

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**FABRÍCIO DIEGO VIEIRA**

**CAUSALIDADES DO PRODUTO INTERNO BRUTO, DO CONSUMO  
DE ELETRICIDADE E DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NA ECONOMIA DO  
BRASIL E CIDADES PARANAENSES**

**DISSERTAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2018**

**FABRÍCIO DIEGO VIEIRA**

**CAUSALIDADES DO PRODUTO INTERNO BRUTO, DO CONSUMO  
DE ELETRICIDADE E DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NA ECONOMIA DO  
BRASIL E CIDADES PARANAENSES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Giane Gonçalves Lenzi

**PONTA GROSSA**

**2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca  
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa  
n. 50/18

V658 Vieira, Fabrício Diego

Causalidades do produto interno bruto, do consumo de eletricidade e de emissões de CO2 na economia do Brasil e cidades paranaenses. / Fabrício Diego Vieira, 2018.

105 f.; il. 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco.

Coorientadora: Profa. Dra. Giane Gonçalves Lenzi.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

1. Energia elétrica - Consumo. 2. Produto interno bruto. 3. Dióxido de carbono. 4. Teoria dos valores extremos. I. Francisco, Antonio Carlos de. II. Lenzi, Giane Gonçalves. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 670.42



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Campus Ponta Grossa**  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título de Dissertação Nº 324/2018

**CAUSALIDADES DO PRODUTO INTERNO BRUTO, DO CONSUMO DE ELETRICIDADE  
E DE EMISSÕES DE CO2 NA ECONOMIA DO BRASIL E CIDADES PARANAENSES**

por

**Fabício Diego Vieira**

Esta dissertação foi apresentada às **10h00min** de **06 de julho de 2018** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski (UTFPR)**

**Prof. Dr. Maurício Aparecido Ribeiro  
(UEPG)**

**Prof. Dr. Ervin Kaminski Lenzi (UEPG)**

**Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco  
(UTFPR) - Orientador**

Visto do Coordenador:

**Antonio Carlos de Francisco  
(UTFPR-PG)  
Coordenador do PPGE**

- A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE ARQUIVADA NA  
SECRETARIA ACADÊMICA -

Dedico este trabalho à minha irmã  
Patrícia Vieira, por ser exemplo de garra e  
superação mesmo em meio a tantas lutas  
e dificuldades.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus.

Agradeço aos orientadores. Professora Doutora Giane Gonçalves Lenzi. Professor Doutor Antonio Carlos de Francisco.

Agradeço à Direção Geral, Diretoria de Pós-Graduação, Diretoria de Graduação, Diretoria de Relações Comunitárias e Diretoria de Planejamento e Administração.

Agradeço aos Professores do Departamento Acadêmico de Engenharia Química, Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção, Departamento Acadêmico de Engenharia Eletrônica, Departamento Acadêmico de Matemática, Departamento Acadêmico de Física e Departamento Acadêmico de Alimentos.

Agradeço ao Prof. Dr. Luiz Alberto Pilatti, Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier, Prof. Dr. Lourival de Góis, Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior, Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson, Prof. Dr. Everton Moraes de Matos, Prof. Dr. Cesar Chornobay, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Juliana de Abreu Pietrobelli, Prof. Dr. Ciro Maurício Zimmermann, Prof. Dr. Luciano Fernandes, Prof. Dr. João Luiz Kovalski, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Juliana Vitória Messias Bittencourt, Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarki, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Helene Giovanetti Canteri.

Agradeço aos Professores, amigos e colegas e do grupo de pesquisa Laboratório de Sistemas Produtivos Sustentáveis (LESP).

Agradeço aos Professores, Técnicos-Administrativos, amigos e colegas da UTFPR.

Agradeço ao DERAC, COGETI, DESEG, DEBIB.

Agradeço à UTFPR por disponibilizar laboratórios e ambientes de estudo.

Agradeço aos Professores, amigos e colegas do curso de Farmácia e Ciências Contábeis da UEPG.

Agradeço ao Prof. Dr. Ervin Kraminski Lenzi, Prof. Dr. Maurício Aparecido Ribeiro, Prof. Dr. Celso Costa Junior, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Josiane Bachmann Madalozzo.

Agradeço ao Conselho Regional de Contabilidade do Paraná.

Agradeço aos pais, Jair Vieira, que foi trabalhador braçal (servidor público) na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa e Maria Glugoski, que foi servente.

Agradeço aos avôs e avós (in memoriam).

Agradeço à Janesley Aparecida Vieira Fortes, Patrícia Vieira e Adriane Esteves. Aos sobrinhos (as) Karla Leandra Fortes, Ariadne Stefany, Gisah Iurkiv e Ryan Pietro Esteves. Aos cunhados, tios (as) e primos (as).

Agradeço à Tiago Correia de Oliveira, Karine Alves, Tathiane Conke, José Luis Schamne, Mirian Gobbo Laroca, Tairine Margraf, Filipe dos Santos Reis, Marcos R. Eyng,

Ivana Carvalhal, Felipe Ferreira, Lucia Mara Ramos, Lísia Weber Galo, Beatriz Ribeiro, Jeferson da Silva Prado, Elson Heraldo Ribeiro Junior, Thiago Frederic Albert Fijor, Luiz Cesar dos Santos Lima, Luciano Mayer.

Agradeço aos amigos.

Agradeço ao Professor e Escritor William Douglas Resinente dos Santos.

Agradeço à Copel, Sanepar e IPARDES.

Agradeço à Casa do Menor Irmãos Cavanis, Escola Municipal Professora Zahira Catta Preta Mello, Colégio Estadual Jesus Divino Operário, Colégio Sagrada Família, Colégio Positivo, Colégio Pró-Master, curso pré-vestibular Imaculada Conceição, Universidade Estadual de Ponta Grossa e Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Enfim, a todos os que contribuíram direta ou indiretamente.

## RESUMO

VIEIRA, Fabrício Diego. **Causalidades do produto interno bruto, do consumo de eletricidade e de emissões de CO<sub>2</sub> na economia do Brasil e cidades paranaenses.** 105 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

O objetivo geral desta pesquisa foi identificar de que forma Eventos Extremos em variáveis do contexto econômico e ambiental (Produto Interno Bruto *per capita*, consumo de eletricidade *per capita* e os níveis de emissão de Dióxido de Carbono *per capita*) podem sinalizar períodos de instabilidade econômica. A pesquisa delimita-se às cinco maiores cidades paranaenses em termos de população (Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa e Cascavel) e ao Brasil. A partir disso, o interesse maior da pesquisa se concentrou na busca de informações relativas aos Eventos Extremos e outras técnicas que são utilizadas para interpretação de sistemas complexos, na atualidade. A pesquisa deste estudo fundamenta-se, primariamente, na forma de pesquisa bibliográfica exploratória. A coleta de dados foi realizada através de pesquisa em bases científicas, artigos, periódicos, material bibliográfico e instituições Públicas tais como o IBGE, o IPARDES, o Banco Mundial e a Companhia Paranaense de Energia. Em termos de resultado, a pesquisa aponta que Eventos Extremos apresentam influência em períodos de instabilidade econômica. Também ficou evidenciado que existe maior correlação em dados de PIB/ consumo de eletricidade do que em dados de PIB/ emissões de CO<sub>2</sub> ou consumo de eletricidade/ emissões de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Consumo de energia. Produto interno bruto. Emissões de CO<sub>2</sub>. Valores extremos. Série temporal.



## ABSTRACT

VIEIRA, Fabrício Diego. **Causality of gross domestic product, electricity consumption, CO<sub>2</sub> emissions in financial of Brasil and citys of Paraná state.** 105 f. 2018. Dissertation (Master of Production Engineering). Federal University of Technology – Paraná, Ponta Grossa, 2018.

The general objective of this study was to identify how Extreme Values in variables in the financial and ambiental context (per capita Gross Domestic Product, per capita electricity consumption and per capita carbon dioxide – CO<sub>2</sub> – emission) can indicate financial instabilities periods. The research is limited to the population of the country (Brazil) and five cities of Paraná (Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa and Cascavel). Therefore, the major research interest was focused on finding information related to Extreme Values and other techniques that are used for interpretation of complex systems currently. The development was based on data collection. The result indicated that extreme events have influence in periods of economic instability. They also evidenced that there is greater correlation in GDP data/electric energy consumption than in GDP data/CO<sub>2</sub> emissions or electric energy consumption/CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords:** Energy consumption. Gross Domestic Product. CO<sub>2</sub> emissions. Extreme Values. Time Series.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contexto geral da pesquisa .....	17
Figura 2 - Mapa do sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica .....	28
Figura 3 - Mapa Mundi e em destaque o Brasil .....	47
Figura 4 - Estado do Paraná.....	48
Figura 5 - Representação esquemática das etapas para obtenção dos Eventos Extremos .....	51
Figura 6 - Consumo de Energia Elétrica Total ( <i>per capita</i> ) por tempo.....	72
Figura 7 - Eventos Extremos (Consumo de Eletricidade/PIB).....	73

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Matriz energética brasileira por fonte, em percentual, ano referência 2015.....	26
Gráfico 3 - Produto Interno Bruto <i>per capita</i> (US\$) em alguns países .....	31
Gráfico 4 - Variação do PIB em algumas nações: Portugal, Espanha, Holanda e Itália .....	32
Gráfico 5 - Variação do PIB (em US\$) em alguns países .....	43
Gráfico 6 - Taxa de investimento em alguns países .....	45
Gráfico 7 - PIB, emissões de CO <sub>2</sub> e consumo de eletricidade no Brasil em valores <i>per capita</i> em série Temporal (1970-2014) .....	57
Gráfico 8 - Valores de PIB <i>per capita</i> e Eventos Extremos em série Temporal (1970-2014)..	58
Gráfico 9 - Valores de consumo de eletricidade <i>per capita</i> e Eventos Extremos em série Temporal (1970-2014).....	59
Gráfico 10 - Valores de emissões de CO <sub>2</sub> <i>per capita</i> e Eventos Extremos em série Temporal (1970-2014) .....	59
Gráfico 11 - PIB, emissões de CO <sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores <i>per capita</i> em série Temporal (1970-2014).....	60
Gráfico 12 - Valores extremos de PIB em Curitiba.....	61
Gráfico 13 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Curitiba .....	61
Gráfico 14 - PIB, emissões de CO <sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores <i>per capita</i> em série Temporal (1970-2014).....	62
Gráfico 15 - Valores extremos de PIB em Londrina .....	63
Gráfico 16 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Londrina .....	63
Gráfico 17 - PIB, emissões de CO <sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores <i>per capita</i> em série Temporal (1970-2014).....	64
Gráfico 18 - Valores extremos de PIB em Maringá .....	65
Gráfico 19 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Maringá .....	65
Gráfico 20 - PIB, emissões de CO <sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores <i>per capita</i> em série Temporal (1970-2014).....	66
Gráfico 21 - Valores extremos de PIB em Ponta Grossa .....	67
Gráfico 22 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Ponta Grossa.....	67
Gráfico 23 - PIB, emissões de CO <sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores <i>per capita</i> em série Temporal (1970-2014).....	68
Gráfico 24 - Valores extremos de PIB em Cascavel .....	69
Gráfico 25 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Cascavel.....	69
Gráfico 26 - Valores, em Série Temporal, de PIB <i>per capita</i> , emissões de CO <sub>2</sub> <i>per capita</i> e consumo de eletricidade <i>per capita</i> .....	70
Gráfico 27 - Correlação entre as variáveis estudadas.....	71
Gráfico 28 - Variação do PIB (anual, em percentual) em países selecionados.....	75
Gráfico 29 - Variação PIB (em US\$) em alguns países .....	77
Gráfico 30 - Desemprego total em % relativo à mão de obra total em alguns países .....	78
Gráfico 31 - Variação salarial a nos EUA .....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Enquadramento metodológico .....	50
Quadro 2 - <i>Methodi Ordinatio</i> - Estágios da pesquisa .....	52
Quadro 3 - Quadro comparativo: Tópicos teóricos abordados na pesquisa, o embasamento e informações acerca da coleta e tratamento dos dados .....	53
Quadro 4 - Artigos de maior relevância para a pesquisa.....	55
Quadro 5 – Eventos Extremos apontados por localidade e variável estudada .....	82
Quadro 6 - Eventos Extremos apontados por cidade, período (intervalos de 5 anos) e variável estudada .....	84
Quadro 7 - Mapeamento dos Eventos Extremos apontados por ano, local e variável .....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de eletricidade <i>per capita</i> (kWh <i>per capita</i> ), em alguns locais .....	25
Tabela 2 - Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica .....	27
Tabela 3 - Variação do PIB <i>per capita</i> , em dólares, em algumas nações e no mundo.....	34
Tabela 4 - Informações do Brasil e do estado do Paraná.....	48
Tabela 5 - Informações das cidades paranaenses .....	49
Tabela 6 - Técnicas utilizadas para análise das variáveis.....	54
Tabela 7 - Valores de PIB <i>per capita</i> , emissões de CO <sub>2</sub> <i>per capita</i> e consumo de eletricidade <i>per capita</i> .....	74
Tabela 8 - Série Temporal dos dados de PIB per capita, consumo de eletricidade per capita e emissões de CO <sub>2</sub> per capita no Brasil.....	76
Tabela 9 - Série Temporal dos dados de PIB per capita, consumo de eletricidade per capita e emissões de CO <sub>2</sub> per capita no Brasil.....	79

## LISTA DE SIGLAS

ARDL	<i>Autoregressive-Distributed Lag</i>
CGC	Conselho de Cooperação do Golfo
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
FMI	Fundo Monetário Internacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
kWh	kilo Watt hora
MME	Ministério de Minas e Energia
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico

## LISTA DE ACRÔNIMOS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
NASDAQ	<i>National Association of Securities Dealers Automated Quotations</i>
ONU	Organização das Nações Unidas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
2.1 TEORIA DOS EVENTOS EXTREMOS.....	18
2.2 SÉRIES TEMPORAIS .....	21
2.3 ELETRICIDADE E ENERGIA .....	24
2.4 PRODUTO INTERNO BRUTO .....	31
2.5 O DIÓXIDO DE CARBONO E O MEIO AMBIENTE .....	35
2.6 A ELETRICIDADE, O PRODUTO INTERNO BRUTO E AS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> .	38
2.7 CRISES ECONÔMICAS E SUA INFLUÊNCIA NO PIB, NO CONSUMO DE ELETRICIDADE E EM EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> .....	40
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE A - Consumo Total de eletricidade em cidades Paranaenses – Série Temporal 1980 – 2014. ....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE B - Consumo Setor Público de eletricidade em cidades Paranaenses – Série Temporal 1980 – 2014.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE C - Consumo Setor Industrial de eletricidade em cidades Paranaenses – Série Temporal 1980 – 2014.....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE D - Consumo Setor Residencial de eletricidade em cidades Paranaenses – Série Temporal 1980 – 2014.....</b>	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A industrialização, o aumento da população global e o crescimento econômico têm impactado o meio ambiente, o que causa preocupação e atenção correlacionadas com um provável colapso da economia e a degradação ambiental no futuro. A partir desta constatação, urge que se desenvolvam debates, análises e estudos voltados para estas questões a fim de que, em um primeiro momento, se entenda a relação do sistema econômico e o sistema ambiental e se persiga que o desenvolvimento econômico, não necessariamente, esteja vinculado à degradação ambiental.

