<u>-3.006995</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>-2.866198</u> -1.960171 -1.607051	H1 * **	<u>-2.886732</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.504591</u> 0.463000 0.347000	H1
DDEN	<u>-3.355571</u> -3.081002 -2.681330	*	<u>-3.218084</u> -1.966270 -1.605026	H1 * **	<u>-0.826064</u> -3.040391 -2.660551	Ho	<u>0.160193</u> 0.463000 0.347000	H1
DAC	<u>-3.609465</u> -3.081002 -2.681330	H1 * ** ***	<u>-2.791242</u> -1.960171 -1.607051	H1 * **	<u>-9.264779</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.329864</u> 0.463000 0.347000	* **
DCO2PC	<u>-3.309148</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>-3.185071</u> -1.961409 -1.606610	H1 * **	<u>-3.248923</u> -3.040391 -2.660551	H1 * ** ***	<u>0.521902</u> 0.463000 0.347000	10% **
DMET	<u>-5.392903</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>-5.300041</u> -1.960171 -1.607051	H1 * **	<u>-5.310663</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.459288</u> 0.463000 0.347000	5% * **
DTER	<u>-3.803612</u> -3.040391 -2.660551	* ***	<u>-1.315535</u> -1.962813 -1.606129	**	<u>-11.64528</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.240988</u> 0.463000 0.347000	*
DOUTROS	<u>-4.445420</u> -3.065585 -2.673459	H1 * ** ***	<u>-4.643061</u> -1.964418 -1.605603	H1 * **	<u>-18.10465</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.500000</u> 0.463000 0.347000	H1

**Quadro B.7. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo B (Rússia)**



**Quadro B.8. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo B (Índia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DLOGPE	-8.149216 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-8.172183 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-8.071749 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.381374 0.463000 0.347000	**
DLOGPIBPC	-6.541797 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-6.587523 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-6.541797 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.169788 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGPIBPC2	-3.186147 -2.923780 -2.599925	*	-2.820333 -1.947816 -1.612492	H1 * **	-7.604439 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.112510 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGPIBPC3	-6.654090 -2.921175 -2.598551	* ***	-3.229428 -1.947816 -1.612492	H1 * **	-6.669298 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.365889 0.463000 0.347000	**
DLOGEU	-4.688349 -2.936942 -2.606857	* **	-4.074365 -1.949319 -1.611711	H1 * **	-4.838344 -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	0.513379 0.463000 0.347000	**
DLOGDEN	-0.829456 -2.933158 -2.604867	***	-2.115665 -1.948886 -1.611932	*	1.807307 -2.921175 -2.598551	Ho	0.734201 0.463000 0.347000	H1
DLOGAC	-6.152934 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-5.941056 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-6.152934 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.323602 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGCO2PC	-8.369924 -2.922449 -2.599224	H1 * ** ***	-6.280195 -1.947665 -1.612573	H1 * **	-8.374741 -2.922449 -2.599224	H1 * ** ***	0.117537 0.463000 0.347000	Ho * **
DLOGMET	-7.904961 -2.943427 -2.610263	* **	-8.014001 -1.950117 -1.611339	H1 * **	-7.631582 -2.943427 -2.610263	H1 * ** ***	0.434175 0.463000 0.347000	*
DLOGTER	-9.414497 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-0.529224 -1.947816 -1.612492	**	-9.071501 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.836636 0.463000 0.347000	**
DLOGOUTROS	-8.122361 -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	-8.199012 -1.949319 -1.611711	H1 * **	-11.13847 -2.935001 -2.605836	H1 * ** ***	0.279512 0.463000 0.347000	*

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

Quadro B.9. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo B (China)

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DLOGPE	-5.622056 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-2.814694 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-5.588365 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.433749 0.463000 0.347000	HO * **
DLOGPIBPC	-5.512559 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-2.414347 -1.947665 -1.612573	H1 * **	-5.497692 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.726992 0.463000 0.347000	**
DLOGPIBPC2	-4.254026 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-4.001993 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-4.254026 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.479595 0.463000 0.347000	**
DLOGPIBPC3	-4.296401 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-4.067843 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-4.296401 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.521068 0.463000 0.347000	**
DEU	-2.418144 -2.936942 -2.606857	10% ** ***	-2.371098 -1.949319 -1.611711	H1 * **	-2.419916 -2.936942 -2.606857	10% **	0.628010 0.463000 0.347000	H1
DDEN	-0.396191 -2.922449 -2.599224	10% **	-1.245682 -1.947665 -1.612573	HO	-2.109964 -2.921175 -2.598551	**	0.657262 0.463000 0.347000	**
DAC	-5.747045 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-5.619996 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-5.747045 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.084533 0.463000 0.347000	HO * **
DCO2PC	-2.399353 -2.922449 -2.599224	10% **	-1.618186 -1.947665 -1.612573	**	-2.364963 -2.922449 -2.599224	10% **	0.637594 0.463000 0.347000	5% *
DMET	-4.237204 -2.943427 -2.610263	H1 * ** ***	-2.473738 -1.950117 -1.611339	H1 * **	-4.326294 -2.943427 -2.610263	H1 * ** ***	0.286026 0.463000 0.347000	HO * **
DTER	-1.594454 -2.921175 -2.598551	Ho	-1.627933 -1.947520 -1.612650	10% *	-1.536544 -2.921175 -2.598551	Ho	0.490794 0.463000 0.347000	H1
DOUTROS	-2.377527 -2.938987 -2.607932	10% **	-2.304416 -1.949609 -1.611593	H1 *	-7.602338 -2.935001 -2.605836	H1 * ** ***	0.242995 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

Quadro B.10. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo B (África do Sul)

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DPE	-7.571710 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-7.649669 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-7.571710 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.321612 0.463000 0.347000	HO * **
DPIBPC	-5.759154 -2.922449 -2.599224	H1 * ** ***	-5.470485 -1.947665 -1.612573	H1 * **	-4.767114 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.181380 0.463000 0.347000	**
DPIBPC2	-5.432280 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-5.305793 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-5.432280 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.637387 0.463000 0.347000	**
DPIBPC3	-1.069408 -2.931404 -2.603944	HO	-0.947636 -1.948686 -1.612036	HO	-5.744774 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.482237 0.463000 0.347000	**
DEU	-5.908595 -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	-5.788572 -1.949319 -1.611711	H1 * **	-5.910530 -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	0.200058 0.463000 0.347000	HO * **
DDEN	-3.271268 -2.963972 -2.621007	* **	-2.967127 -1.952473 -1.610211	H1 * **	-2.073619 -2.960411 -2.619160	*	0.117139 0.463000 0.347000	HO * **
DAC	-6.959510 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	-6.944167 -1.947520 -1.612650	H1 * **	-7.882660 -2.921175 -2.598551	H1 * ** ***	0.203733 0.463000 0.347000	*
DCO2PC	-5.346102 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-5.340137 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.346326 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.145573 0.463000 0.347000	*
DMET	-4.330748 -2.945842 -2.611531	H1 * ** ***	-4.683218 -1.950117 -1.611339	H1 * **	-5.204043 -2.943427 -2.610263	H1 * ** ***	0.105411 0.463000 0.347000	HO * **
DTERRA	-1.894694 -2.928142 -2.602225	***	-0.387148 -1.948313 -1.612229	HO	-3.041340 -2.921175 -2.598551	* ***	0.449788 0.463000 0.347000	*10%
DOUTROS	-6.917287 -2.936942 -2.606857	H1 * ** ***	-8.600515 -1.949097 -1.611824	H1 * **	-9.322760 -2.935001 -2.605836	H1 * ** ***	0.097396 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro B.11-Estimativa por MQO para o modelo tipo B para Brasil e África do Sul no período 1980-2011 e para a Rússia no período 1993-2011**

SERIE	Brasil		Rússia		África do Sul	
	Coeficiente	T estatístico	Coeficiente	T estatístico	Coeficiente	T estatístico
C=constante	-0.185643	-1.203382	0.023635	0.231549	-0.004018	-0.029122
DPIBPC	2.95E-05	0.717413	8.70E-05	1.725070	0.000128	1.687135
DPIBPC2	2.65E-08	1.438572	-7.08E-09	-0.483156	-4.85E-08	-0.388700
DPIBPC3	-4.23E-13	-0.032072	-4.84E-12	-1.263468	1.83E-11	0.194391
DEU	0.000318	0.511778	0.002426	4.017002	-2.98E-05	-0.080829
DDEN	0.446979	0.851808	1.682548	0.729965	-0.087424	-0.453848
DAC	-0.596853	-0.655799	-0.302141	-0.522411	1.272564	2.693893
DCO2PC	0.406506	1.055749	-0.344238	-1.335843	0.112522	0.950887
DMET	-2.76E-07	-0.448818	-1.60E-06	-0.614921	2.88E-05	1.325759
DTER	1.03E-06	1.148271	2.02E-05	3.531173	0.145341	1.366182
DOUTROS	-4.96E-08	-1.579051	-5.56E-08	-0.462265	-2.53E-06	-1.155369
R <sup>2</sup>	0.502766		0.964034		0.586662	