Este trabalho pretende desenvolver o tema voltado para um estudo orientado, aplicando a técnica análise de Eventos Extremos (EEs), para apontar se EEs presentes, em variáveis de relevância econômica e ambiental (Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, consumo de eletricidade *per capita* e emissões de CO<sub>2</sub> *per capita*), são indicativos de períodos de instabilidade econômica. Estes períodos de instabilidade econômica deverão ser contemporâneos ao Evento Extremo (EE) apontado nas variáveis.

Vale esclarecer que Evento Extremo, neste caso, é entendido por valores em uma Série Temporal que diferenciam do desvio padrão, da média ou de algum outro parâmetro utilizado. (GUMBEL, 2004).

O Produto Interno Bruto, o consumo de eletricidade e os níveis de emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), em tese, podem ser reflexos de uma economia produtiva ou, por outro lado, podem ser sinalizadores indicativos de que uma nação está na iminência de um desajuste econômico-financeiro. Eventos Extremos presentes nessas variáveis são relevantes para avaliar se períodos de instabilidade econômica, causalmente, vinculam-se a estes Eventos Extremos.

Com o propósito de demonstrar as variáveis deste tema, faz-se necessário dar o caráter da especificidade da pesquisa, delimitando este estudo ao Brasil e às cinco (5) maiores cidades paranaenses em termos populacionais.

Deste modo, levanta-se o questionamento: Como Eventos Extremos em variáveis do contexto econômico e ambiental (Produto Interno Bruto *per capita*, consumo de eletricidade *per capita* e os níveis de emissão de Dióxido de Carbono *per capita*) podem sinalizar períodos de instabilidade econômica?



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral, nesta pesquisa, determina-se identificar de que forma EEs em variáveis do contexto econômico e ambiental (Produto Interno Bruto *per capita*, consumo de eletricidade *per capita* e os níveis de emissão de Dióxido de Carbono *per capita*) podem sinalizar períodos de instabilidade econômica.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

A fim de esclarecer melhor o objetivo geral deste estudo, convém estabelecer os objetivos específicos em que se buscarão responder às inquietações teóricas ao longo deste trabalho:

- a) Estabelecer a fundamentação teórica do tema e respectivas pertinências relacionadas.
- b) Quantificar os resultados obtidos na literatura.
- c) Apontar os EEs presentes nas localidades designadas, em dados de PIB *per capita*, de consumo de energia elétrica *per capita* e emissões de Dióxido de Carbono *per capita*.
- d) Indicar se há possíveis interações entre os EEs presentes nestas variáveis.
- e) Identificar se EE, nas variáveis estudadas, sinalizam causalmente períodos de instabilidade financeira nas localidades estudadas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas, diversas técnicas da área das Ciências Exatas (leis de Potência, leis de escala, análise de regressão, Econometria, Séries Temporais, etc.) têm sido aplicadas para esclarecer a relação entre as variáveis de sistemas complexos tais como o sistema econômico, demográfico, urbano, ambiental, dentre outros. E, nesse contexto, a presente pesquisa vislumbra, pioneiramente, a aplicação da técnica denominada, análise de Eventos Extremos em variáveis do contexto econômico/ambiental (Produto Interno Bruto *per capita*,

consumo de eletricidade *per capita* e os níveis de emissão de Dióxido de Carbono *per capita*), perseguindo a causalidade destes EEs com períodos de instabilidade econômica coexistentes, na amostra e períodos selecionados.

A análise de EEs é uma técnica estatístico-probabilística utilizada, na análise e interpretação dos chamados ‘Eventos Extremos’, numa Série Temporal, e tem várias aplicabilidades relacionadas ao homem, ao meio ambiente ou ao contexto global, em especial, fenômenos climáticos e meteorológicos, fenômenos naturais, medicina, engenharia, além de aplicações em situações complexas como tráfego, internet, rede de abastecimento de eletricidade e água, congestionamentos etc. Nesta pesquisa, a análise de EEs será aplicada em contexto econômico e ambiental, o que representa uma nova perspectiva para a utilização deste método.

Na atualidade, há um número considerável de estudos que buscou, aplicando uma diversidade de métodos, esclarecer a possível vinculação existente entre o consumo de eletricidade, o Produto Interno Bruto e as emissões de CO<sub>2</sub>. Os estudos, resultantes da pesquisa bibliométrica, serão pormenorizados no decorrer desta pesquisa. Porém, nenhum desses estudos vinculou a interação destas variáveis à períodos de instabilidade econômica por meio de análise de EEs. Ainda, as variáveis selecionadas (consumo de eletricidade *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e PIB *per capita*) apresentam representatividade no contexto econômico e ambiental.

Destaca-se também que, na pesquisa bibliométrica, aplicada nas bases científicas *Web of Knowledge*, *Scopus* e *Science Direct*, não foram apontados estudos que envolvam análise de EEs, o Brasil e cidades paranaenses ou análise de EEs *versus* variáveis econômicas e ambientais. A expressividade em termos econômicos, populacionais, produção de energia, emissão de poluentes destes locais, além da importância no contexto comercial também respaldam a escolha das localidades para aplicação da pesquisa.

Este é um estudo embasado em pesquisa documental/bibliográfica e quantitativa, pois além de utilizar livros e artigos, há de utilizar as informações para análise e classificação de dados. A seguir é apresentada a organização desta Dissertação.

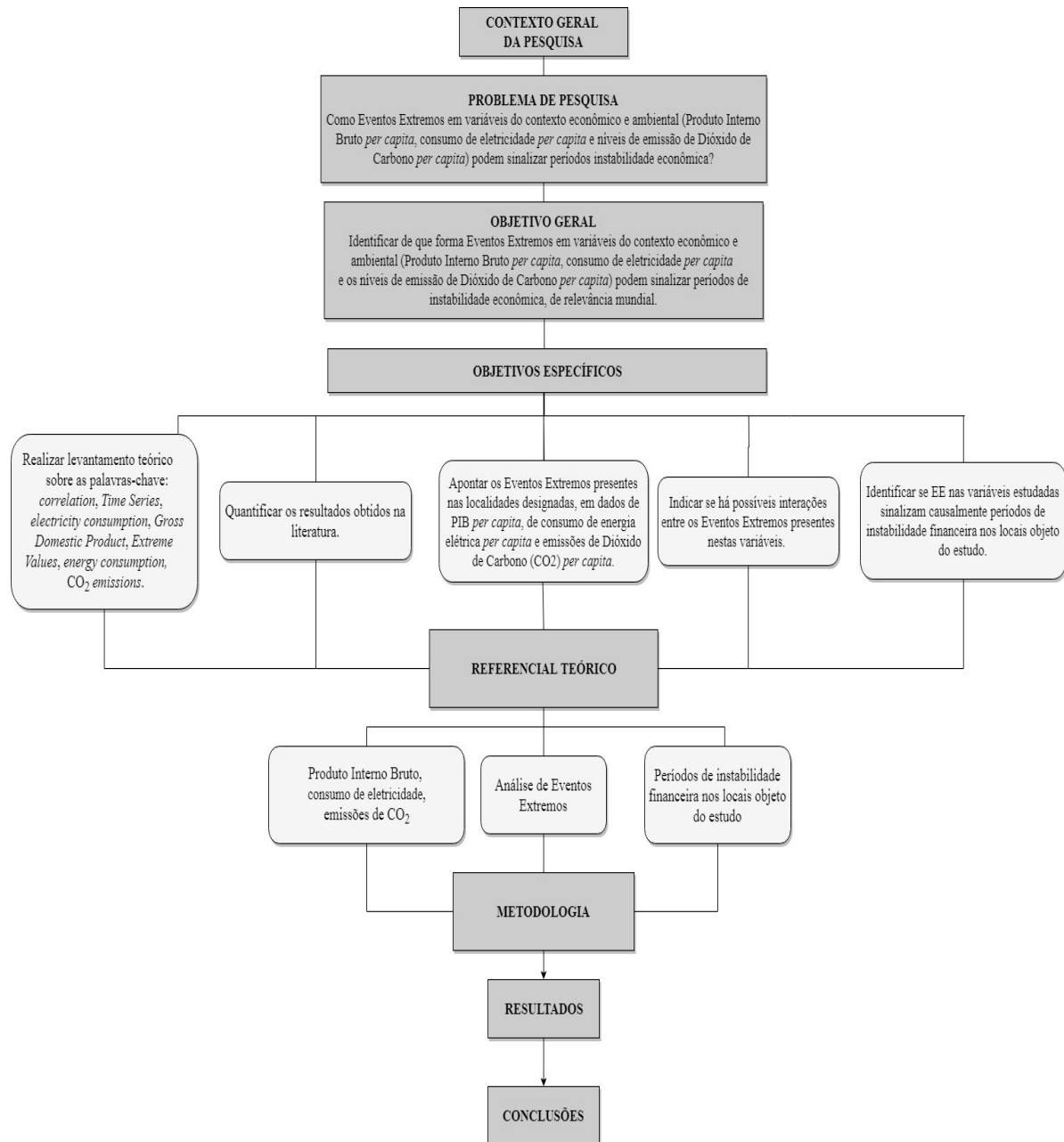
### 1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta Dissertação será organizada em cinco capítulos estruturados da seguinte forma: o primeiro capítulo tratará da Introdução que esclarecerá o percurso do estudo. O segundo

capítulo apresentará a Fundamentação Teórica abordando conceitos de relevância para a pesquisa. No terceiro capítulo, será abordada a Metodologia utilizada, os procedimentos aplicados e os métodos para a coleta de dados. O quarto capítulo tratará dos Resultados obtidos na análise proposta. No quinto capítulo, serão apresentadas as considerações finais, bem como sugestões para estudos futuros advindos desta Dissertação.

A figura 1 a seguir apresenta um panorama geral da pesquisa:

**Figura 1 - Contexto geral da pesquisa**



**Fonte: Autoria própria**

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fim de embasar teoricamente a pesquisa, fazem-se necessárias a definição e a elucidação dos conceitos que respaldam a pesquisa. Assim, no subcapítulo seguinte, serão apresentados aspectos teóricos, além de abordar a linha teórica que fundamenta as questões do sistema econômico e do sistema ambiental.

### 2.1 TEORIA DOS EVENTOS EXTREMOS

A Teoria dos EEs é uma técnica estatístico-probabilística utilizada, na análise e interpretação dos chamados ‘Eventos Extremos’, numa Série Temporal (HEFFERNAN e STEPHENSON, 2012). Considera-se, neste contexto, que EEs são aqueles valores, na Série Temporal, que diferenciam, consideravelmente, do desvio padrão, da média ou de algum outro parâmetro (GUMBEL, 2004). Essa análise inclui a observação matemática das especificidades e propriedades destes valores, ditos Eventos Extremos, inclusive, quanto à possibilidade de repetições cíclicas destes eventos no transcorrer do tempo.

Vale ainda ressaltar que EEs são fenômenos de probabilidades reais de ocorrência, eventos estes relacionados ao homem, ao meio ambiente ou ao contexto global, de acordo com Gumbel (2004). Conforme os autores David e Edwards (2001), os primeiros fundamentos desta teoria foram propostos no início do século XX, com pesquisadores tais como Von Mises (1923), Dodd (1923), Tippett (1925) e Fischer e Fréchet (1927).

Em 1928, Fisher e Tippett (1928) encontraram evidências que indicavam distribuições consideradas limites em um contexto de EEs. A seguir, Gumbel, em meados do século XX (1950), incluiu a Estatística neste processo. A distribuição de Fisher-Tippett possui aplicabilidade como um modelo para máximos e mínimos (Estatística e Probabilidade) de uma série de dados observados extraídos de diversas distribuições. Um caso particular da distribuição de Fisher-Tippett é a distribuição de Gumbel que, juntamente, com a distribuição de Weibull, compõe a base da Teoria dos Eventos Extremos.

Esta técnica possui muitas aplicações em situações cotidianas, tais como: fenômenos climáticos e meteorológicos, fenômenos naturais, além de aplicações em situações complexas (tráfego, internet, congestionamentos, saúde, etc.) (BEIRLANT, et al, 2004) (ALBEVERIO, JENTSCH e KANTZ, 2006) (REISS e THOMAS, 2007).

Também possui utilidade, na análise de investimentos, visando estimar possíveis perdas e possibilidades de auferir vantagem (análise de regressão, curva de tendência, dentre outros). Estas aplicações são bastante úteis, vez que, com o estudo e a análise destes EEs, é possível prever, até certo ponto, padrões, na ocorrência, além de características específicas destes fenômenos.

A distribuição de probabilidades de EEs refere-se ao ajuste de uma distribuição referente aos dados contidos em uma amostragem de EEs observados (MENDES, 2004). Deste modo, emprega-se um conjunto de dados com valores, máximos ou mínimos, registrados em Série Temporal pré-estabelecida, para que uma distribuição de probabilidades seja ajustada a esses valores.

A Teoria dos EEs é uma técnica de investigação científica que se insere nas áreas de Matemática, Estatística e Computação. Chen et al (2014) aplicaram uma modelagem quantitativa (projeto de auxílio à inteligência computacional) para avaliar o consumo de eletricidade anual no longo prazo, o Produto Interno Bruto, o preço da eletricidade, a eficiência energética, a estrutura econômica e as emissões de Dióxido de Carbono na China, no período 1980-2009. Os resultados evidenciam que se deve buscar o crescimento do consumo e uso de energia, diminuição nos níveis de CO<sub>2</sub>, encontrando perspectivas que não sacrifiquem o crescimento econômico.

Seguindo trajetória semelhante, Matar e Bekhet (2015) pesquisaram a interação entre consumo de eletricidade, Produto Interno Bruto *per capita* e exportações, na Jordânia, aplicando dados da Série Temporal e o modelo de atraso distribuído autorregressivo (modelos dinâmicos de equações simultâneas) no lapso 1976-2011. Os resultados apontam que há relação unidirecional de equilíbrio entre consumo de eletricidade e o crescimento econômico, evidenciando que aumentos do Produto Interno Bruto *per capita* podem resultar em aumentos contínuos nos níveis de consumo de eletricidade.

A Teoria dos Eventos Extremos é alicerçada em grupos diferenciados de distribuições de probabilidade conhecidas como distribuições de Valores Extremos Generalizados, compreendendo as distribuições de Gumbel, Fréchet e Weibull, e as distribuições generalizadas de Pareto. No formato convencional, essas distribuições estão vinculadas a parâmetro único, denominado índice de cauda, conforme esclarecem Juárez e Schucany (2004).

Em termos gerais, o principal objetivo da Teoria dos EEs é ponderar a cauda de uma distribuição referente a um conjunto de observações independentes e identicamente distribuídas (GUMBEL, 2004). Suponha que  $X_1, X_2, \dots, X_n$  sejam uma sequência de variáveis

aleatórias que possam representar riscos ou perdas e que tenham a mesma função de distribuição qualquer. O EE é definido como sendo o maior ou o menor de  $N$ , valores da variável aleatória, que pode ser expresso através da equação 1:

$$X_m = \max \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\} \quad (1)$$

Considerando que o valor máximo das variáveis aleatórias ( $X_m$ ) for menor que determinado valor  $x_m$ , então, necessariamente, todas as variáveis devem ser menor que  $x_m$ . Se cada valor coletado da amostra variável  $x$  é independente dos demais e se  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  forem identicamente distribuídos tal como  $X$ , então:

$$F_{X_1}(x) = F_{X_2}(x) = \dots = F_{X_n}(x) = F_X(x) \quad (2)$$

Deste modo, a função cumulativa de probabilidades do valor extremo de  $N$  valores de  $X$ , é dada por:

$$\begin{aligned} F_{X_m}(x_m) &= \Pr\{X_m \leq x_m\} \\ \Pr\{X_m \leq x_m\} &= \Pr\{X_1 \leq x_m, \dots, X_n \leq x_m\} \\ F_{X_m}(x_m) &= F_X(x_m)^N \end{aligned}$$

Em que:

$F_X(x)$  é a distribuição cumulativa de probabilidades da variável aleatória  $X$ , e  $F_{X_m}(x_m)$  é a distribuição cumulativa de probabilidades do valor extremo.

A função densidade de probabilidades do valor extremo é dada pela equação 3:

$$f_{X_m}(x_m) = \frac{dF_{X_m}(x_m)}{dx_m} = N F_X(x_m)^{N-1} f_X(x_m) \quad (3)$$

Em que:

$f_X(x)$  é a função densidade de probabilidades da variável aleatória  $X$ .

Na literatura, há, basicamente, três classes de distribuição associadas a uma variável de perda, a saber: as distribuições de Gumbel, Fréchet e Weibull. Estas classes compõem a família de distribuições denominadas distribuições generalizadas de Eventos Extremos (DE HAAN; FERREIRA, 2006).

Para a constituição deste estudo, foram fundamentados os principais tópicos teóricos acerca da Teoria dos Eventos Extremos e das particularidades acerca desta teoria, o que muito interessa no todo teórico visto até então. Faz-se necessário, entretanto, abordar as Séries Temporais, assunto que embasa a pesquisa.

## 2.2 SÉRIES TEMPORAIS

Registros sistemáticos de dados, ao longo do tempo, são denominados Séries Temporais. Conforme Spiegel (1993) postulou, uma Série Temporal é um conjunto de observações sistemáticas, tomadas em intervalos de tempo determinados, comumente em intervalos iguais.

As Séries Temporais podem ser expressas pelos valores  $X_1, X_2, X_3...$  de uma variável  $X$ , nos tempos  $t_1, t_2, t_3...$ , de acordo com Spiegel (1993). Sendo assim, pode-se afirmar que a variável  $X$  é uma função de  $t$  que pode ser expressa através da equação 4 apresentada a seguir:

$$X = F \times (t) \quad (4)$$

Em que:

$X$  = variável qualquer;

$F$  = frequência;

$t$  = tempo.

É oportuno observar que os gráficos, que representam uma determinada Série Temporal, podem ser descritos como um dado que oscila no decorrer do tempo, podendo ser influenciado por outras variáveis. Observações e análises matemáticas destas oscilações, feitas com numerosas Séries Temporais, tornam evidentes algumas oscilações características. O estudo destas oscilações é objeto de grande relevância sobre Séries Temporais, já que há aplicabilidade em muitas situações, tais como finanças, saúde e energia (LOF, MEKASHA e TARP, 2015; CHEN et al, 2017; BAS et al, 2017; ZOMBRÉ, DE ALLEGRI e RIDDE, 2017; TAO et al, 2016; BRUNS e GROSS, 2013; DOGAN, 2016; SHAHBAZ, 2013; BELBUTE, PEREIRA, 2016), inclusive, na previsão de comportamentos cíclicos e periódicos.

Conforme comentado anteriormente, as Séries Temporais apresentam, muitas vezes, movimentos ou oscilações características. Estes movimentos podem ser classificados de diferentes formas, conhecidos por componentes de uma Série Temporal. Os movimentos de

longo prazo ou seculares referem-se à ascendente ou à descendente que um gráfico de Série Temporal segue.

Os movimentos ou variações cíclicas referem-se às oscilações em torno da reta ou da curva de tendência. Estes ciclos podem ou não seguir padrões análogos no decorrer do tempo. Movimentos ou variações estacionais ou sazonais referem-se a padrões idênticos ou quase idênticos, que parece obedecer durante os mesmos períodos. Estes padrões podem estar relacionados a eventos periódicos com períodos possíveis de ocorrência.

Segundo Ragsdale (2009), Séries Temporais são sucessões de dados ordenados, cronologicamente, e que, possivelmente, podem prever situações futuras baseadas no comportamento anterior aos dados, utilizando métodos estatísticos para possível previsão do comportamento destes índices. Em muitas situações, a previsão de Séries Temporais interessa muito ao setor industrial e comercial, vez que, dados e variáveis, significativos para o resultado comercial e financeiro, podem ser prospectados através destas técnicas.

Além disso, estas técnicas são muito atrativas por parte de muitas empresas e indústrias, visto que as Companhias podem prever e estimar valores esperados de vendas, custos, lucros, estoque, contas de clientes e assim por diante. Segundo Ragsdale (2009, p. 501),

Em muitas situações de planejamento de negócios, é difícil, indesejável, ou mesmo impossível prever dados de série temporal usando um modelo de regressão [...]. Entretanto, se conseguimos descobrir uma espécie de variação sistemática no comportamento passado da variável de série temporal, podemos construir um modelo desse comportamento para nos ajudar a prever seu comportamento futuro.

Em muitas situações, é possível utilizar, inclusive, em análises do Produto Interno Bruto e energia para prever o comportamento de uma variável dependente a partir de outras variáveis independentes que, acredita-se, correlacionam-se com a variável dependente e afetam-na causalmente. Ainda, pode-se utilizar este método para construir um modelo de regressão, porém, via de regra, não é possível aplicar esta ferramenta a todas as Séries Temporais que se apresentem (RAGSDALE, 2009).

Bruns e Gross (2013) estudaram interações de eletricidade, produtos petrolíferos e renováveis. Neste estudo, afirmam que estas séries de dados estão altamente correlacionadas com o consumo de energia total, sob a perspectiva de causalidade de energia-PIB. Também foi aplicada uma abordagem de teste de cointegração.



Javid e Quayyum (2014) estudaram a correlação entre o consumo de eletricidade (em nível desagregado residencial, comercial, industrial e agrícola) e o Produto Interno Bruto, no Paquistão, através de análises técnicas e estruturais no período 1972-2012. Os resultados apontam que o uso de eletricidade nos setores comercial, agrícola e residencial mostra inclinação ascendente e que a tendência é não linear e estocástica.

Rasiah et al (2015) utilizaram Teste de cointegração e o Modelo de Correção de Erros Vetoriais para avaliar o impacto do consumo e uso da energia na degradação ambiental, na Malásia, no lapso 1971-2008. O estudo concluiu que há evidências de que o consumo e o uso de energia, no período estudado, têm uma influência dominante na previsão da variação da degradação ambiental.

Yildirim, Aslan e Ozturk (2014) investigaram, na Malásia, Filipinas, Cingapura e Tailândia, a relação entre consumo de energia *per capita* e o PIB *per capita* aplicando Painel de Causalidade no período compreendido entre 1971-2009. Ponto de destaque, nos resultados, é a relação bidirecional encontrada na Tailândia, não havendo efeito positivo do consumo de energia, além do aumento do consumo de energia na Indonésia, Tailândia e Malásia resultante, provavelmente, do aumento da força de trabalho e de investimentos.

Vale destacar que a Série Temporal poderá apresentar distribuição com tendência ascendente ou descendente, ou ainda, os dados poderiam apresentar variações sazonais previsíveis, as quais seriam utilizadas para prever e modelar cenários. Basicamente, em Séries Temporais, deve-se ficar atento aos padrões presentes nos dados; padrões que podem repetir e apresentar ciclos ao longo do tempo.

Ragsdale (2009) explica que as técnicas, que analisam o comportamento passado de uma variável de Série Temporal, para prever um futuro projetado são chamadas de modelos de extrapolação. A fórmula geral de um modelo de extrapolação é representada pela equação 5 (RAGSDALE, 2009, p. 501) apresentada a seguir:

$$Y_{t+1} = \delta \times (Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}) \quad (5)$$

Em que:

$Y_{t+1}$  - valor previsto para a variável de Série Temporal no período de tempo  $t + 1$ ;

$Y_t$  - real valor da variável de Série Temporal no período de tempo  $t$ ;

$Y_{t-1}$  - real valor da variável de Série Temporal no período de tempo  $t - 1$ .

Existe uma variedade de métodos que podem ser aplicados para análise de Série Temporal. Útil e necessária é a subdivisão dos métodos em: modelos para análise de Série

Temporal estacionária e modelos para análise de Série Temporal não estacionária (RAGSDALE, 2009).

Os modelos, voltados para séries não estacionárias, são aqueles em que há uma tendência na distribuição dos dados, ascendente ou descendente, no decorrer do tempo. Nestes casos específicos, aplicam-se as metodologias: média móvel dupla, ajuste exponencial duplo (método de Holt), método de Holt-Winter (utilizado para efeitos sazonais) e método multiplicativo de Holt-Winter. Já os modelos para análise de Série Temporal estacionária são: médias móveis, médias móveis ponderadas e ajuste exponencial, segundo Ragsdale (2009).

Somado aos pontos relevantes, foram apresentados alguns métodos que podem ser aplicados para previsão de uma variável de Série Temporal. Têm-se, também, as metodologias de Série Temporal para dados que não possuem uma disposição ascendente ou descendente (dados estacionários), dados que apresentam relevante inclinação ascendente ou descendente (dados não estacionários) e ainda dados que apresentam características sazonais (RAGSDALE, 2009). Em cada caso, deve-se analisar a Série Temporal passada da variável que se está considerando e, a partir desta perspectiva, eleger qual a técnica de Série Temporal será mais apropriada quando se determinar a previsão de valores futuros.

A observação e o registro metódico de índices de avaliação do desenvolvimento de uma nação, tais como Produto Interno Bruto e a energia elétrica, se observados com critérios e periodicidade definidos denominam-se Séries Temporais. A seguir será apresentado o próximo tópico teórico de relevância para a pesquisa que aborda a eletricidade e energia.

### 2.3 ELETRICIDADE E ENERGIA

A partir do surgimento da energia elétrica, que alavancou a Revolução Industrial provocando significativas e irreversíveis mudanças no modo de vida das sociedades, pode-se dizer que o ser humano já não consegue viver sem a utilização da mesma, ainda mais com o progressivo e acelerado avanço tecnológico que é parte da civilização atual. Inclusive, de acordo com Fix (2017), há estudos que estabelecem correlação entre energia e desenvolvimento de organizações ou instituições em geral. Vale destacar que a energia influencia o sistema econômico, tanto é que, Gadelha (2015), utilizando o método denominado teste de causalidade de Engle-Granger, apontou indícios de causalidade unidirecional do consumo de eletricidade para o dado crescimento econômico. Kraft e Kraf

(1978) de forma pioneira nesse campo de pesquisa, constataram causalidade unidirecional do PIB para o consumo de energia nos Estados Unidos.

Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017), sobre suprimento energético, a eletricidade é recurso estratégico para o desenvolvimento de cidades e regiões como um todo. Há de se admitir que, com o desenvolvimento da sociedade tal como se conhece, com as inovações tecnológicas, com o aumento da população mundial, com o desenvolvimento econômico-financeiro e questões antropológicas, o ser humano, com raras exceções, adaptou-se à forma de vida vinculada ao consumo de energia elétrica. Em outras palavras, sabe-se que é um recurso fundamental para o desenvolvimento econômico e social global. Concernente ao suprimento energético, a eletricidade é recurso estratégico para o desenvolvimento de cidades e regiões em diversos aspectos, inclusive desenvolvimento econômico e social.