Fonte: Elaboração própria no Eviews

**Quadro B.12-Estimativa por MQO para o modelo tipo B para a Índia e China no período 1972-2011**

SERIE	Índia		SERIE	China	
	Coeficiente	T estatístico		Coeficiente	T estatístico
C=constante	0.034796	1.151714	C=constante	-0.007416	-0.566628
DLOGPIBPC	-0.103037	-1.141209	DLOGPIBPC	-0.042015	-0.970602
DLOGPIBPC2	0.143780	0.524124	DLOGPIBPC2	0.997319	2.987396
DLOGPIBPC3	3.549795	1.550594	DLOGPIBPC3	-2.941256	-1.897038
DLOGEU	0.236586	0.984844	DEU	0.000136	0.677469
DLOGDEN	-2.012045	-1.340509	DDEN	0.013507	1.828441
DLOGAC	-0.000914	-0.022205	DAC	-0.115796	-1.397778
DLOGCO2PC	0.048608	0.569480	DCO2PC	0.119743	3.133701
DLOGMET	1.004384	2.138110	DMET	-2.28E-07	-1.909585
DLOGTER	0.815696	0.547404	DTER	-1.03E-07	-1.427974
DLOGOUTROS	0.004485	0.393199	DOUTROS	-1.33E-07	-0.780512
R <sup>2</sup>	0.481212		R <sup>2</sup>	0.723979	

Fonte: Elaboração própria no Eviews

**Quadro B.13 Teste Sobre Normalidade Na Distribuição Dos Erros, Sobre Existência De Autocorrelação E Heterocedasticidade para o modelo tipo B**

Teste	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
Normalidade	Jarque Bera: 0.419712 Probabilidade: 0.810701	Jarque Bera: 2.528603 Probabilidade: 0.282436	Jarque Bera: 0.598037 Probabilidade: 0.741546	Jarque Bera: 2.701674 Probabilidade: 0.259023	Jarque Bera: 0.688017 Probabilidade: 0.708923
Auto correlação Breusch Godfrey S. C. LM test	Prob. 0.1540	Prob. 0.3457	Prob. 0.1372	Prob. 0.8369	Prob. 0.4273
Heterocedasticidade	Bresuch-Pagan- Godfrey Prob 0.0237	ARCH Prob 0.3122	ARCH Prob 0.5141	ARCH Prob 0.4835	ARCH Prob 0.1355

Fonte: Elaboração própria no Eviews

**Quadro B.14 Teste Reset para o modelo tipo B**

Valores em probabilidade	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
	Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade	Probabilidade
t-statistic	0.9798	0.6109	0.7497	0.0851	0.0371
F-statistic	0.9798	0.6109	0.7497	0.0851	0.0371
Likelihood ratio	0.9741	0.3851	0.7004	0.0378	0.0076

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro B.15.1 teste de variável redundante no caso do Brasil (Modelo tipo B)**

Variável	Probabilidade
<b>DPIBPC3</b>	
t-statistic	0.9753
F-statistic	0.9753
Likelihood ratio	0.9691
<b>DAC</b>	
t-statistic	0.4686
F-statistic	0.4686
Likelihood ratio	0.3767
<b>DEU</b>	
t-statistic	0.8435
F-statistic	0.8435
Likelihood ratio	0.8139
<b>DMET</b>	
t-statistic	0.6191
F-statistic	0.6191
Likelihood ratio	0.5619

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro B.15.2 teste de variável redundante no caso do Rússia (Modelo tipo B)**

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.8317
F-statistic	0.8317
Likelihood ratio	0.7354
<b>DDEN</b>	
t-statistic	0.5609
F-statistic	0.5609
Likelihood ratio	0.3851
<b>DAC</b>	
t-statistic	0.3960
F-statistic	0.3960
Likelihood ratio	0.2304
<b>DPIBPC3</b>	
t-statistic	0.4857
F-statistic	0.4857
Likelihood ratio	0.3486
<b>DPIBPC2</b>	
t-statistic	0.5877
F-statistic	0.5877
Likelihood ratio	0.4861
<b>DOUTROS</b>	
t-statistic	0.5232
F-statistic	0.5232
Likelihood ratio	0.4314

Fonte: Elaboração própria no E views

Quadro B.15.3 teste de variável redundante no caso do Índia (Modelo tipo B)

Variável	Probabilidade
<b>DLOGAC</b>	
t-statistic	0.9866
F-statistic	0.9866
Likelihood ratio	0.9841
<b>DLOGOUTROS</b>	
t-statistic	0.7226
F-statistic	0.7226
Likelihood ratio	0.6794
<b>DLOGPIBPC2</b>	
t-statistic	0.6603
F-statistic	0.6603
Likelihood ratio	0.6148
<b>DLOGCO2PC</b>	
t-statistic	0.7766
F-statistic	0.7766
Likelihood ratio	0.7491
<b>DLOGTER</b>	
t-statistic	0.6987
F-statistic	0.6987
Likelihood ratio	0.6686

Fonte: Elaboração própria no E views

Quadro B.15.4 teste de variável redundante no caso do China (Modelo tipo B)

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.6394
F-statistic	0.6394
Likelihood ratio	0.5788
<b>DOUTROS</b>	
t-statistic	0.4399
F-statistic	0.4399
Likelihood ratio	0.3685
<b>DEU</b>	
t-statistic	0.3035
F-statistic	0.3035
Likelihood ratio	0.2387

Fonte: Elaboração própria no E views

Quadro B.15.5 teste de variável redundante no caso da África do Sul (Modelo tipo B)

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.9803
F-statistic	0.9803
Likelihood ratio	0.9754
<b>DEU</b>	
t-statistic	0.9331
F-statistic	0.9331
Likelihood ratio	0.9184
<b>DPIBPC3</b>	
t-statistic	0.8611
F-statistic	0.8611
Likelihood ratio	0.8348
<b>DPIBPC2</b>	
t-statistic	0.6669
F-statistic	0.6669
Likelihood ratio	0.6156

Fonte: Elaboração própria no E views

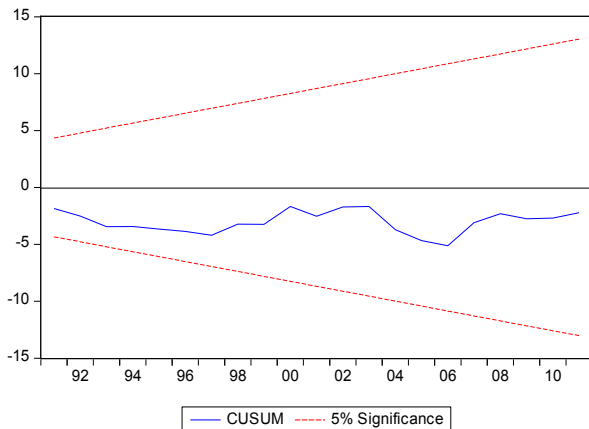


Gráfico B.1.a- Prova CUSUM modelo tipo B (Brasil)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

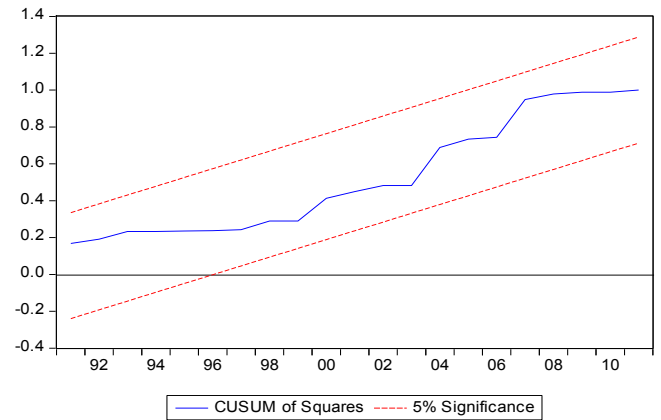


Gráfico B.1.b- Prova CUSUMS modelo tipo B (Brasil)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