A tabela 1 a seguir apresenta dados de consumo de eletricidade (kWh *per capita*) em algumas localidades (intervalo de 24 anos). Constata-se que, de forma periódica, algumas nações têm mantido padrões de elevação dos níveis de eletricidade, exceção feita à períodos de instabilidade econômico-financeira:

**Tabela 1 - Consumo de eletricidade *per capita* (kWh *per capita*), em alguns locais**

<b>Local/ano</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Brasil	1447,26	1886,60	2339,44	2394,39	2462,98	2528,29	2577,82
Estados Unidos	11713,33	13671,05	13394,05	13240,13	12954,90	12988,92	12972,73
América Latina e Caribe	1165,30	1584,40	1958,76	2046,58	2097,11	2117,55	2121,89
Europa e Ásia Central	5049,72	4940,53	5526,69	5487,32	5518,16	5455,61	5368,98
África subsaariana	527,18	509,95	502,91	507,04	491,68	486,65	496,80
América do Norte	12153,71	13997,45	13579,80	13478,58	13190,56	13261,84	13230,33

**Fonte: Banco Mundial (2017)**

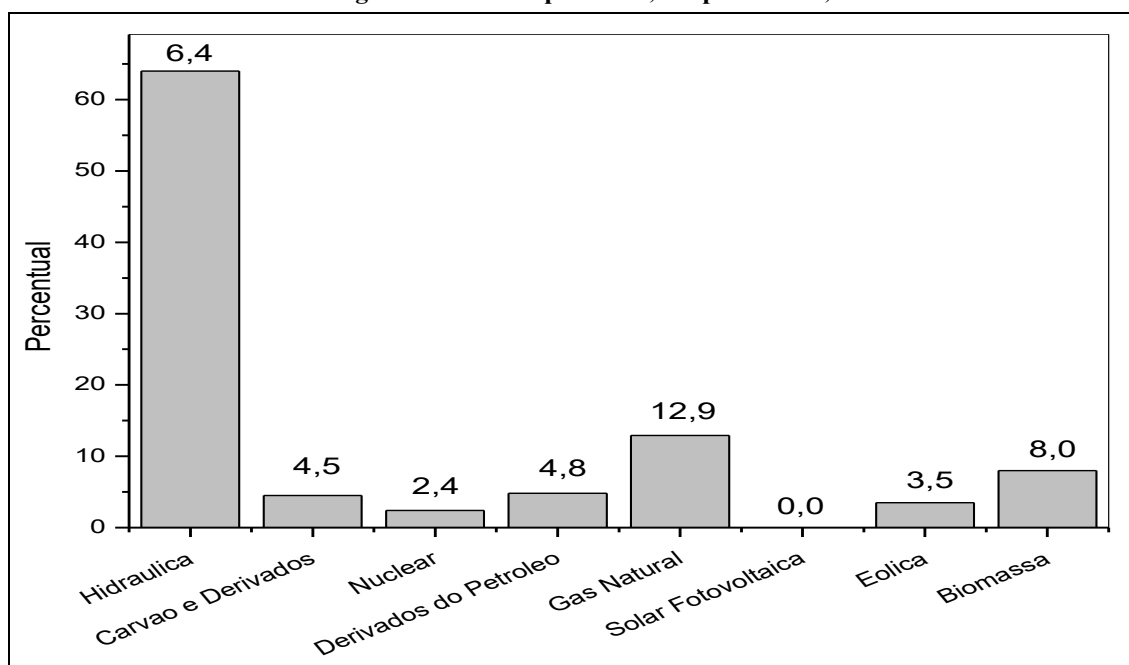
A respeito do aspecto social, a eletricidade se tornou indispensável à sobrevivência diária, pois supre necessidades além de proporcionar e facilidades à vida humana tais como: aquecimento, refrigeração, preparo de alimentos, força motriz em sistemas de transportes, atividades manufatureiras, trabalho mecânico, entre outras atividades, mas também, segundo Gadelha (2015), não se pode esquecer o papel fundamental no setor industrial e comercial, vez que alimenta e impulsiona o desenvolvimento destes setores. O Banco Mundial (2017) aponta:

A energia é a pedra angular do crescimento econômico. Com acesso a energia moderna, confiável e acessível, uma criança pode estudar à noite, as pequenas empresas podem prosperar, as mulheres podem caminhar para casa sob a segurança do trabalho e hospitais podem funcionar de forma eficiente e salvar vidas. Para fazer melhorias significativas, os níveis mais elevados de financiamento e compromissos políticos mais arrojados, juntamente com a disposição dos países de abraçar novas tecnologias em uma escala muito mais ampla são essenciais...

Segundo dados do Banco Mundial (2017), quase 1,1 bilhões de pessoas, ou seja, 15% da população mundial, não conseguiram acesso à eletricidade no ano de 2014. Quase metade desta população vive em áreas rurais da África Subsaariana e quase um terço eram habitantes rurais no sul da Ásia. No total, 86% das pessoas vivem em áreas rurais, onde, praticamente, não há acesso à eletricidade.

No caso do Brasil, o país é um grande gerador e consumidor de energia elétrica. Pesquisas indicam que o país é o 10º maior consumidor de energia elétrica do mundo e o maior consumidor da América Latina, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017). Esse país utiliza, como fonte de energia elétrica preponderante, a força motriz hidráulica. No Gráfico 1 é apresentada a matriz energética brasileira por fonte:

**Gráfico 1 - Matriz energética brasileira por fonte, em percentual, ano referência 2015**



Fonte: adaptado da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017)

De acordo com a EPE (2017), os fatores que facilitam a utilização da energia elétrica, no Brasil, proveniente de fonte hidráulica são a grande dimensão territorial e as alternâncias em termos de clima e hidrologia.

A Eletrobrás (2017) explica que, para se produzir hidroeletricidade, é aproveitada a energia potencial gravitacional da água para obter a força necessária para girar as turbinas das usinas de eletricidade, onde sistemas de hélices movem geradores que transformam a energia mecânica (movimento) em energia elétrica, seguindo a Lei da Física, denominada princípio da conservação da energia. A seguir é apresentado o potencial brasileiro hidrelétrico brasileiro, por bacia hidrográfica no ano de 2015, em Megawatt:

**Tabela 2 - Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica**

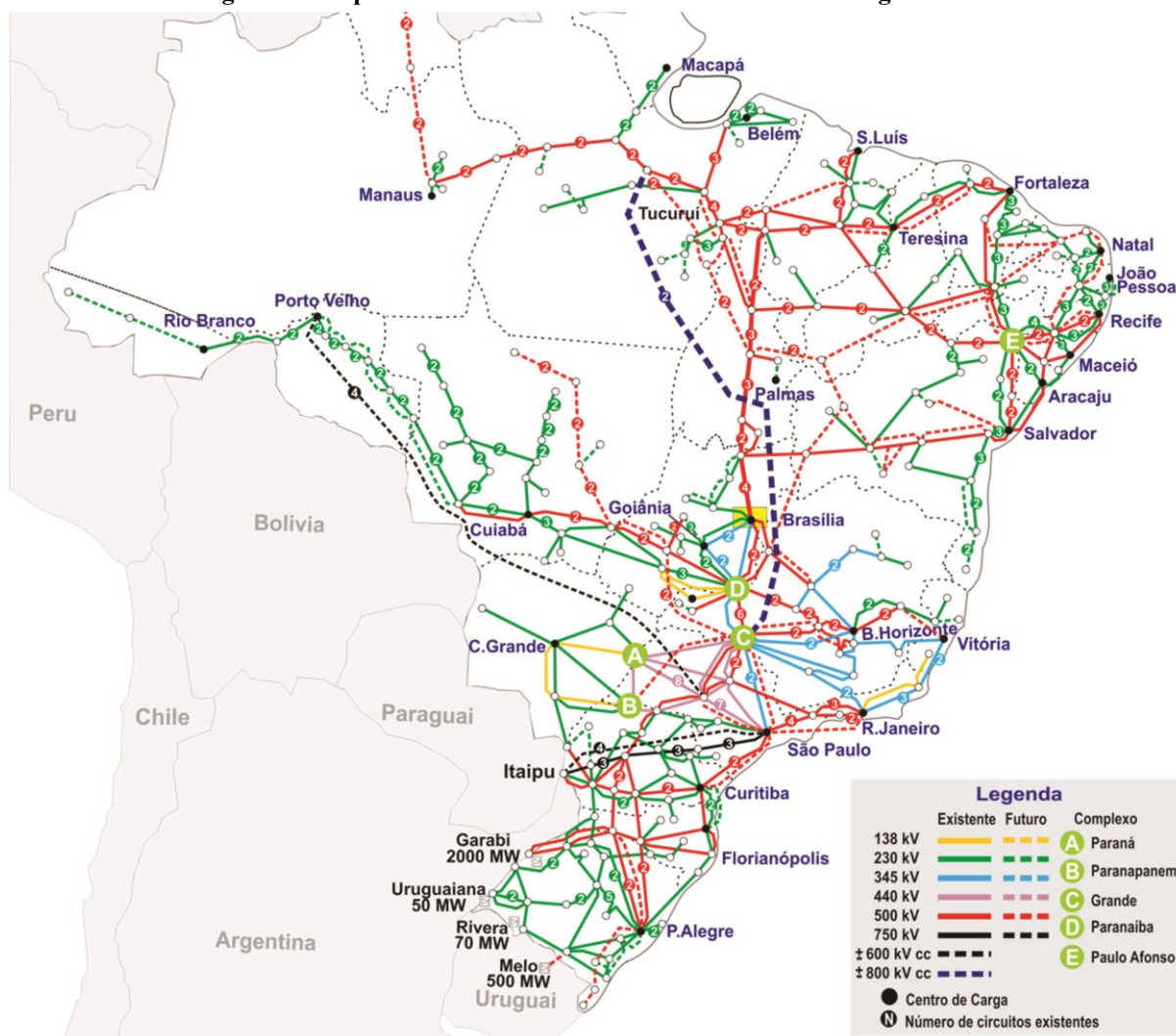
Estagio/ Bacia	Atlântico Leste	Atlântico Norte/ Nordeste	Atlântico Sudeste	Rio Amazonas	Rio Paraná	Rio São Francisco	Rio Tocantins	Rio Uruguai
Remanescente	767,40	525,00	941,06	17.584,46	2.968,96	694,00	1.779,60	11,70
Individualizado	655,10	181,70	1.090,00	15.391,33	2.143,14	866,98	128,00	404,00
Total Estimado	1.422,50	706,70	2.031,06	32.975,79	5.112,10	1.560,98	1.907,60	415,70
Inventario	5.795,78	854,76	1.836,51	38.361,54	9.250,69	3.896,41	7.889,16	4.053,80
Viabilidade	664,90	466,00	2.218,00	774,00	1.834,03	6.140,00	3.738,00	292,00
Projeto Básico	821,97	49,69	325,04	949,18	2.241,34	233,73	120,19	450,62
Construção	70,60	224,75	70,08	12.835,30	526,24	59,40	11,00	151,95
Operação	5.393,94	587,25	3.724,28	10.742,21	43.370,78	10.723,99	13.228,60	6.354,34
<b>Total geral</b>	<b>14.169,69</b>	<b>2.889,15</b>	<b>10.204,97</b>	<b>96.638,02</b>	<b>62.335,68</b>	<b>22.614,51</b>	<b>26.894,55</b>	<b>11.718,41</b>

Fonte: Eletrobrás (2015)

Na realidade brasileira, segundo a EPE (2017), os serviços de energia elétrica, no planejamento urbano das principais cidades brasileiras, tiveram início no fim do século XIX, com iluminação de trechos de ferrovias, iluminação de locais públicos, além do início da utilização de pequenas usinas geradoras de eletricidade (termoelétricas e hidroelétricas). No início do século XX, no Brasil, algumas empresas até prospectaram explorar o mercado de fornecimento de energia elétrica, porém o setor carecia de regulamentação, que veio a se estabelecer posteriormente.

Na figura 2 a seguir é apresentado o sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica em 2015.

Figura 2 - Mapa do sistema brasileiro de transmissão de energia elétrica



Fonte: ANEEL (2017)

De acordo com a agência reguladora de energia elétrica no Brasil (ANEEL, 2017), o primeiro projeto de lei que versou sobre a questão da energia elétrica, no Brasil, foi debatido em meados de 1906, porém a matéria só seria avaliada depois da Primeira Guerra Mundial com a legislação, sobre as quedas d'água, datada de 1919.

Segundo o Ministério de Minas e Energia do Brasil (BRASIL, 2007), apesar da pouca utilização dos sistemas de energia alternativos, no Brasil, existem várias opções disponíveis, atualmente, de energia primária com grande potencial de geração sustentável e periodicidades cíclicas (fontes eólicas, fontes hídricas). Inclusive, a utilização de sistemas biodigestores que produzem Biogás (utilizado para geração de eletricidade através de geradores), tem demonstrado potencial e utilização ascendente em regiões específicas, exemplo da região Sul do Brasil, onde há considerável número de propriedades agrícolas, que veem, no Biogás, oportunidade de aproveitamento de materiais que, em outros tempos, seriam

descartados, podendo causar desequilíbrios na natureza. Agora se vê, nesses materiais, opção na geração de eletricidade resultando, inclusive, retornos financeiros positivos.

A energia solar é comumente explorada em muitas partes da Austrália, Grécia e Oriente médio. A obtenção de eletricidade por meio de energia eólica é bastante utilizada na Califórnia (EUA) e na Escandinávia. Portugal, ao longo dos anos, vem aumentando a utilização do Biogás na geração de energia elétrica. Quando se fala sobre energia renovável somente 18,3% da população mundial tiveram acesso a este recurso, no ano de 2014, de acordo com dados do Banco Mundial.

Há diversos estudos e pesquisas que abordam a questão da energia e da eletricidade sob uma diversidade de enfoques.

Alege, Adediran e Ogundipe (2015) pesquisaram, utilizando do teste de causalidade de Granger, o direcionamento que assume as relações causais observadas entre as variáveis de emissão de poluentes, de consumo de energia e de crescimento econômico na Nigéria no lapso temporal de 1970-2013. Neste estudo, assim como outros tantos, fica comprovado que combustíveis fósseis contribuem, significativamente, para o aumento dos níveis de poluentes atmosféricos quando comparados a outras fontes renováveis e menos poluidoras. Ainda, a causalidade de Granger, aponta relação unidirecional de causalidade do combustível fóssil para as emissões de CO<sub>2</sub> e o PIB.

Alkhathalan e Javid (2013) investigaram o crescimento econômico, consumo de energia e emissões de carbono no formato agregado e desagregado na Arábia Saudita. Diante das evidências apresentadas, concluiu-se que este país sofreria impactos, nos níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, se optasse por substituir sua base de fonte energética do petróleo para o gás natural e que a eletricidade é opção menos poluente quando comparada a outras fontes de energia.

Apergis et al (2015) realizaram pesquisas envolvendo alguns países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) aplicando duas técnicas diferentes e apontaram, como resultados, diferenças contextuais em virtude de especificidades nas variáveis nos diferentes países.

Arias e van Beers (2013) buscaram explorar os possíveis diferenciais de preço que podem advir de mudanças, nas tecnologias de fontes de energia, trabalhando com a dicotomia economia ambiental e políticas governamentais de incentivo, focando, especificamente, em fontes de energia renováveis, em energia eólica e em energia solar. Neste estudo, foi apontado que incentivos governamentais têm papel preponderante no incentivo de adoção de políticas energéticas com maior eficiência e menos poluidoras.

Atalla e Bean (2017) pesquisaram os fatores que apresentam papel relevante, na produtividade, em termos energéticos em 39 nações no lapso 1995-2009. A pesquisa apontou que nações, que apresentam similitudes em termos de características demográficas e econômicas, apresentam semelhanças em relação à produtividade e a taxação energética. Ainda, a análise Econométrica indicou evidências de que os altos níveis de renda, os preços da energia *per capita* e de energia estão vinculados a uma alta produtividade energética. Ficou evidente que maiores taxas energéticas podem estar associados à melhorias na produtividade de energia setorial.

Camio et al (2016) estudaram, em países componentes do G7 (Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e Estados Unidos) e BRICS (Brasil, Federação Russa, Índia, China e África do Sul), a estrutura de eficiência energética. O índice de eficiência energética do fator total foi calculado por esta ferramenta para os países, escopo do estudo. Os resultados apontam que, em termos de eficiência energética, nos BRICS, houve variação de 23,54% a 99,95%, sendo o Brasil o país com maior índice de eficiência energética de fator total e a análise com enfoque no grupo G7, todos os países componentes deste bloco apresentaram um índice de eficiência energética total acima de 95%.

Os efeitos do consumo de energia, na produtividade do trabalhador, foram pesquisados por Kumar et al (2014) na Albânia, Bulgária, Hungria e a Romênia, utilizando *Auto Regressive Distributed Lag*, cointegração e testes de causalidade e não causalidade, abordando variáveis tais como: produção, capital e consumo de energia. Os resultados prospectados, em longo prazo, indicaram correlação entre a produção do trabalhador e consumo de energia.