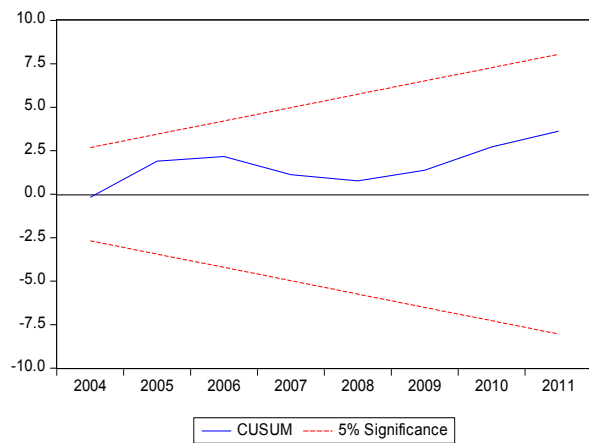


Gráfico B.2.a- Prova CUSUM modelo tipo B (Russia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

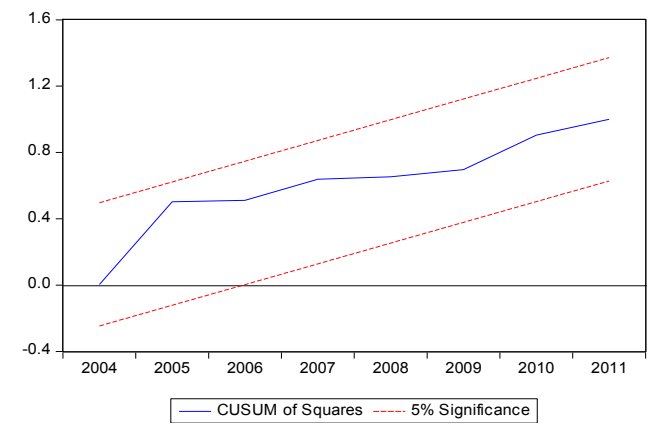


Gráfico B.2.b- Prova CUSUMS modelo tipo B (Russia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

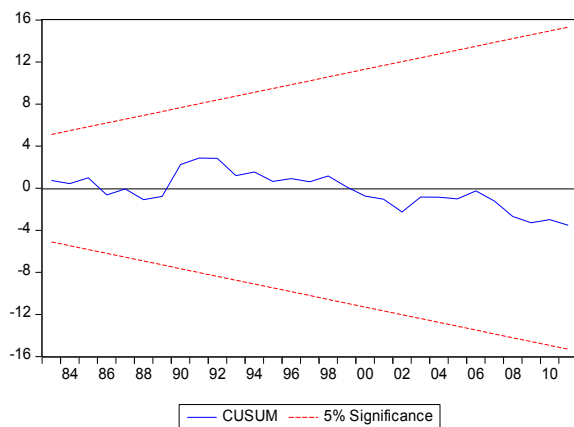


Gráfico B.3.a- Prova CUSUM modelo tipo B (Índia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

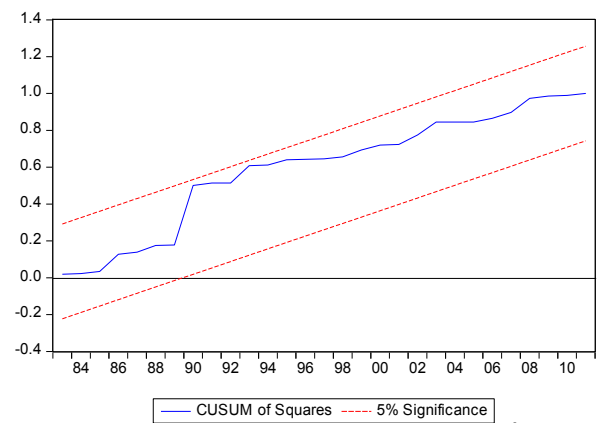


Gráfico B.3.b- Prova CUSUMS modelo tipo B (Índia)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

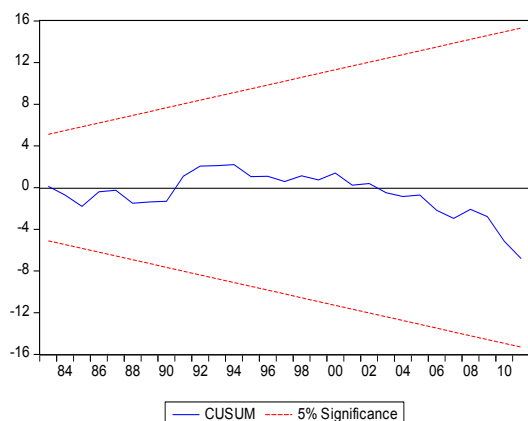


Gráfico B.4.a- Prova CUSUM modelo tipo B (China)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

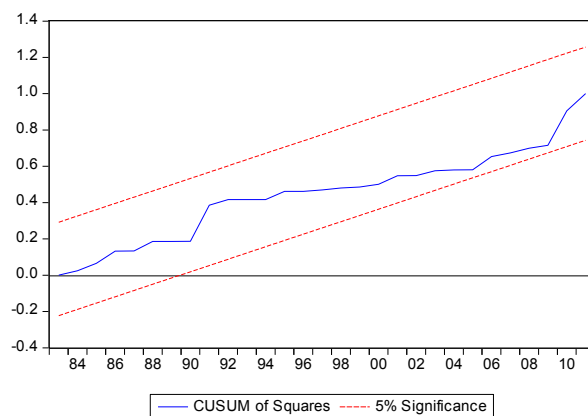


Gráfico B.4.b- Prova CUSUMS modelo tipo B (China)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

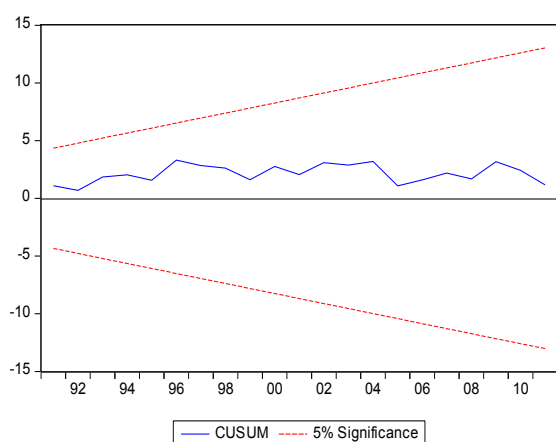


Gráfico B.5.a- Prova CUSUM modelo tipo B (África do Sul)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

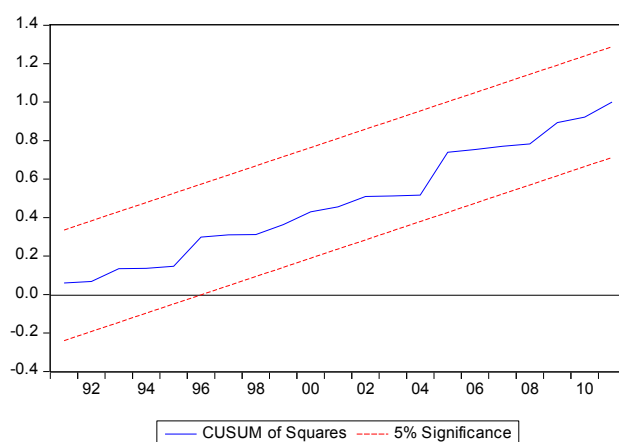


Gráfico B.5.b- Prova CUSUMQ modelo tipo B (África do Sul)  
Fonte: Elaboração própria no Eviews

#### Quadro C.1-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo C (Brasil)

	ET	PIBPC	AC
Média	16.42707	4223.556	0.207418
Mediana	15.51910	3298.384	0.199789
Máximo	23.78240	13039.12	0.296783
Mínimo	13.17500	1551.773	0.143909
Std. Dev.	2.753477	2790.225	0.045622
Observ.	32	32	32

Fonte: Elaboração própria no Eviews

#### Quadro C.2-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo C (Rússia)

	ET	PIBPC	AC
Média	29.99268	5373.645	0.581933
Mediana	30.41180	2975.133	0.551838
Máximo	37.28420	14078.83	1.105771
Mínimo	23.34180	1330.751	0.472572
Std. Dev.	4.298584	4134.724	0.138228
Observ.	21	21	21

Fonte: Elaboração própria no E views



**Quadro C.3-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo C (Índia)**

	ET	PIBPC	AC
Média	5.033588	532.4592	0.255997
Mediana	4.960650	394.8846	0.218905
Máximo	7.068800	1471.658	0.550213
Mínimo	3.639700	271.9249	0.120087
Std. Dev.	0.946406	331.1136	0.132842
Observ.	32	32	32

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.4-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo C (China)**

	ET	PIBPC	AC
Média	9.437694	1183.604	0.361449
Mediana	8.316150	657.2992	0.337053
Máximo	23.06010	5574.187	0.647695
Mínimo	3.924800	193.2768	0.125231
Std. Dev.	5.148559	1378.047	0.150593
Observ.	32	32	32

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.5-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo C (África do Sul)**