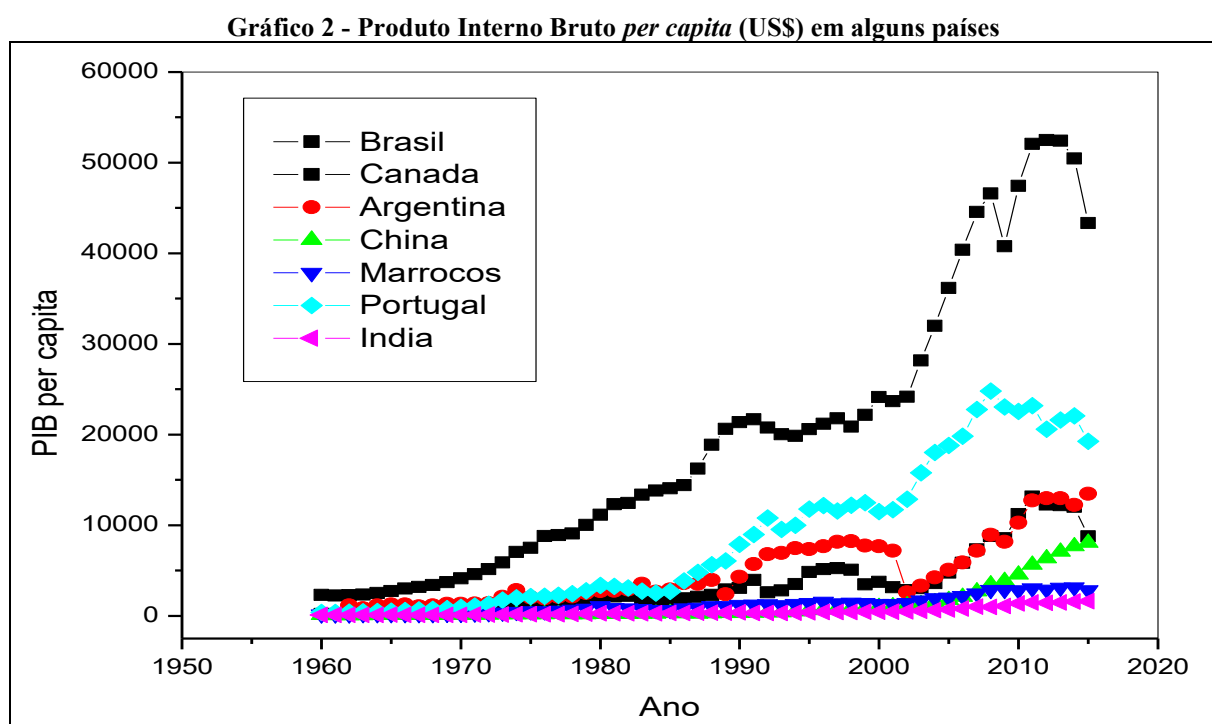
Villareal e Moreira (2016) exploraram o consumo de eletricidade em nível residencial, no Brasil, no lapso 1985-2013, através de regressão linear, envolvendo as variáveis: número de domicílios, consumo efetivo por família e a taxação da energia elétrica. Nesta pesquisa, constatou-se a existência de uma relação de longo prazo entre o consumo de eletricidade em residências e as variáveis envolvidas na problemática do estudo. Através dos resultados obtidos, neste estudo, é possível prospectar que, no Brasil, devem ser aplicadas políticas efetivas de gestão de consumo e demanda de eletricidade a curto e a longo prazo.

Note-se o aumento gradativo do consumo de eletricidade, a necessidade de política de gestão de consumo e, conseqüentemente, o efeito no Produto Interno Bruto - PIB, o que interessa a este estudo.



## 2.4 PRODUTO INTERNO BRUTO

Uma das formas que a Economia utiliza para expressar as riquezas que um país ou cidade produz é através do Produto Interno Bruto. O PIB é a representação de tudo que é produzido numa determinada localidade ao longo do tempo, sejam bens ou serviços. O gráfico 2 a seguir representa a variação do Produto Interno Bruto *per capita* em algumas nações, na Série Temporal 1960-2014:



Fonte: Banco Mundial (2017)

Kim (1984) já apontava interações entre a atividade econômica e o uso de energia e eletricidade aplicando estudos de cauda e correlação apontando, desde aquele contexto, a necessidade de muitos países em adotar alternativas como fonte energética ao petróleo apontando que a eletricidade se apresenta como fator impulsionador ao desenvolvimento econômico e a índices relacionados a este, tais como o PIB.

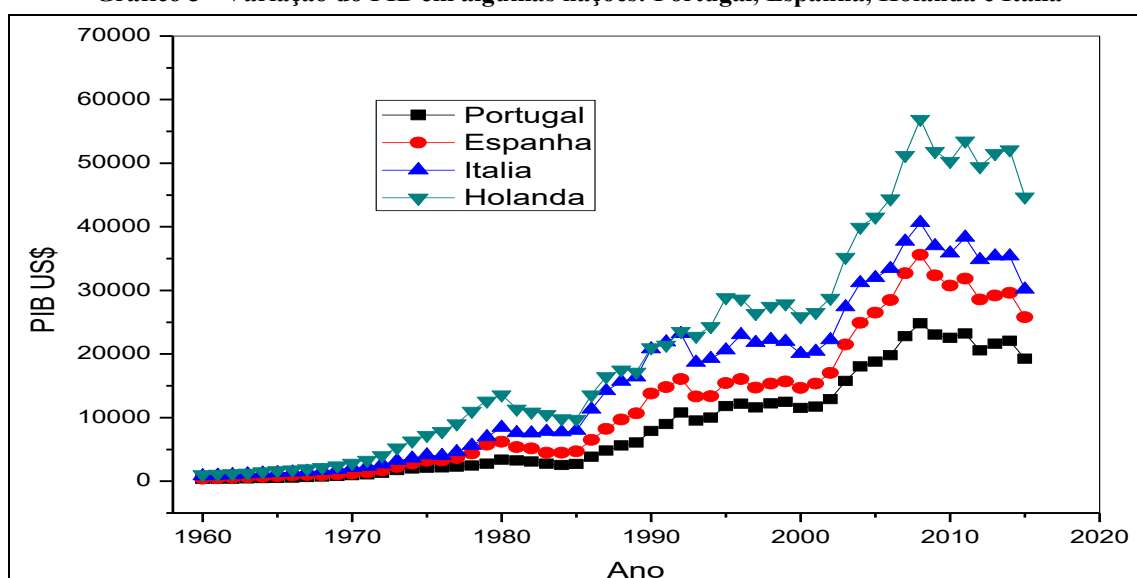
Dentre os elementos que podem influenciar o PIB de uma localidade, destacam-se: impostos, preços de bens e serviços, compras e vendas de insumos internamente e em contextos internacionais e altas e baixas de recursos investidos.

Produto Interno Bruto *per capita* é o Produto Interno Bruto dividido pela população de meados de ano. O Produto Interno Bruto é a soma do valor acrescentado bruto de todos os produtores residentes, na economia, mais quaisquer impostos sobre os produtos e menos

quaisquer subsídios não incluídos no valor dos produtos. É calculado sem fazer deduções para depreciação de ativos fabricados ou para esgotamento e degradação de recursos naturais. (BANCO MUNDIAL, 2017).

Vale ressaltar, por exemplo, concernente ao Produto Interno Bruto, o Gráfico 4, que apresenta a variação do PIB em alguns países do bloco geográfico e econômico denominado ‘zona do Euro’. O bloco enfrentou períodos de intensa turbulência econômico-financeira, os quais se tornaram mais evidentes no ano de 2009. No ápice da crise, países como Itália atingiram déficits percentuais em relação ao PIB de 11,5% e o índice de desemprego atingiu 21% na Espanha, conforme se pode verificar no Gráfico 3:

**Gráfico 3 - Variação do PIB em algumas nações: Portugal, Espanha, Holanda e Itália**



Fonte: Banco Mundial (2017)

O Produto Interno Bruto reflete, de modo geral, a produção de um determinado local compreendendo nação, Estado ou município. Conforme o Banco Mundial (2017):

Produto Interno Bruto (PIB) representa a soma do valor adicionado por todos os seus produtores. O valor adicionado é o valor da produção bruta dos produtores menos o valor dos bens e serviços intermediários consumidos na produção, antes da contabilização do consumo de capital fixo na produção.

Bekhet, Matar e Yasmin (2017) estudaram o crescimento econômico, em perspectiva com outras variáveis tais como emissão de CO<sub>2</sub> e consumo de energia através de modelos de equações simultâneas em países de Cooperação do Golfo (CGC). Por meio dos resultados obtidos, ficou comprovada a existência de relação de equilíbrio em longo prazo entre o CO<sub>2</sub>, o

PIB *per capita*, o consumo de energia e o desenvolvimento financeiro em todos os países do CCG, exceto nos Emirados Árabes Unidos. Também fica evidente, por meio do teste de causalidade de Granger, a relação causal unidirecional do CO<sub>2</sub> em relação ao consumo de energia na Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos e Qatar.

Belaid e Abderrahmani (2013) investigaram o crescimento econômico na Argélia, por meio do PIB, vinculado ao consumo de eletricidade e ao preço do petróleo, na análise de causalidade multivariada em presença de mudanças estruturais no lapso 1971-2010. Através desta investigação, concluiu-se que há evidências de forte relacionamento causal bi-direcional de longo prazo entre o consumo de eletricidade e o PIB na Argélia.

Borozan (2013) explorou, na Croácia, a relação entre o PIB e o consumo de energia no lapso temporal 1992-2010, baseado no teste de causalidade de Granger e na causalidade vetorial bivariada. Neste estudo, apontou-se a existência de causalidade unidirecional do consumo total de energia para o PIB.

Ouedraogo (2013) investigou a relação entre crescimento econômico e consumo de energia em algumas localidades da África Ocidental, em contexto de causalidade de Granger e cointegração de painel no lapso 1980-2008. Neste estudo, é demonstrado que o PIB e o consumo de energia, bem como o PIB e a eletricidade seguem trajetória similar em longo prazo. Além disso, foi apontada causalidade unidirecional em longo prazo e em curto prazo. A causalidade está passando do PIB para consumo de energia no curto prazo e do consumo de energia ao PIB no longo prazo.

Abanda et al (2012) buscaram vincular o PIB ao consumo e demanda de energia renovável na África, no período compreendido entre 1980 e 2008, aplicando metodologias estatísticas para examinar a correlação entre a produção de energia renovável e a econômica, também fazendo paralelos entre diferentes regiões do continente africano (norte, sul, oeste, leste). De modo geral, são encontrados resultados que se assemelham nos níveis de média, mediana e desvio padrão em diversas localidades desta nação.

O Banco Mundial esclarece que mercados ou economias emergentes são as denominações dadas a nações que, a partir da década de 80, indicaram indícios de crescimento econômico, industrialização e modernização. O Banco Mundial, ainda, aponta que esta Instituição não possui uma listagem classificando as economias em mercados emergentes ou economias avançadas. A base de dados de mercados emergentes, utilizada pelo Banco Mundial, foi desenvolvida pela *International Finance Corporation* (IFC):

O Produto Interno Bruto pode ser expresso em resultado anual, semestral ou mensal. Os valores do PIB, normalmente, são expressos em dólares (US\$) e podem ser convertidos à

moeda nacional, aplicando-se taxas cambiais oficiais relativas àquele ano. Diversos fatores podem influenciar a variação nos valores do PIB.

O Banco Mundial esclarece que, em relação ao PIB, alguns países, onde a taxa cambial não reflita o valor aplicado em transações, poderá ser utilizado um fator de conversão alternativo. O sistema de contas, utilizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), exige que o valor acrescentado seja avaliado a preços de base (excluindo impostos líquidos sobre produtos) ou a preços no produtor (incluindo impostos líquidos sobre os produtos pagos pelos produtores, excluindo as vendas ou os impostos sobre o valor acrescentado). Ambas as avaliações excluem os encargos de transporte faturados, separadamente, pelos produtores. O PIB total é medido em preços de aquisição; o valor acrescentado da Indústria é, normalmente, medido em preços de base. A tabela 3 seguinte apresenta a evolução do PIB *per capita* mundial e de algumas nações que compreende um lapso de 54 anos:

**Tabela 3 - Variação do PIB *per capita*, em dólares, em algumas nações e no mundo**

<b>Ano</b>	<b>Mundo</b>	<b>Austrália</b>	<b>Brasil</b>	<b>Uruguai</b>	<b>EUA</b>	<b>África do Sul</b>
<b>1960</b>	450,52	1806,80	209,19	489,35	3007,12	423,25
<b>1965</b>	590,26	2276,57	259,00	701,70	3827,52	555,28
<b>1970</b>	801,92	3297,78	440,99	760,58	5246,88	795,78
<b>1975</b>	1447,91	6987,82	1140,90	1250,20	7820,06	1437,72
<b>1980</b>	2513,48	10186,13	1923,28	3485,53	12597,67	2770,11
<b>1985</b>	2616,04	11434,35	1629,26	1571,10	18269,42	2033,32
<b>1990</b>	4266,57	18221,69	3071,62	2989,99	23954,48	3044,42
<b>1995</b>	5404,27	20360,18	4827,15	5984,13	28782,18	3752,64
<b>2000</b>	5485,13	21665,12	3728,50	6871,90	36449,86	3037,22
<b>2005</b>	7275,39	33982,95	4730,65	5220,95	44307,92	5414,63
<b>2010</b>	9510,79	51845,65	11121,42	11938,28	48374,09	7362,76
<b>2014</b>	10833,41	62004,79	11917,79	16737,97	54539,67	6488,01

**Fonte: Banco Mundial (2017)**

Até o presente momento, foram apresentados conceitos relativos à Teoria dos Eventos Extremos, Séries temporais, energia elétrica e ao Produto Interno Bruto em diversos aspectos. Para o avanço necessário, neste estudo, é imperativo que sejam demonstrados estudos que busquem estabelecer relação que o PIB tem com o consumo de eletricidade e a emissão de CO<sub>2</sub> concernente às regiões. É mister que se aborde, também, o CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), o impacto no meio ambiente e a importância e influência do PIB.

## 2.5 O DIÓXIDO DE CARBONO E O MEIO AMBIENTE

A ONU e autores como Fodha e Zaghdoud (2010), indicam que o CO<sub>2</sub> é um dos protagonistas, em se referindo a poluentes atmosféricos que agravam a questão do aquecimento global. Inclusive na atualidade, o CO<sub>2</sub>, enquanto poluente atmosférico e protagonista no aquecimento global, esteve em foco, vez que os EUA declinaram do acordo climático de Paris, que apresenta, dentre outros objetivos em longo prazo, a redução dos níveis de emissão de Dióxido de Carbono. Buscar opções em níveis de produção de energia limpa e renovável, aumentar o acesso ao essencial, à sobrevivência, reduzindo a pobreza e apacando os impactos ambientais, advindos da produção de energia, independentemente, da fonte desta energia, são temas que devem estar sob enfoque de pesquisas acadêmicas e estudos, visto que as questões explicitadas, anteriormente, deveriam ser objeto e alvo das nações mundiais.