	ET	PIBPC	AC
Média	65.92323	532.4592	0.255997
Mediana	65.39130	394.8846	0.218905
Máximo	76.36940	1471.658	0.550213
Mínimo	55.91680	271.9249	0.120087
Std. Dev.	5.443056	331.1136	0.132842
Observ.	32	32	32

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.6 Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo C (Brasil)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionária H1: a série é não estacionária	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DET	-2.154580 -2.963972 -2.621007	**	-1.423562 -1.952473 -1.610211	HO	-4.640238 -2.957110 -2.617434	H1 * ** ***	0.349516 0.463000 0.347000	*5% **
DPIB	-3.581542 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-3.661835 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-3.598949 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.384645 0.463000 0.347000	5% * **
DPIB2	-3.678006 -2.960411 -2.619160	* **	-3.737459 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-3.754479 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.555373 0.463000 0.347000	H1
DPIB3	0.831620 -2.963972 -2.621007	**	-3.750931 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-3.675265 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.425567 0.463000 0.347000	*5%
DAC	-5.549970 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	-4.306601 -1.952066 -1.610400	H1 * **	-5.549573 -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	0.073972 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro C.7 Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo C (Rússia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DET	<u>-3.198363</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>-2.636116</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-3.198363</u> -3.020686 -2.650413	* ***	<u>0.446959</u> 0.463000 0.347000	*5%
DPIB	<u>-4.164862</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>-4.190853</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-4.156053</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>0.420940</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIB2	<u>-2.556849</u> -3.040391 -2.660551	***	<u>-2.746315</u> -1.961409 -1.606610	H1 * **	<u>-1.853082</u> -3.020686 -2.650413	Ho	<u>0.355509</u> 0.463000 0.347000	*5% **
DPIB3	<u>-5.404317</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>-5.487804</u> -1.960171 -1.607051	H1 * **	<u>-6.946769</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>0.319557</u> 0.463000 0.347000	*
DAC	<u>-3.609465</u> -3.081002 -2.681330	H1 * ** ***	<u>-2.791242</u> -1.960171 -1.607051	H1 * **	<u>-9.264779</u> -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	<u>0.329864</u> 0.463000 0.347000	5% * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro C.8 Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo C (Índia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DET	<u>-2.924802</u> -2.963972 -2.621007	* **	<u>-2.876119</u> -1.952473 -1.610211	H1 * **	<u>-2.923625</u> -2.963972 -2.621007	10% * ** ***	<u>0.335128</u> 0.463000 0.347000	*
DPIB	<u>0.209186</u> -2.967767 -2.622989	**	<u>-0.192166</u> -1.952910 -1.610011	**	<u>-4.238331</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.522109</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIB2	<u>-3.222131</u> -2.986225 -2.632604	H1 * ** ***	<u>-1.555462</u> -1.953858 -1.609571	HO	<u>-5.014931</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.460080</u> 0.463000 0.347000	5% *
DPIB3	<u>1.514312</u> -2.967767 -2.622989	HO	<u>1.330401</u> -1.952910 -1.610011	HO	<u>-5.483628</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.426489</u> 0.463000 0.347000	*5%
DAC	<u>-6.001625</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-6.101076</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-6.031852</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.552921</u> 0.463000 0.347000	**

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro C.9 Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo C (China)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DLOGET	<u>-2.368406</u> -2.963972 -2.621007	* **	<u>-2.261650</u> -1.952473 -1.610211	* **	<u>-2.474135</u> -2.963972 -2.621007	H0	<u>0.395727</u> 0.463000 0.347000	*5% **
DLOGPIB	<u>-3.048034</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-3.055062</u> -1.952066 -1.610400	* **	<u>-3.048034</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>0.554811</u> 0.463000 0.347000	**
DLOGPIB2	<u>-2.859427</u> -2.960411 -2.619160	10% * ** ***	<u>-2.815217</u> -1.952066 -1.610400	* **	<u>-2.812033</u> -2.960411 -2.619160	**10%	<u>0.408578</u> 0.463000 0.347000	5% * **
DLOGPIB3	<u>-2.962783</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>-2.959200</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-2.862851</u> -2.960411 -2.619160	*10% ***	<u>0.375923</u> 0.463000 0.347000	*5% **
DLOGAC	<u>-4.382530</u> -2.963972 -2.621007	H1 * ** ***	<u>-4.460612</u> -1.952473 -1.610211	H1 * **	<u>-4.374003</u> -2.963972 -2.621007	H1 * ** ***	<u>0.126063</u> 0.463000 0.347000	* **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro C.10 Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo C (África do Sul)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DET	<u>-5.659126</u> -2.963972 -2.621007	H1 * ** ***	<u>-2.539922</u> -1.952910 -1.610011	H1 * **	<u>-5.665167</u> -2.963972 -2.621007	H1 * ** ***	<u>0.170297</u> 0.463000 0.347000	HO * **
DPIBPC	<u>0.209186</u> -2.967767 -2.622989	**	<u>-0.192166</u> -1.952910 -1.610011	**	<u>-4.238331</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.522109</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIBPC2	<u>-3.222131</u> -2.986225 -2.632604	* **	<u>-1.555462</u> -1.953858 -1.609571	Ho	<u>-5.014931</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.460080</u> 0.463000 0.347000	*5%
DPIBPC3	<u>1.514312</u> -2.967767 -2.622989	Ho	<u>1.330401</u> -1.952910 -1.610011	Ho	<u>-5.483628</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.426489</u> 0.463000 0.347000	*5%
DAC	<u>-6.001625</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-6.101076</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-6.031852</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.552921</u> 0.463000 0.347000	**

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro C.11 Estimativa por MQO para o Brasil, Índia e a África do Sul no período 1981-2011 e pra a Rússia 1993-2011**

Serie	Brasil		Rússia		Índia		África do Sul	
	Coefficiente	T Estadístico	Coefficiente	T Estadístico	Coefficiente	T Estadístico	Coefficiente	T Estadístico
CONSTANTE	0.123595	1.064590	0.031818	0.122363	0.081205	2.609479	-0.170430	-0.304600
DPIB	0.000369	2.597156	0.001808	4.440203	0.000274	0.502614	-0.002154	-0.149187
DPIB2	1.02E-07	1.100697	-1.62E-07	-2.184400	1.90E-05	2.137817	-0.000118	-0.515807
DPIB3	-2.34E-11	-0.501461	-1.46E-10	-2.513345	-7.54E-08	-2.422496	5.78E-07	0.714350
DAC	5.477313	1.654501	9.133880	5.110646	0.323135	0.553679	12.51550	0.836095
DUMMY 1	-0.413715	-1.333707	-	-	-0.034086	-0.885054	-0.342650	-0.342140
DUMMY 2	0.458535	1.615005	-	-	0.020193	0.413503	-0.284168	-0.211857
DUMMY 3	-	-	-	-	0.047458	0.865246	-	-
R <sup>2</sup>	0.577894		0.827311		0.485079		0.098048	

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.12. Estimativa por MQO para a China 1981-2011**

Serie	CHINA	
	Coefficiente	T Estadístico
CONSTANTE	0.036346	3.741252
DLOGPIB	0.066001	1.014982
DLOGPIB2	0.559466	0.634074
DLOGPIB3	-1.575804	-0.314935
DLOGAC	0.131767	1.362898
DUMMY 1	-0.016665	-1.535689
DUMMY 2	0.047047	5.226120
R <sup>2</sup>	0.539177	

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.13 Teste Sobre Normalidade Na Distribuição Dos Erros, Sobre Existência De Autocorrelação E Heterocedasticidade para o modelo tipo C**

Teste	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
Normalidade	Jarque Bera: 0.714141 Probabilidade: 0.699723	Jarque Bera: 0.344803 Probabilidade: 0.841641	Jarque Bera: 0.847396 Probabilidade: 0.654625	Jarque Bera: 0.809620 Probabilidade: 0.667104	Jarque Bera: 2.982653 Probabilidade: 0.225074
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:	Prob. F:  0.9894	Prob F:  0.2747	Prob. F:  0.5210	Prob. F:  0.9333	Prob. F:  0.8219
Heterocedasticidade Test: ARCH	Prob. F:  0.4181	Prob. F:  0.6913	Prob. F:  0.5214	Prob. F:  0.8896	Prob. F:  0.2426

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.14 Teste Ramsey Reset para o modelo tipo C**

Valores de probabilidade	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
t-statistic	0.0624	0.7224	0.9070	0.4014	0.0058
F-statistic	0.0624	0.7224	0.9070	0.4014	0.0058
Likelihood ratio	0.0288	0.6655	0.8884	0.3247	0.0019

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.15.1 teste de variável redundante no caso do Brasil (Modelo tipo C)**

Variável	Probabilidade
<b>DPIBPC</b>	
t-statistic	0.6206
F-statistic	0.6206
Likelihood ratio	0.5697

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.15.2 teste de variável redundante no caso da Rússia**

(Modelo tipo C)

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.9042
F-statistic	0.9042
Likelihood ratio	0.8877

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.15.3 teste de variável redundante no caso da Índia**

(Modelo tipo C)

Variável	Probabilidade
<b>DUMMY1</b>	
t-statistic	0.3853
F-statistic	0.3853
Likelihood ratio	0.3082
<b>DUMMY2</b>	
t-statistic	0.7251
F-statistic	0.7251
Likelihood ratio	0.6863
<b>DAC</b>	
t-statistic	0.5803
F-statistic	0.5803
Likelihood ratio	0.5339
<b>DPIBPC</b>	
t-statistic	
F-statistic	
Likelihood ratio	

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro C.15.4 teste de variável redundante no caso da China (Modelo tipo C)**

Variável	Probabilidade
<b>DLOGPIBPC3</b>	
t-statistic	0.7394
F-statistic	0.7394
Likelihood ratio	0.7025
<b>DLOGPIBPC2</b>	
t-statistic	0.6763
F-statistic	0.6763
Likelihood ratio	0.6386

Fonte: Elaboração própria no E views

Quadro C.15.5 teste de variável redundante no caso da África do Sul

(Modelo tipo C)

Variável	Probabilidade
<b>DUMMY1</b>	
t-statistic	0.8340
F-statistic	0.8340
Likelihood ratio	0.8098
<b>DUMMY2</b>	
t-statistic	0.6782
F-statistic	0.6782
Likelihood ratio	0.6407
<b>C=Constante</b>	
t-statistic	0.5584
F-statistic	0.5584
Likelihood ratio	0.5188
<b>DAC</b>	
t-statistic	0.3893
F-statistic	0.3893
Likelihood ratio	0.3426
<b>DPIBPC3</b>	
t-statistic	0.2336
F-statistic	0.2336
Likelihood ratio	0.2061

Fonte: Elaboração própria no E views

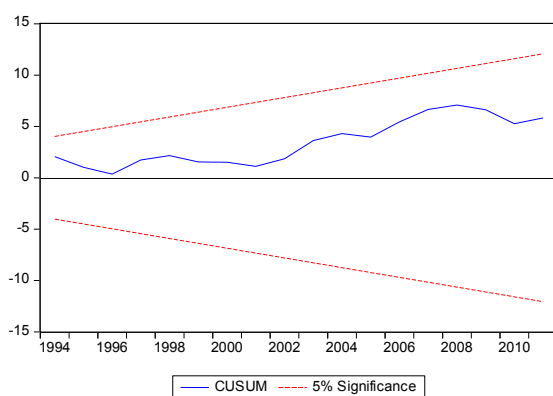


Gráfico C.1.a Prova CUSUM para o Brasil (modelo tipo C)

Fonte: Elaboração própria no E views

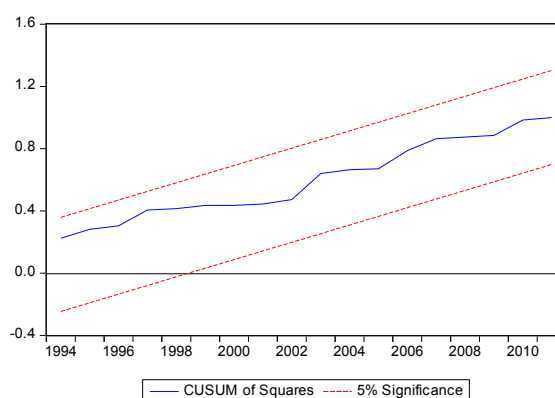


Gráfico C.1.b Prova CUSUMS para o Brasil (modelo tipo C)

Fonte: Elaboração própria no E views

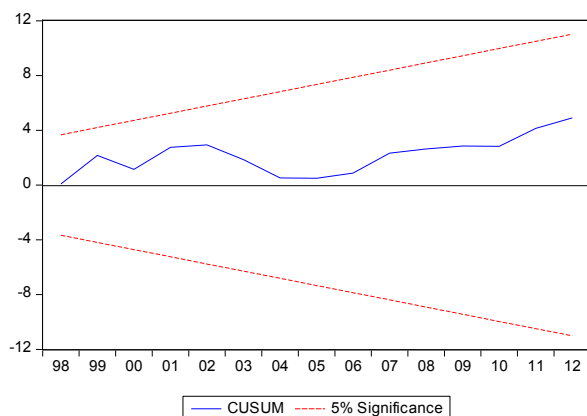


Gráfico C.2.a Prova CUSUM para o Rússia (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

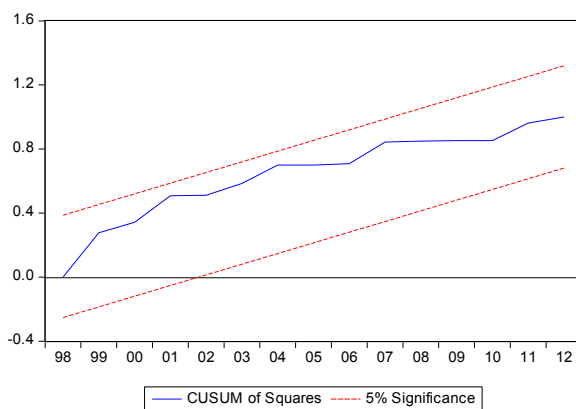


Gráfico C.2.b Prova CUSUMS para o Rússia (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

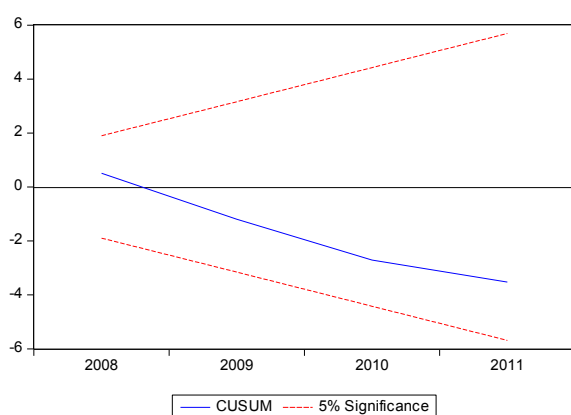


Gráfico C.3.a Prova CUSUM para o Índia (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

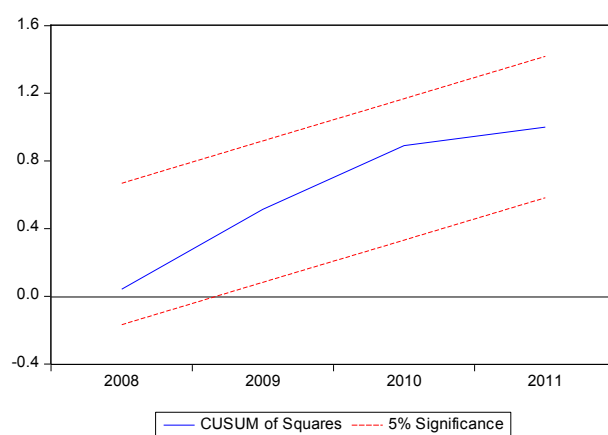


Gráfico C.3.b Prova CUSUMS para o Índia (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

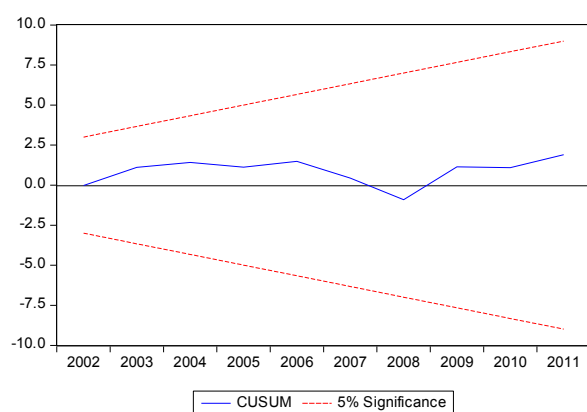


Gráfico C.4.a Prova CUSUM para o China (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

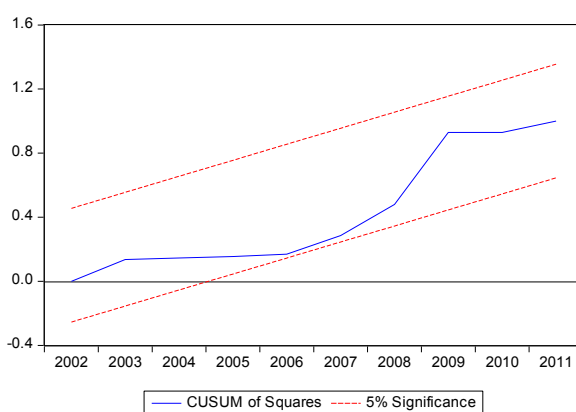


Gráfico C.4.b Prova CUSUM S para o China (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