Em face do supracitado, não se pode ignorar alguns estudos e pesquisas que enfocam as emissões de Dióxido de Carbono, o crescimento econômico e o consumo e produção de energia sob diversos aspectos, além de serem aplicadas técnicas estatístico-matemáticas que visam clarificar de que modo estas variáveis interagem.

Abbasi e Rlaz (2016) estudaram, por meio da técnica modelo de regressão *Autoregressive-Distributed Lag* (ARDL), a relação entre as emissões de Dióxido de Carbono e alguns índices financeiros no Paquistão (país de economia emergente). Estes autores apontaram a necessidade de redução dos níveis de emissão de CO<sub>2</sub>.

Adeuwyl e Awodumi (2017) fizeram apontamentos sobre a utilização de energia de biomassa, crescimento econômico-financeiro e os níveis de emissão de CO<sub>2</sub> em países do Oeste do continente Africano e, para tanto, foi aplicada a técnica de modelagem matemática denominada Equações Simultâneas. Os resultados mostraram que cinco nações (Nigéria, Burkina Faso, Gâmbia, Mali e Togo) apresentaram significativa conexão entre PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e utilização de biomassa, sendo que, para o restante das nações, sob escopo, foi apontada conexão parcial entre as variáveis. Propuseram, neste estudo, alternativas produtoras de energias que não estivessem vinculadas às altas taxas de emissão de CO<sub>2</sub>, além da diversificação nas fontes de energia renovável nessas localidades.

Ahmad e Du (2017) investigaram os efeitos da produção de energia e dos índices de emissão de CO<sub>2</sub> sobre o crescimento econômico aplicando a abordagem ARDL no Irã. O lapso temporal do estudo foi de 1971 a 2011 e foram incluídas algumas variáveis adicionais, no estudo, tais como investimentos, inflação e população. Foram realizadas algumas

considerações de importância nesta investigação, tais como: não encontraram uma relação causal clara entre as variáveis estudadas, em longo prazo, e que as emissões de CO<sub>2</sub> e o consumo de energia afetam positivamente o crescimento econômico.

Ahmad et al (2017) verificaram os níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, na Croácia, através da ARDL e da curva ambiental de Kuznets. Esta última técnica objetiva, de modo geral, estudar a relação entre os impactos ambientais e a renda *per capita* em economias avançadas, em intermediárias e em desenvolvimento.

Alege, Adediran e Ogundipe (2015) concentraram estudos na emissão de poluentes, no consumo de energia e no crescimento econômico, na Nigéria, por meio da causalidade de Granger em 1970-2013. O teste apontou nexos causais unidirecionais dos combustíveis fósseis para os índices de emissão de CO<sub>2</sub> e do PIB *per capita*.

Bastola e Sapkota (2015) trataram da conexão existente entre emissões de poluentes, consumo de energia e o crescimento econômico, no Nepal, utilizando ARDL e causalidade de Granger que mostraram relação de causalidade em longo prazo entre as variáveis. O estudo apontou, ainda, que energias alternativas são opções para desvincular o crescimento econômico do aumento nos níveis de poluição.

Bekhet e Othman (2017) abordaram o impacto do crescimento da urbanização, consumo de energia, PIB, investimento e desenvolvimento financeiro em relação aos níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, na Malásia, de 1971 a 2015, através do teste de causalidade de Granger. As evidências obtidas, por meio do estudo, acusaram a necessidade de investimento em tecnologias que deem suporte a fontes de energia limpa visando ao desenvolvimento urbano sustentável.

Bildirici e Gökmenoğ Lu (2017) investigaram a poluição ambiental, o consumo de eletricidade e o crescimento econômico entre países do G7, no lapso 1961-2013, utilizando *Switching-Vector Markov Autoregressive* e a causalidade de Granger. Neste estudo, foram pontuados que, para a causalidade de Granger, as emissões de Dióxido de Carbono e o crescimento econômico não apresentam relação bidirecional. Ainda segundo estes testes, o consumo de eletricidade apresenta nexos de relação causal para o crescimento econômico.

Bouznit e Pablo-Romero (2016) exploraram a relação entre emissões de CO<sub>2</sub> e o crescimento econômico, na Argélia, em 1970-2010, utilizando o modelo Lag Distribuído Autorregressivo estendido. Em termos gerais, o estudo mostrou que as elevações nos níveis de consumo de energia indicaram, também, aumento nos índices de emissão de CO<sub>2</sub> e do consumo de eletricidade e que investimentos, internos e externos, podem incentivar à adoção de fontes de energia limpa e renovável.

Esso e Keho (2016) verificaram a relação entre o consumo de energia, emissões de carbono e crescimento econômico em 12 países da África Subsaariana, em 1971 a 2010, utilizando o teste de causalidade de Granger. A constatação, em longo prazo, é que o consumo de energia e o crescimento econômico estão vinculados com o aumento nos índices de poluentes atmosféricos na maioria dos países. Ainda, o estudo apontou que há evidências da vinculação do crescimento econômico com o aumento de emissão de poluentes na República Democrática do Congo, em Gana, na Nigéria e no Senegal.

Gallego-Álvarez, Segura e Martínez-Ferrero (2015) estudaram os impactos da redução dos níveis de emissão de carbono sobre o desempenho econômico e operacional de 89 empresas internacionais em 2006-2009. O estudo mostrou que reduções, nos níveis de emissão de carbono, têm um impacto positivo sobre o desempenho financeiro e empresarial, os quais aplicam políticas visando à redução de emissão de poluentes, com impacto positivo na área econômica e, praticamente, não percebem alterações nos níveis de desempenho operacional.

Hussain, Javaid e Drake (2012) aplicaram técnicas da Econometria para investigar as emissões de CO<sub>2</sub>, o consumo de energia *per capita* e o crescimento econômico, no Paquistão, utilizando a análise da curva ambiental de Kuznets empregando diferentes ferramentas como cointegração de Johansen (VECM) e testes de causalidade de Granger. O estudo conclui que existe causalidade, na relação de longo prazo, entre estas variáveis, causalidade bidirecional entre emissão de CO<sub>2</sub> e consumo de energia *per capita* e que aumentos, nos valores absolutos de PIB, implicarão em aumentos nos níveis de emissão de CO<sub>2</sub> *per capita*.

Kiviyiro e Arminen (2014) aplicaram uma análise de Causalidade em seis países da África subsaariana (República do Congo, República Democrática do Congo, Quênia, África do Sul, Zâmbia e Zimbábue) para investigar o nexos de causalidade entre as emissões de CO<sub>2</sub>, o consumo de energia, crescimento econômico e o investimento estrangeiro. Este estudo evidenciou que, em alguns países, os níveis de emissão de CO<sub>2</sub> apresentam conexão com o desenvolvimento econômico-financeiro. Ainda foi apresentada causalidade unidirecional na interação entre estas variáveis.

Magazzino (2016) tendo como nação foco a Turquia, pesquisou a interação entre PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e o uso de energia no lapso 1992-2013. Concluiu-se, a partir dos dados e observações empíricos, que as variáveis estudadas apresentam grau de integração unitário e de correlação de longo prazo.

Moutinho, Varum e Madaleno (2017) aplicaram o teste da curva ambiental de Kuznets para estudar como o crescimento financeiro afeta os níveis de emissão de poluentes

em 13 setores específicos de atividade econômica em Portugal e na Espanha em 1975-2012. Os resultados apontaram relação causal entre crescimento econômico e emissões nestes setores estudados.

Shahbaz et al (2016) aplicaram análise estatística em 11 países para análise de causalidade entre as variáveis: emissões de CO<sub>2</sub>, consumo de energia e crescimento econômico no lapso 1972-2013. O estudo indicou que alterações, nas políticas de fontes energéticas, econômicas e ambientais, podem causar alterações no nexo causal existente entre essas variáveis.

Zhao et al (2017) estudaram a dissociação do nexo entre crescimento econômico e níveis de emissão de CO<sub>2</sub> na China. Utilizando o lapso 1992-2012, é apontado que, neste período, houve, em geral, fraca desconexão entre essas variáveis.

Como se pode observar, foram apontados diversos modelos que podem ser aplicados para esclarecer as conexões entre os níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, PIB e o consumo de energia. Ponto de destaque é que muitas perspectivas positivas se apresentam diante dos resultados obtidos nessas pesquisas, visto que, o desvincular dos níveis de emissão de CO<sub>2</sub> e o PIB/consumo de energia, são metas perseguidas pela Humanidade, na atualidade, com vistas ao desenvolvimento social, econômico e tecnológico sustentável, em nível global.

## 2.6 A ELETRICIDADE, O PRODUTO INTERNO BRUTO E AS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>

Na atualidade, há diversos estudos que buscam estabelecer e clarificar o possível nexo existente entre o consumo de energia elétrica, o Produto Interno Bruto (PIB) e as emissões de CO<sub>2</sub>. Estudos, como o realizado por Abanda et al (2012), estabelecem a ligação entre a produção de energia renovável e o Produto Interno Bruto na África. Autores, tais quais Eggoh, Bangake e Rault (2011), apontam evidências para o crescimento econômico e consumo de energia em países africanos. Há também pesquisas que estabelecem conexão entre o consumo de energia elétrica e o crescimento em países emergentes, como as de Acaravci e Ozturk (2010), Ahamad e Islam (2011) e Apergis e Payne (2010) - e em países latino-americanos como a de Yoo e Kwak (2010). Ainda, Fallahi (2011) objetivou clarificar a relação causal entre o consumo de energia e o PIB utilizando comutação de Markov.

Akkemik, Göksal (2012) e Narayan, Narayan e Popp (2010b), acusaram a existência de uma relação entre o consumo de energia e o PIB. Os autores Balcilar, Ozdemir e



Arslanturk (2010) investigaram o vínculo entre o crescimento econômico e o nexos de causalidade de consumo de energia.

Abbasi e Riaz (2016) investigaram a relação entre emissões de CO<sub>2</sub> e desenvolvimento financeiro em uma economia emergente no lapso 1971-2011. Os pesquisadores aplicaram a abordagem *Auto Regressive Distributed Lag* para investigar a relação de longo prazo entre emissões de carbono e um conjunto de variáveis que expressam condições econômicas e financeiras, além de um Modelo de Correção de Erros (ECM) para constatação da dinâmica de curto prazo entre essas variáveis. Utilizaram a causalidade de Granger em uma estrutura variável aumentada para verificar a direção de causalidade, além da decomposição de variância, com base em um Modelo de Correção de Erro de Vetor Estimado, para determinar as contribuições relativas das variáveis econômicas e financeiras para a evolução de Emissões de carbono *per capita*. Este estudo reforça a importância do desenvolvimento econômico respaldado em políticas que visem à diminuição nos níveis de emissão de carbono.

Há também diligência que indica a relação estabelecida entre o consumo de energia elétrica e o crescimento econômico em países desenvolvidos. Fuinhas e Marques (2012) abordaram a relação do consumo de energia e crescimento econômico em Portugal, Itália, Grécia, Espanha e Turquia. O consumo de eletricidade e a conexão com o crescimento econômico foram investigados, em Portugal, por Shahbaz, Tang, Shabbir (2011), utilizando abordagens de cointegração e causalidade. Na China, o consumo de energia e o crescimento econômico foram investigados a partir de uma perspectiva de Teste de Causalidade Multivariado por Wang et al (2011). O autor Zhang (2011) buscou interpretar o elo entre consumo de energia e crescimento econômico na Federação Russa.

Ayres e Voudoris (2014) buscaram abordar a questão do crescimento, nos aspectos econômicos sob as perspectivas do capital, mão-de-obra e energia útil, utilizando técnicas estatísticas semi-paramétricas flexíveis com vistas à montagem de modelos macroeconômicos nos EUA, Reino Unido e Japão desde 1900. Os resultados evidenciaram relações não lineares entre capital, mão de obra e energia útil com crescimento econômico e indicaram que as elasticidades de produção do capital, do trabalho e da energia útil são, extremamente, variáveis ao longo do tempo. De acordo com a pesquisa em foco, esses resultados confirmam a intuição econômica de que o crescimento, desde a Revolução Industrial, foi impulsionado, principalmente, pela queda dos custos de energia, vinculado a fontes de energia advindas do petróleo.

Existem, ainda, análises que relacionam o consumo de eletricidade e o crescimento econômico na Malásia (CHANDRAN; SHARMA; MADHAVAN, 2010) e na Polônia (GURGUL; LACH, 2012). Nas ilhas Fiji, foi investigada vinculação entre o consumo de eletricidade e o PIB (NARAYAN; SINGH, 2007). Por fim, Narayan, Narayan e Popp (2010a) fizeram apontamentos sobre as elasticidades, a longo prazo, estabelecidas entre o consumo de energia e o PIB.

Muito se tem discutido, no meio científico, acerca dos fatores que influenciam o PIB e, conseqüentemente, o crescimento econômico de nações. Cottrell (2009) estabelece correlação direta entre o consumo de energia, em instituições em geral, e outros fatores, inclusive crescimento econômico. Já estudos, como o de Fix (2017), buscam o nexos entre o consumo de energia, desenvolvimento tecnológico, interações sociais e o crescimento das Instituições, inclusive, propondo que a utilização de novas e modernas tecnologias exigiriam um maior aporte energético e, com isso, maior necessidade de hierarquização influenciando as relações sociais. Vale lembrar que a relação entre energia e crescimento econômico é discutida sob a perspectiva de atendimento às Leis da Termodinâmica, a qual elucida que sistemas complexos devem ser suportados por uma fonte de energia. Sob esta perspectiva, países e instituições, em geral, podem ser considerados sistemas complexos, pois se depreende que o consumo de energia deve ter um papel relevante no desenvolvimento das instituições e, conseqüentemente, das nações. Depreende-se, ainda, que fontes confiáveis e contínuas de suprimento energético é uma necessidade premente de qualquer organização ou país que persiga desenvolvimento.

A seguir, vale destacar algumas crises econômico-financeiras, dentre as principais, que atingiram o mundo no século XX e XXI. Ressaltem-se, também, algumas vertentes que enfocam os períodos de crise do comportamento do PIB e da energia elétrica sob a influência desses períodos de desequilíbrio.

## 2.7 CRISES ECONÔMICAS E SUA INFLUÊNCIA NO PIB, NO CONSUMO DE ELETRICIDADE E EM EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>

O mundo já presenciou diversas nações enfrentarem crises econômico-financeiras. As causas dessas crises são as mais variadas e se diferenciam, conforme as particularidades de cada país, segundo Epstein (2005). De acordo com Hobsbawm (1995), nações consideradas expoentes em termos financeiros, denominadas economias avançadas, pelo grau de segurança e retorno de investimentos que possuem, viram suas finanças apontarem descendentes, diante

de crises financeiras, o que demonstra a importância da análise e estudos com foco nos países afetados por instabilidades.