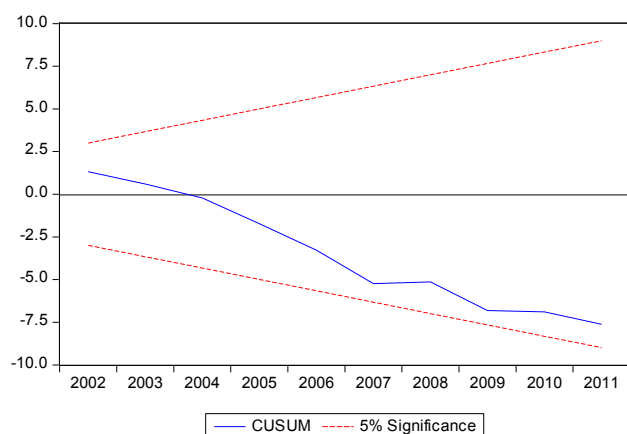


Gráfico C.5.a Prova CUSUM para o China (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

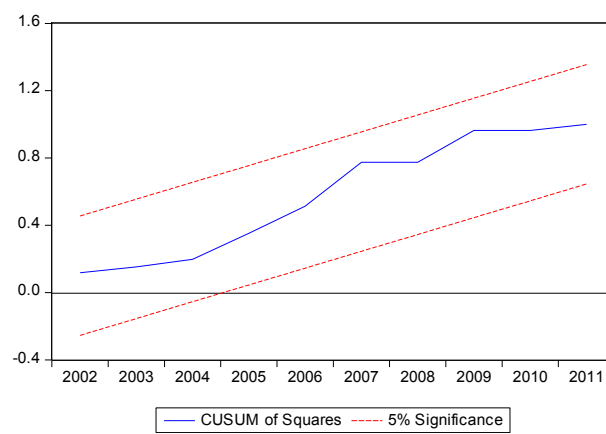


Gráfico C.5.b Prova CUSUM S para o China (modelo tipo C)  
Fonte: Elaboração própria no E views

#### Quadro D.1-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo D (Brasil)

	ANS	PIBPC	AC
Média	1.04E+11	5229.199	0.220561
Mediana	9.22E+10	4336.529	0.223117
Máximo	3.02E+11	13039.12	0.296783
Mínimo	-2.43E+09	2578.207	0.151618
Std. Dev.	7.66E+10	2834.326	0.047005
Observ.	22	22	22

Fonte: Elaboração própria no E views

#### Quadro D.2-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo D (Rússia)

	ANS	PIBPC	AC
Média	1.36E+11	5152.366	1452765.
Mediana	9.64E+10	2856.345	1449772.
Máximo	5.04E+11	13323.88	1483758.
Mínimo	-4.61E+10	1330.751	1427424.
Std. Dev.	1.50E+11	3866.097	22473.51
Observ.	18	18	18

Fonte: Elaboração própria no E views

#### Quadro D.3-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo D (Índia)

	ANS	PIBPC	AC
Média	4.65E+11	634.1013	0.310676
Mediana	3.22E+11	456.6199	0.259913
Máximo	1.19E+12	1471.658	0.550213
Mínimo	8.53E+10	307.4110	0.152390
Std. Dev.	3.75E+11	355.9655	0.126417
Observ.	22	22	22

Fonte: Elaboração própria no E views

#### Quadro D.4-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo D (China)

	ANS	PIBPCCHINA	AC
Mean	1.60E+12	1608.988	0.436646
Median	9.03E+11	1001.015	0.407104
Maximum	4.27E+12	5574.187	0.647695
Minimum	2.34E+11	316.2244	0.296155
Std. Dev.	1.36E+12	1481.859	0.115186
Observations	22	22	22

Fonte: Elaboração própria no E views



**Quadro D.5-Estatística Descritiva das series temporais para o modelo tipo D (China)**

	ANS	PIBPC	AC
Mean	1.53E+10	4393.996	0.510697
Median	1.56E+10	3709.256	0.512399
Maximum	2.73E+10	8080.865	0.728654
Minimum	3.52E+09	2535.490	0.386454
Std. Dev.	5.59E+09	1536.038	0.088912
Observations	22	22	22

Fonte: Elaboração própria no E views

**Quadro D.6. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo D (Brasil)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DANS	<u>-4.945357</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>-5.080320</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-4.945357</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>0.335276</u> 0.463000 0.347000	HO * **
DPIB	<u>-3.581542</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>-3.661835</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-3.598949</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.384645</u> 0.463000 0.347000	5% * **
DPIB2	<u>-3.678006</u> -2.960411 -2.619160	* **	<u>-3.737459</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-3.754479</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.555373</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIB3	<u>0.831620</u> -2.963972 -2.621007	**	<u>-3.750931</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-3.675265</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.425567</u> 0.463000 0.347000	5% *
DAC	<u>-5.549970</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>-4.306601</u> -1.952066 -1.610400	H1 * **	<u>-5.549573</u> -2.960411 -2.619160	H1 * ** ***	<u>0.073972</u> 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro D.7. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo D (Rússia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DANS	-4.463244 -3.052169 -2.666593	* **	-4.765812 -1.961409 -1.606610	H1 * **	-7.698147 -3.029970 -2.655194	H1 * ** ***	0.500000 0.463000 0.347000	H1
DPIB	-3.562870 -3.065585 -2.673459	H1 * ** ***	-3.715514 -1.964418 -1.605603	H1 * **	-3.523716 -3.065585 -2.673459	H1 * ** ***	0.431667 0.463000 0.347000	5% *
DPIB2	-1.882057 -3.098896 -2.690439	10% ***	-1.777731 -1.968430 -1.604392	10% *	-0.458957 -3.065585 -2.673459	Ho	0.442714 0.463000 0.347000	5% * **
DPIB3	-5.101864 -3.081002 -2.681330	* ***	-4.810749 -1.966270 -1.605026	*	-5.473406 -3.065585 -2.673459	H1 * ** ***	0.405743 0.463000 0.347000	*5%
DAC	-3.450068 -3.119910 -2.701103	* ***	-3.294352 -1.970978 -1.603693	H1 * **	-1.153076 -3.065585 -2.673459	HO	0.225558 0.463000 0.347000	*

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro D.8. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo D (Índia)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		PP Ho: a serie tem raiz unitária H1: a serie não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionaria H1: a série é não estacionaria	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DANS	-5.714182 -2.998064 -2.638752	* **	-5.528338 -1.956406 -1.608495	* **	-5.710057 -2.998064 -2.638752	H1 * ** ***	0.447002 0.463000 0.347000	**
DPIB	-0.461232 -3.040391 -2.660551	HO	0.056327 -1.961409 -1.606610	5%**	-3.655431 -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	0.679542 0.463000 0.347000	H1
DPIB2	0.774920 -3.040391 -2.660551	HO	-1.456415 -1.964418 -1.605603	HO	-4.051776 -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	0.585248 0.463000 0.347000	H1
DPIB3	0.851998 -3.040391 -2.660551	HO	0.665574 -1.961409 -1.606610	HO	-4.462499 -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	0.517125 0.463000 0.347000	H1
DAC	-5.615502 -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	-5.708923 -1.959071 -1.607456	H1 * **	-5.615502 -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	0.223737 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionaria em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro D.9. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo D (China)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		PP Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionária H1: a série é não estacionária	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DANS	<u>0.005979</u> -3.012363 -2.646119	**	<u>-2.899717</u> -1.956406 -1.608495	H1 * **	<u>-2.790350</u> -2.998064 -2.638752	** ***	<u>0.749413</u> 0.463000 0.347000	**5%
DLOGPIB	<u>-2.617242</u> -3.020686 -2.650413	HO	<u>-2.520445</u> -1.959071 -1.607456	* **10%	<u>-2.554061</u> -3.020686 -2.650413	HO	<u>0.289631</u> 0.463000 0.347000	HO * **
DLOGPIB2	<u>-2.131693</u> -3.020686 -2.650413	HO	<u>-2.057733</u> -1.959071 -1.607456	*	<u>-2.071244</u> -3.020686 -2.650413	HO	<u>0.461134</u> 0.463000 0.347000	*5% **
DLOGPIB3	<u>-1.624289</u> -3.020686 -2.650413	HO	<u>-1.586074</u> -1.959071 -1.607456	HO	<u>-1.530170</u> -3.020686 -2.650413	HO	<u>0.574441</u> 0.463000 0.347000	*5%
DAC	<u>-3.706750</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>-3.776129</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-3.706750</u> -3.020686 -2.650413	* ***	<u>0.122523</u> 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionária em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro D.10. Testes de Estacionariedade para as Series Temporais do modelo tipo D (África do Sul)**