Para Brener (1996), as crises econômicas podem ser compreendidas como desequilíbrios temporários que acometem, significativamente, uma nação e, inclusive, podem afetar a estabilidade financeira de países vizinhos, além de influenciarem parceiros comerciais, negócios, emprego e desemprego, inflação e outros.

Nos anos que seguiram a primeira guerra mundial (1919 em diante), os EUA viveram um período de muita prosperidade e crescimento. Neste período, surgiu a expressão “*american way life*” (modo de vida norte-americano) que se reporta ao estilo de vida dos cidadãos americanos com muitas benesses, conforme Brener (1996). A crise de 1929 ou também conhecida como “a grande Depressão de 1929”, foi um período de grande depressão econômica que ocorreu nos EUA, pela diminuição dos preços do consumo, produção agrícola excessiva, dentre outros, explica Hobsbawm (1995). Brener (1996) acrescenta que essa crise apresentou consequências nefastas para a economia de muitas nações tais como: altas taxas de desemprego e quedas significativas no PIB, sendo considerada a maior crise financeira do século XX e somente demonstrou sinais de que estava sendo superada, contiguamente, no início da Segunda Grande Guerra, em 1939. Esta crise teve impacto significativo, principalmente, no mercado financeiro, vez que 16 milhões de ações foram repassadas às pressas de forma a não potencializar ainda mais os prejuízos, levando a bolsa de Nova York a uma queda histórica. Dobb (1987) afirma que a falta de emprego e a fome (contrastando com a superprodução avizinhada em tempos anteriores) foram os efeitos de maior relevância nesta crise. Após esse período, de acordo com Shaik (1999) houve mudança em algumas legislações visando sanar essa situação e impedir que outras situações semelhantes se repetissem.

Porém, segundo Hobsbawm (1995), o que a História mostrou, ao longo das décadas que se seguiram à crise 29, é que outros fatores podem ser desencadeadores de crises econômicas tais como: guerras, disputas comerciais, gastos públicos exacerbados, dependência do petróleo como fonte de energia dentre outros.

Vale, ainda, destacar um breve relato das crises que tiveram papel preponderante no decorrer da História a partir de 1970.

Hobsbawm (1995) explica que, na década de 70, ocorreram três crises de maior relevância no contexto mundial. Frank (1980) afirma que, em 1971, devido a gastos excessivos em políticas bélicas, os EUA tiveram queda nas reservas de ouro e desvalorização da moeda norte-americana. Com o intuito de conter a crise que se apresentava, o presidente

norte-americano, Richard Nixon, adotou algumas medidas, tais como suspender a conversão da moeda com ouro e desvalorizar o dólar em cerca de dez por cento.

Conforme Frank (1981), o petróleo foi um dos fatores responsáveis pela crise de 1973, por meio de países que compunham a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo). A guerra, entre países árabes e israelenses, acarretou o aumento significativo no preço do petróleo, levando países ocidentais, fortemente industrializados, a enfrentarem um período de crise. A partir desta crise, especialmente, os países ocidentais buscaram diversificar sua economia e as fontes de energia, com a criação da Agência Internacional de Energia, que objetiva, de modo geral, o desenvolvimento em termos de acesso e suprimento energético.

Hobsbawm (1995) afirma que, em 1979, novamente, conflitos no Oriente (República Islâmica do Irã é criada) e o fato desta região ser expoente, no quesito exportação de petróleo, resultaram em uma crise mundial. Não obstante, de acordo com Dobb (1987), a crise de 1973 tenha sido um alerta aos países ocidentais a questionar sua dependência do petróleo, a queda na oferta deste *commoditie* resultou na elevação, novamente, dos preços de forma significativa. Remmer (1991) acrescenta que as nações, em geral, sentiram o impacto desta crise, porém os países em desenvolvimento foram mais afetados, vez que tinham que arcar com os altos preços cobrados pelo petróleo, aumento da inflação que se seguiram e, ainda, o ônus da dívida externa.

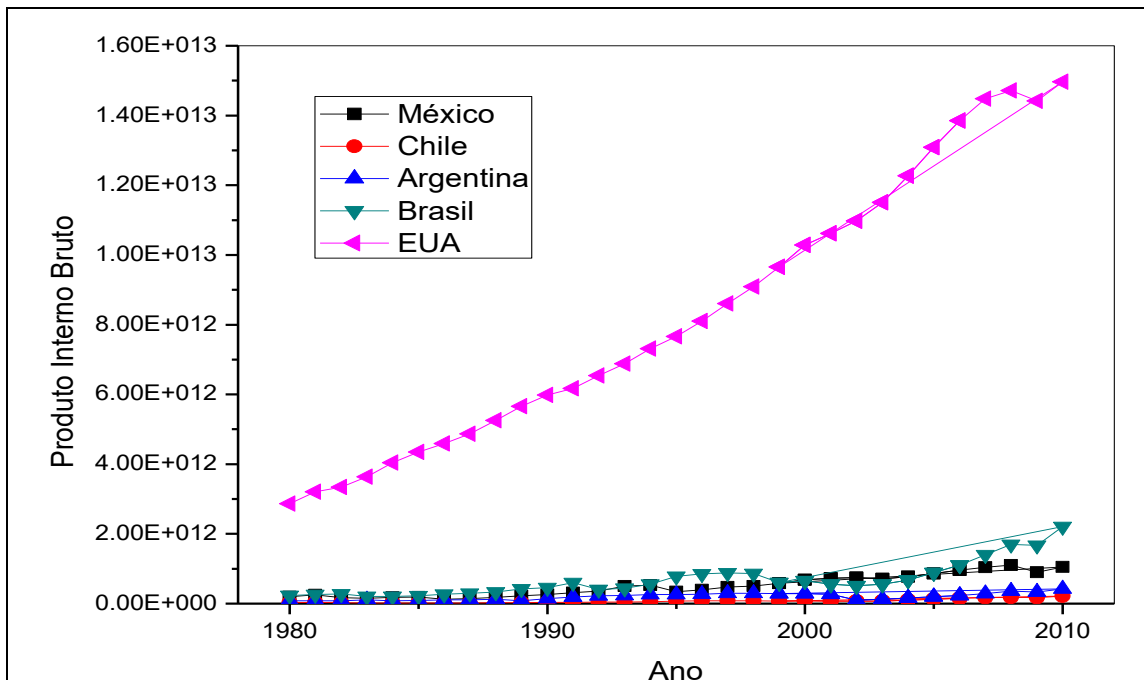
Sob a perspectiva de países que apresentam sua economia em desenvolvimento, Cantore, Cali e Te Velde (2016) buscaram abordar como a eficiência, em termos energéticos e tecnológicos, afeta o desenvolvimento dessas localidades em nível micro e macro. Para tanto, nessa pesquisa, é utilizada uma amostra considerável de empresas em 29 países em desenvolvimento para verificar se os níveis, mais baixos de intensidade energética, estão associados à maior produtividade para a maioria desses países.

A década de 80 foi marcada por duas crises financeiras de maior significância. Em 1980, novamente, um conflito, entre Iraque e Irã, causa uma alta bastante expressiva no preço do barril do petróleo (US\$ 40 o barril, índice nunca alcançado em nenhuma das crises de 70). Essa nova alta nos preços fez com que países do Ocidente buscassem fontes de petróleo para exploração própria, conforme Hobsbawm (1995).

Em 1987, deflagrou-se uma crise nas bolsas de valores americanas que acabou se expandindo para outras regiões como Europa e Ásia (HOBSBAWM, 1995). Tal evento afetou significativamente, economias em desenvolvimento, como o Brasil, que não conseguiram pagar a dívida externa.

Seguindo cronologicamente, Gil-Diaz (1998) afirma que a crise mexicana foi a primeira, dentre as quatro crises que ocorreram na década de 1990. Em 1994, o México adotava um sistema controlado de desvalorização da moeda nacional permitindo pequenas flutuações, sistema conhecido à época como *crawling peg*. Porém, ocorreu uma desvalorização acentuada do Peso que, somada com a ascendente inflação mexicana, culminou na crise que se alastrou a outras nações por meio de títulos da dívida, consequência denominada “efeito Tequila”, conforme Calomiris (1999). O gráfico seguinte, representa a variação no Produto Interno Bruto em algumas nações no decorrer do tempo. Destaquem-se as oscilações com maior discrepância, coincidindo com períodos pré e pós-crise, conforme consta no Gráfico 4:

**Gráfico 4 - Variação do PIB (em US\$) em alguns países**



Fonte: Banco Mundial (2017)

Em 1997, para Walter (2008), aquela que ficou conhecida como “a crise dos gigantes asiáticos” foi iniciada com desvalorizações sucessivas de suas moedas, iniciando pela Tailândia e estendendo-se para Coréia, Malásia e outros. Os efeitos desta crise se alastraram e afetaram muitos países (Austrália, México, Inglaterra, Japão, Brasil) incluindo falência de alguns bancos e empresas endividadas. Fidrmuc e Korhonen (2010) complementam que, dentre as possíveis causas desta crise, destacam-se: o plano, utilizado pelos assim denominados ‘Tigres Asiáticos’, de vincular-se à moeda norte-americana, endividamento

externo e troca de favores entre governo e iniciativa privada. Esta crise foi contida somente após intervenções do Fundo Monetário Internacional (FMI).

De acordo com Tong e Wei (2011), em 1998, a Federação Russa, já havia sofrido impactos das crises de 1994 e 1997 e tendo como causas principais questões monetárias e desvalorização de moeda. A bolsa de valores russa apresentou déficits assim como outras pelo mundo. Só em 1999 houve uma estabilização desta situação e sinais de melhoria da economia russa e nas nações em geral.

Perobelli e Oliveira (2013) analisaram o potencial de desenvolvimento energético, no Brasil, sob a perspectiva de um indicador desenvolvido que aplica dados de infraestrutura, demanda e oferta de energia, no lapso 1990-2011, classificando os Estados brasileiros em três categorias diferentes, de acordo com o peso que estes apresentem em relação aos fatores utilizados na composição do índice.

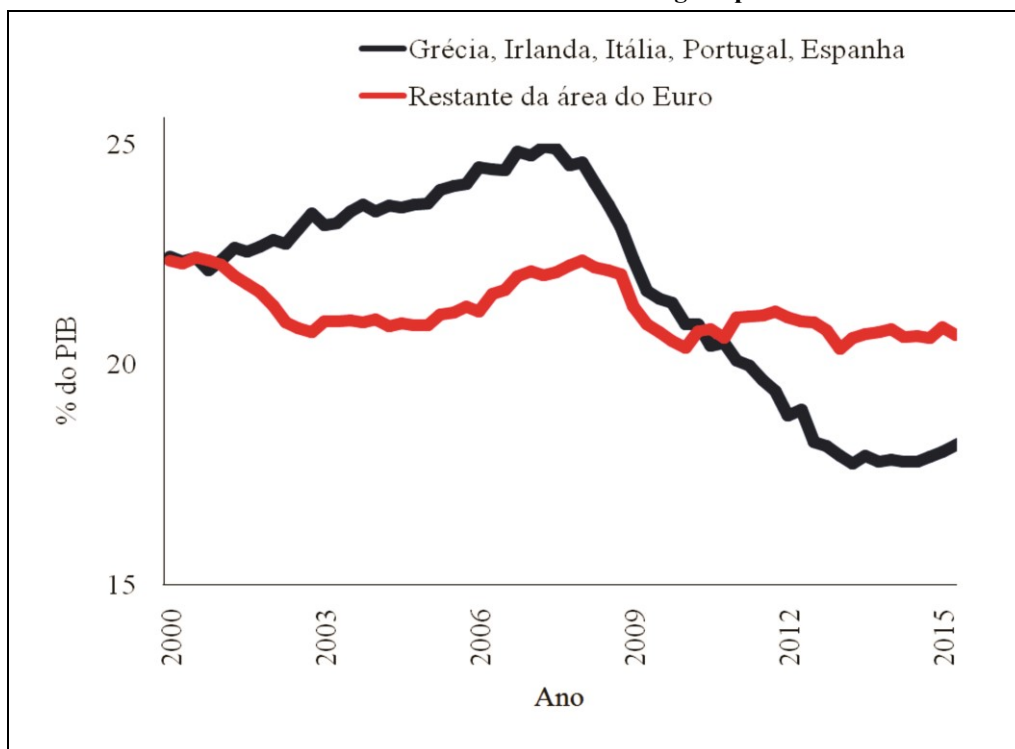
Segundo Campello, Graham e Harvey (2010) em 2008, os EUA protagonizariam a maior crise econômica desde a crise de 1929. Pontos de destaque nesta crise foram o, assim denominado ‘estouro da bolha imobiliária’ (relaxamento na avaliação para concessão de hipotecas, gerando altas na inadimplência) e a massiva declaração de insolvência, por parte de instituições financeiras. Entre as causas para ocorrência desta crise figura a negligência nas avaliações de risco em investimentos financeiros.

Para Gawande, Hoekman e Cui (2015), esta crise perpassou alguns governos norte-americanos (George W. Bush e Barack Obama), que investiram injetando massivas quantidades de dinheiro em programas de resgate econômico.

Constantin e Lupsa-Tataru (2009) complementam que a União Europeia, um aglomerado social, político e econômico, que responde por parcela significativa do PIB mundial, sofreu, em 2009, crise monetária motivada, inicialmente, por déficits acentuados e sucessivos da Grécia, o que gerou desconfiança sobre a capacidade de muitos países, membros do bloco, afetando significativa e diretamente países como Portugal, Espanha, Irlanda e Itália, o que provocou expressiva queda na valorização do Euro, frente a outras moedas.

O gráfico 5 seguinte demonstra a variação, na taxa de investimentos, em países europeus. Deve-se atentar para a queda brusca em 2008 e anos seguintes, em tese, consequência da crise iniciada neste período:

Gráfico 5 - Taxa de investimento em alguns países



Fonte: Adaptado de Banco Mundial (2017)

Descobriu-se, no decorrer da crise, que a Grécia possuía economia muito aquém do que aquela apresentada nos relatórios utilizados para ingresso na União Européia. Além disso, a Grécia foi acumulando muitas dívidas em bancos europeus, sem a devida solvência para tanto. Conforme dados do Banco Mundial, no ápice da crise, países como Itália acumulavam déficits percentuais em relação ao PIB de 11,5% na Espanha e 8,5% em Portugal. Os índices percentuais de desemprego atingiram patamares de 18% na Grécia, 15% na Irlanda e na Espanha chegou a 21%.