SERIE/TESTE	ADF Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		DFGLS Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		PP Ho: a série tem raiz unitária H1: a série não tem raiz unitária		KPSS Ho: a série é estacionária H1: a série é não estacionária	
	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.	T statistic 5% 10%	Hip.
DANS	<u>-5.567690</u> -2.998064 -2.638752	H1 * ** ***	<u>-5.532890</u> -1.956406 -1.608495	H1 * **	<u>-7.378503</u> -2.998064 -2.638752	H1 * ** ***	<u>0.278270</u> 0.463000 0.347000	*
DPIB	<u>-2.789535</u> -3.020686 -2.650413	*10% ***	<u>-2.875311</u> -1.959071 -1.607456	H1 * *	<u>-2.761941</u> -3.020686 -2.650413	*10% ***	<u>0.336693</u> 0.463000 0.347000	HO * **
DPIB2	<u>-3.536024</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>-3.592395</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-3.537211</u> 3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>0.500000</u> 0.463000 0.347000	H1
DPIB3	<u>-3.807935</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>-3.875482</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-3.809053</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>0.371975</u> 0.463000 0.347000	*5% **
DAC	<u>-6.212472</u> -3.065585 -2.673459	H1 * ** ***	<u>-5.155889</u> -1.959071 -1.607456	H1 * **	<u>-7.030251</u> -3.020686 -2.650413	H1 * ** ***	<u>0.207566</u> 0.463000 0.347000	HO * **

Fonte: Elaboração própria no Eviews. (\*) significa que a série é estacionária em intercepto, (\*\*) em tendência e intercepto e (\*\*\*) nenhuma. Os valores na tabela correspondem ao teste em intercepto.

**Quadro D.11. Estimativa por MQO para o Brasil, Índia e a África do Sul no período 1981-2011 e pra a Rússia 1995-2011 (Modelo Tipo D)**

Serie	Brasil		Rússia		África do Sul		Índia	
	coeficiente	T estadístico	coeficiente	T estadístico	coeficiente	T estadístico	coeficiente	t estadístico
CONSTANTE	8.92E+09	0.940098	9.92E+09	0.325943	3.66E+09	3.270600	3.05E+08	0.019294
DPIB	-9702771.	0.814165	9743128.	0.352102	3665612.	1.222333	1.28E+09	4.061016
DPIB2	-13833.35	-1.819841	2167.301	0.342057	-22136.89	-2.67363	7981022.	1.563638
DPIB3	13.98724	3.658468	4.608292	1.167474	12.31813	2.171865	-44190.11	-2.517353
DAC	7.36E+11	2.141583	138113.5	0.021698	-7.12E+10	-4.69202	-5.32E+11	-1.616586
R <sup>2</sup>	0.673785		0.693966		0.703700		0.748779	

Fonte: Elaboração própria no E Views

**Quadro D.12 Estimativa por MQO para a China no período 1991-2011 (modelo tipo D)**

Serie	China	
	coeficiente	T estadístico
CONSTANTE	1.19E+11	1.352390
DLOGPIB	-1.10E+14	-2.074333
DLOGPIB2	3.52E+13	2.038194
DLOGPIB3	-3.64E+12	-1.978047
DAC	-1.29E+12	-1.734516
R <sup>2</sup>	0.405626	

Fonte: Elaboração própria no E Views

**Quadro D.13 Teste Sobre Normalidade Na Distribuição Dos Erros, Sobre Existência De Auto correlação E Heterocedasticidade para o modelo tipo D**

TESTE	BRASIL	RUSSIA	INDIA	CHINA	AFRICA DO SUL
Normalidade (Jarque Bera)	Jarque Bera:0.075658 Probabilidade: 0.962878	Jarque Bera: 0.849071 Probabilidade: 0.654074	Jarque Bera: 0.113468 Probabilidade: 0.944846	Jarque Bera: 6.130489 Probabilidade: 0.046642	Jarque Bera: 1.396738 Probabilidade: 0.497396
Auto correlação (Breusch Godfrey S. C. LM test )	Prob f. 0.5857	Prob f 4607	Prob F 0.5236	Prob F 0.8911	Prob F : 0.0987
Heterocedasticidade (ARCH)	prob 0.1360	Prob 0.3925	Prob 0.5071	Prob 0.5120	Prob 0.7871

Fonte: Elaboração própria no E Views

**Quadro D.14 Teste Ramsey Reset para o modelo tipo D**

Valores de probabilidade	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
t-statistic	0.1427	0.4776	0.1275	0.0678	0.1366
F-statistic	0.1427	0.4776	0.1275	0.0678	0.1366
Likelihood ratio	0.0779	0.3665	0.0668	0.0281	0.0734

Fonte: Elaboração própria no E Views

**Quadro D.14.1 Teste de variável redundante no caso do Brasil (Modelo tipo D)**

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.3611
F-statistic	0.3611
Likelihood ratio	0.2880
<b>DPIB</b>	
t-statistic	0.6546
F-statistic	0.6546
Likelihood ratio	0.6138

Fonte: Elaboração própria no E Views

**Quadro D.14.2 Teste de variável redundante no caso da Rússia (Modelo tipo D)**

Variável	Probabilidade
<b>DAC</b>	
t-statistic	0.9830
F-statistic	0.9830
Likelihood ratio	0.9794
<b>DPIBPC3</b>	
t-statistic	0.2657
F-statistic	0.2657
Likelihood ratio	0.1763
<b>DPIBPC2</b>	
t-statistic	0.9383
F-statistic	0.9383
Likelihood ratio	0.9308
<b>CONSTANTE</b>	
t-statistic	0.7372
F-statistic	0.7372
Likelihood ratio	0.7165

Fonte: Elaboração própria no E Views

**Quadro D.14.3 Teste de variável redundante no caso da Índia (Modelo tipo D)**

Variável	Probabilidade
<b>C=constante</b>	
t-statistic	0.9848
F-statistic	0.9848
Likelihood ratio	0.9824

Fonte: Elaboração própria no E Views

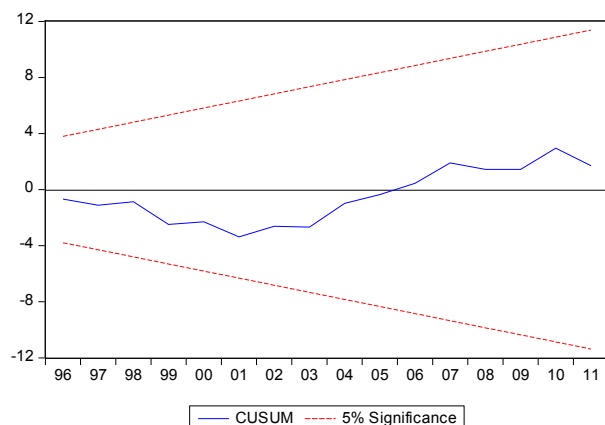


Gráfico D.1.a Prova CUSUM para o modelo tipo D (Brasil)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

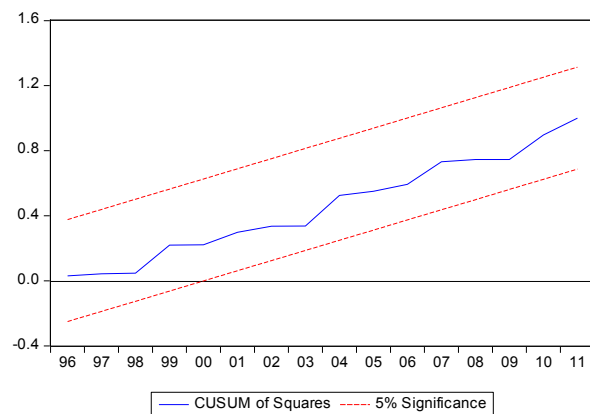


Gráfico D.1.b Prova CUSUM S para o modelo D (Brasil)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

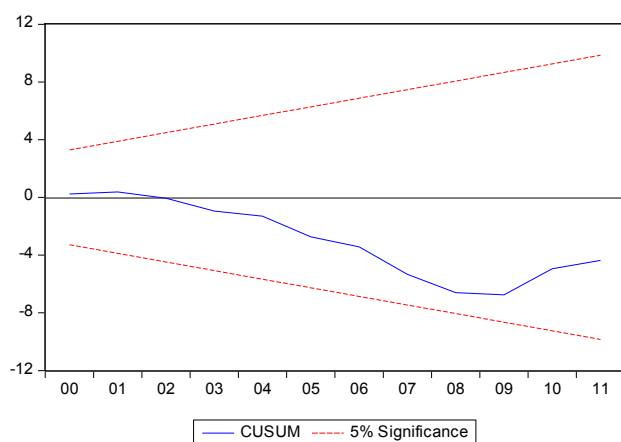


Gráfico D.2.a Prova CUSUM para o modelo tipo D (Rússia)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

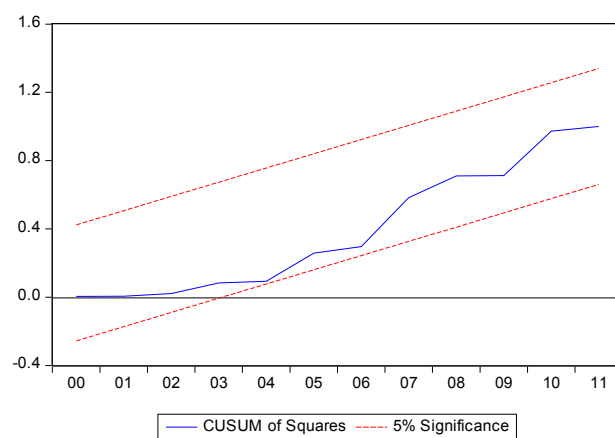


Gráfico D.2.b Prova CUSUM S para o modelo tipo D (Rússia)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

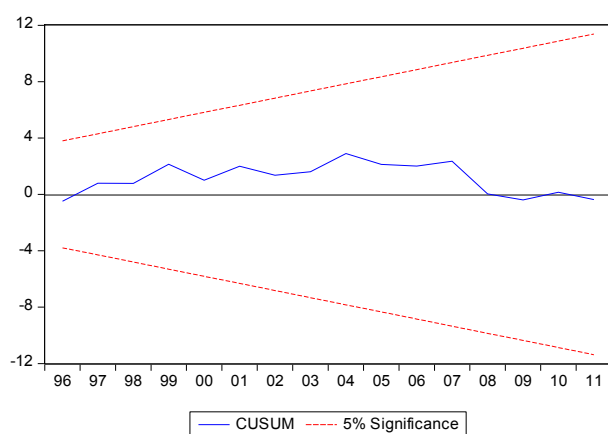


Gráfico D.3.a Prova CUSUM para o modelo tipo D (Índia)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

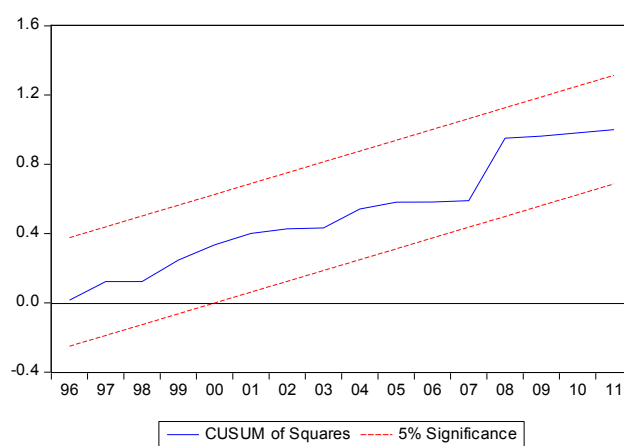


Gráfico D.3.b Prova CUSUM S para o modelo tipo D (Índia)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

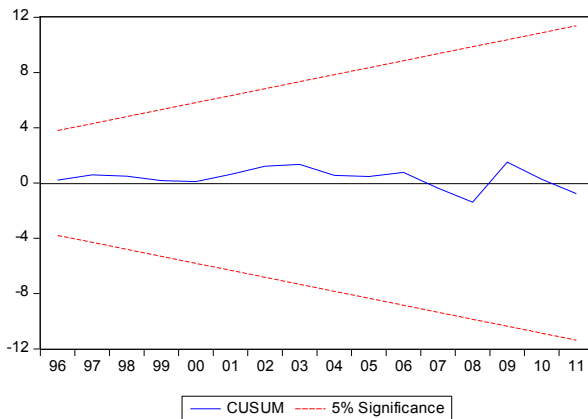


Gráfico D.4.a Prova CUSUM para o modelo tipo D (China)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

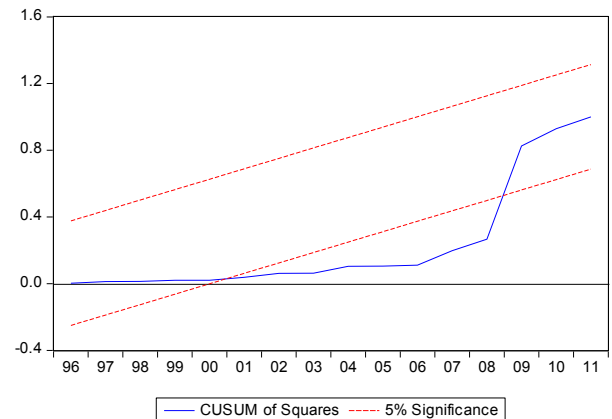


Gráfico D.5.b Prova CUSUM S para o modelo tipo D (China)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

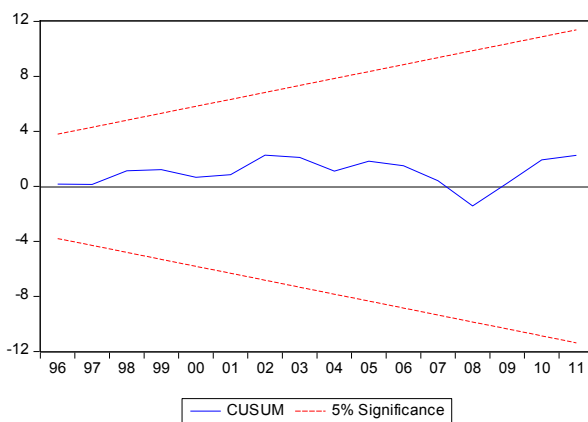


Gráfico D.5.a Prova CUSUM para o modelo tipo D (África do Sul)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

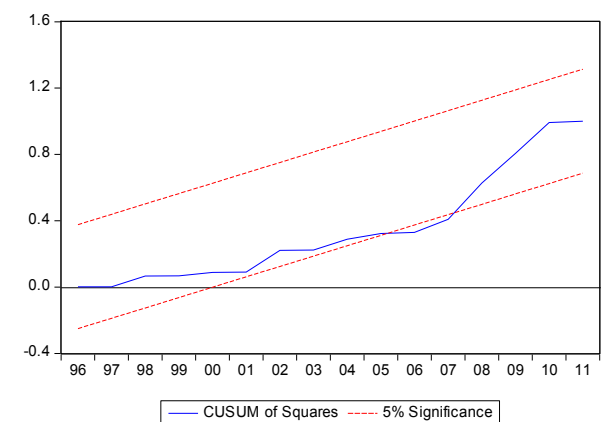


Gráfico D.5.b Prova CUSUM S para o modelo tipo D (África do Sul)  
Fonte: Elaboração própria no E Views

#### E. Demonstração sobre o condição para o formato de “N” da Curva ambiental de Kuznets.

$\forall \beta_1, \beta_2, \beta_3, \alpha \in R, \exists F(x) = \alpha + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$  tal que  $F(x)$  tem formato de N

então  $3\beta_3 * \beta_1 < \beta_2^2$

Por definição, sea  $\hat{x}$  um ponto crítico de  $f(x)$ ; pelo teorema de Fermat: se uma função  $f$  tiver um máximo ou mínimo local em  $\hat{x}$  e a função for derivável nesse ponto, então  $f'(x)=0$

$$f'(\hat{x}) = \beta_1 + 2\beta_2 \hat{x} + 3\beta_3 \hat{x}^2 = 0$$

$$\hat{x} = \frac{-2\beta_2 \pm \sqrt{(2\beta_2)^2 - 4(3\beta_3)(\beta_1)}}{2(3\beta_3)}$$

$$\hat{x} = \frac{-\beta_2 \pm \sqrt{\beta_2^2 - 3(\beta_3)(\beta_1)}}{3\beta_3}$$

Pela hipótese  $f(x)$  tem formato de “N”, pelo qual tem que ter ponto máximo e mínimo. Então:

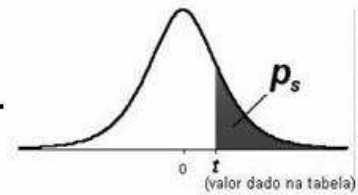
$$\beta_2^2 - 3(\beta_3)(\beta_1) > 0$$

$$3(\beta_3)(\beta_1) < \beta_2^2$$

Pelo tanto fica demonstrado

## F. Tabela t – Student

## DISTRIBUIÇÃO t-STUDENT UNICAUDAL



g.l.	$p_s$						
	0,200	0,150	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	1,376	1,963	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66
2	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
35	0,852	1,052	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724
40	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
50	0,849	1,047	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678
60	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
80	0,846	1,043	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639
100	0,845	1,042	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626
1	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,327	2,576