Em relação à Grécia, Polemis e Dagoumas (2013) buscaram estudar a relação entre consumo de eletricidade e crescimento econômico através de técnicas de cointegração e modelo de correção de erros vetoriais para verificar as dinâmicas de curto e longo prazo sobre a amostra que compreende o período 1970-2011. Os resultados evidenciaram que a relação de causalidade, entre o consumo de eletricidade e o crescimento econômico na Grécia, é bidirecional e que, no curto prazo, as elasticidades relevantes estão abaixo da unidade.

Diante do exposto, até então, fica evidente que os períodos de crises econômico-financeiras apresentam indícios de influência em indicadores de uma nação, destaque-se o PIB e o consumo de eletricidade.

Até o presente momento, foram apresentados pontos de relevância para a pesquisa relativos aos tópicos teóricos: Teoria dos Eventos Extremos, Séries Temporais, eletricidade e

energia, Produto Interno Bruto, o Dióxido de carbono e o meio ambiente e as crises econômico-financeiras. Entretanto, a fim de complementar a proposta de pesquisa a seguir será apresentada a abordagem de materiais e métodos.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo define os procedimentos adotados para que o objetivo de identificar de que forma Eventos Extremos, em variáveis do contexto econômico e ambiental (Produto Interno Bruto *per capita*, consumo de eletricidade *per capita* e os níveis de emissão de Dióxido de Carbono *per capita*), podem sinalizar períodos de instabilidade econômica, de relevância mundial.

A pesquisa delimita-se às cinco maiores cidades paranaenses em termos de população (Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa e Cascavel) e ao Brasil. Tais locais foram selecionados em vista de que apresentam relevante representatividade em escala local e mundial em termos de economia, demografia, produção de energia, importação/exportação, comércio e emissões de poluentes.

A figura 3 abaixo apresenta o mapa mundial. Em destaque, o Brasil, objeto da pesquisa:

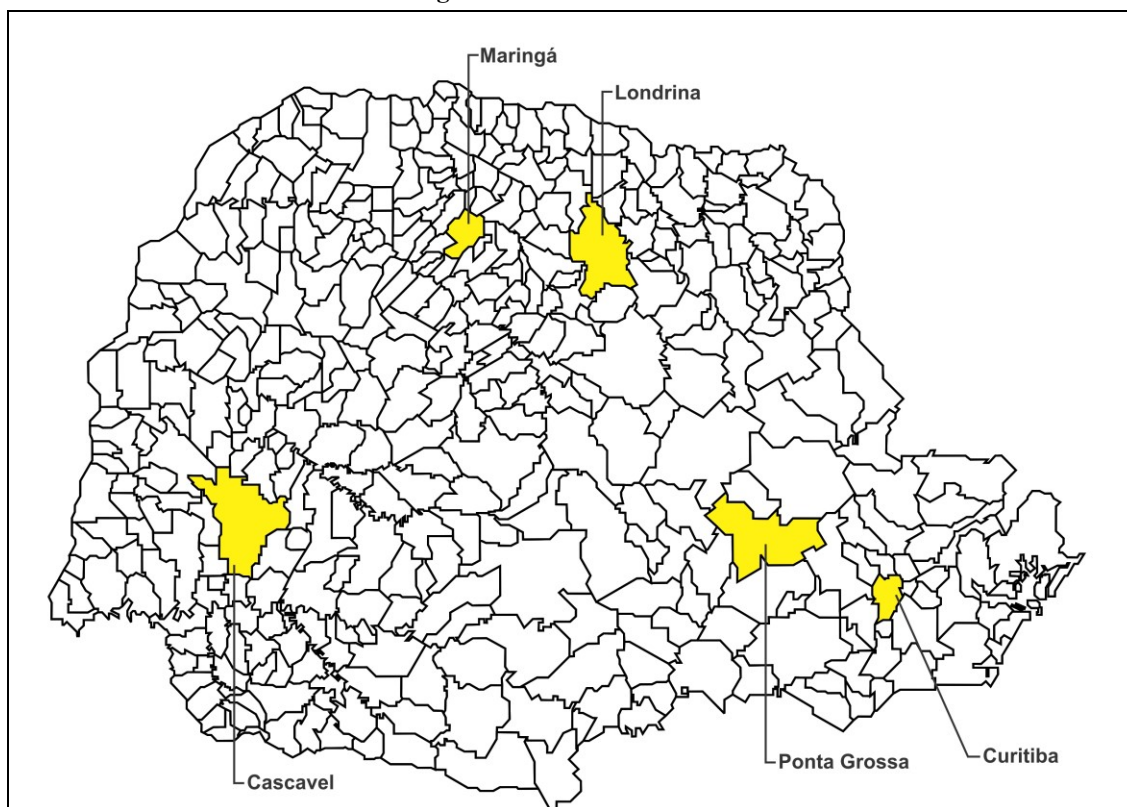
**Figura 3 - Mapa Mundi e em destaque o Brasil**



Fonte: Adaptado de IBGE (2017)

Na figura 4 a seguir é apresentado o mapa do Estado do Paraná com destaque às cidades paranaenses, objeto da pesquisa:

Figura 4 - Estado do Paraná



Fonte: Adaptado de IBGE (2017)

A tabela 4 a seguir apresenta informações do Brasil e do estado do Paraná, que compõe o escopo da pesquisa:

Tabela 4 - Informações do Brasil e do estado do Paraná

	Capital	População	Extensão Territorial (km <sup>2</sup> )	Idioma	Localização	Moeda
<b>Brasil</b>	Brasília	207.652.865	8.515.759,09	Português	América do Sul	Real
<b>Estado do Paraná (Brasil)</b>	Curitiba	11.320.892	199.307,93	Português	Região sul do Brasil	Real

Fonte: Banco Mundial (2017) e IBGE (2017)

O estado do Paraná possui significativa influência populacional, territorial, econômica, comercial e política a nível de Brasil. O PIB do estado do Paraná acumulado no terceiro trimestre de 2016 foi de R\$ 412,8 bilhões. Já o PIB Brasileiro em 2016 foi de 6,3 trilhões de reais. O Brasil, em nível mundial apresenta importância no PIB mundial sendo exportador de matérias primas, minérios, além de ser representativo como importador e consumidor, no mundo. Sobremaneira destaca-se a importância dessas localidades para se

estabelecer comparações em escala macro e micro, vez que o estado do Paraná, compõe um dos 27 estados federativos do Brasil.

**Tabela 5 - Informações das cidades paranaenses**

	<b>PIB per capita</b>	<b>População (estimativa 2017)</b>	<b>Densidade demográfica (hab/ km<sup>2</sup>)</b>	<b>Extensão Territorial (km<sup>2</sup>)</b>
Curitiba	44.624,32	1.908.359,00	4.027,04	435.036,00
Londrina	32.387,71	558.439,00	306,52	1.652.569,00
Maringá	38.881,75	406.693,00	733,14	487.052,00
Ponta Grossa	34.941,59	344.332,00	150,72	2.054.732,00
Cascavel	32.372,08	319.608,00	136,23	2.100.831,00

**Fonte: IBGE (2017)**

A coleta de dados ocorreu por meio de dados disponíveis em Instituições públicas, a saber: os dados de PIB *per capita*, emissão de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita* no Brasil foram obtidos do repositório de dados do Banco Mundial e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Banco Mundial é uma instituição financeira internacional que efetua, dentre outros, financiamentos a países em desenvolvimento. Os dados das cidades paranaenses foram obtidos por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) e Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

Estes dados foram tabulados em arquivo eletrônico do programa Microsoft Excel 2013. O intervalo temporal utilizado foi 1960-2014. Alguns dados tais como consumo de eletricidade *per capita* foram obtidos somente a partir de 1970, pois a partir desta data que o Banco Mundial iniciou a coleta deste dado em específico. Ainda em relação aos dados, as cidades paranaenses não possuem levantamento de emissão de CO<sub>2</sub> *per capita*.

Seguindo as classificações da pesquisa propostas por Gil (2008), este trabalho se classifica conforme o Quadro 1:

**Quadro 1 - Enquadramento metodológico**

Classificação da pesquisa	Gil, 2008
Do ponto de vista do objeto	Bibliográfica
Do ponto de vista de sua natureza	Básica
Do ponto de vista da forma de abordagem do problema	Quantitativa
Do ponto de vista de seus objetivos	Exploratória
Do ponto de vista dos procedimentos técnicos	Documental

**Fonte: Aatoria própria**

A análise dos Eventos Extremos objetiva verificar os pontos da Série Temporal, candidatos a Eventos Extremos e compreende três passos principais:

O primeiro passo consiste em ajustar um polinômio de grau N aos dados da Série Temporal. Nesta pesquisa, o polinômio de 5ª ordem foi o que apresentou melhor ajuste aos dados objeto da pesquisa, portanto o grau do polinômio foi definido como sendo de 5º grau.

No segundo passo, efetua-se o cálculo dos pontos de diferença entre os valores ajustados pelo polinômio e os valores obtidos pela Série Temporal, conforme pode ser verificado na equação 5 a seguir:

$$\delta t = P_o(t) - P_a(t) \quad (5)$$

Em que:  $P_o(t)$  Em que

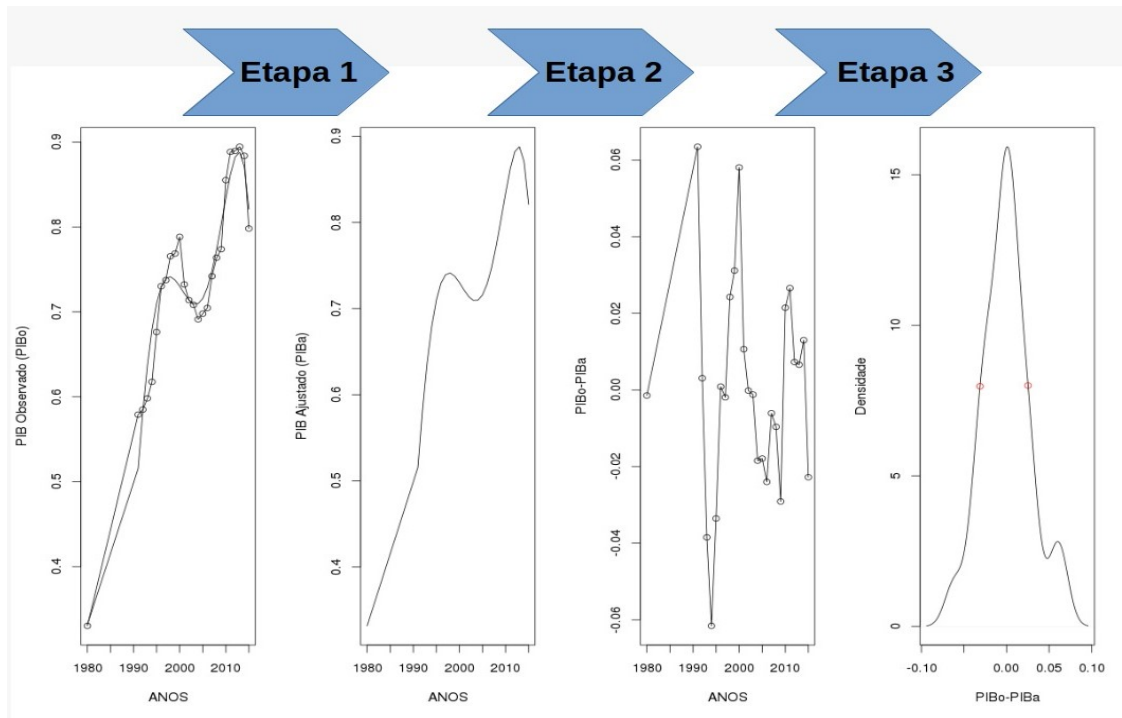
$P_o(t)$  é o ponto observado (Série Temporal) e

$P_a(t)$  é o ponto obtido pelo ajuste do polinômio.

Por fim, no terceiro passo é calculada a distribuição de probabilidade da sequência de pontos obtidos pela diferença de  $P_o(t)$  e  $P_a(t)$ . Tal distribuição de probabilidade nos permite calcular a largura meia altura, que será um parâmetro de identificação dos candidatos a Eventos Extremos nas Séries Temporais.

A Figura 5 representa um esquema dos três primeiros passos que são importantes para obtenção da distribuição de probabilidade dos eventos, nas séries temporais, sem a tendência que é comum neste tipo de dados.

**Figura 5 - Representação esquemática das etapas para obtenção dos Eventos Extremos**



**Fonte: Autoria própria**

No primeiro gráfico, são apresentados, graficamente, os valores do PIB observados em Série Temporal. No segundo gráfico, os valores do PIB foram apresentados através de linha de tendência ao polinômio que melhor se ajustou aos dados utilizados (PIB ajustado). No terceiro gráfico, é apresentada em Série Temporal a diferença entre os valores de PIB observado e PIB ajustado. Por fim, no último gráfico, com a marcação do limite para definição de Evento Extremo à largura meia altura são apresentados os possíveis Eventos Extremos presentes na amostra.

A análise dos dados ocorreu por meio da aplicação dos dados no programa *Grace e Gnuplot* (*software* livre) e elaboração de gráficos. A seguir, são apresentados e discutidos os resultados obtidos, na pesquisa, através de análise de Eventos Extremos presentes no *pool* de dados.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os Resultados obtidos por meio da análise de Eventos Extremos em dados de PIB *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita* nas cidades paranaenses e no Brasil.

### A) Estabelecer a fundamentação teórica do tema e respectivas pertinências relacionadas

Nesta pesquisa, foi aplicada revisão de literatura, embasada em método de Bibliometria denominada *Methodi Ordinatio*. Esta metodologia, idealizada por Pagani, Resende e Kovaleski, (2015) aponta que a revisão de literatura deve perpassar nove estágios, conforme o Quadro 2 a saber:

**Quadro 2 - *Methodi Ordinatio* - Estágios da pesquisa**

<b>Estágios</b>	<b>Descrição</b>
Estágio 1	Estabelecimento da intenção de pesquisa
Estágio 2	Pesquisa preliminar exploratória com as palavras-chave nas bases de dados
Estágio 3	Definição e combinações das palavras-chave e bases de dados
Estágio 4	Pesquisa definitiva nas bases de dados
Estágio 5	Procedimentos de filtragem
Estágio 6	Identificação do fator de impacto, do ano e número de citações
Estágio 7	Ordenação dos artigos por meio do InOrdinatio
Estágio 8	Localização dos artigos em formato integral
Estágio 9	Leitura e análise sistemática dos artigos

**Fonte: Pagani, Resende e Kovaleski (2015)**

Esta revisão bibliográfica foi aplicada interpolando as palavras-chave: *correlation*, *Time Series*, *electricity consumption*, *Gross Domestic Product*, *Extreme Values*, *energy consumption*, *CO<sub>2</sub> emissions* e foram utilizados os softwares Mendeley® e Jabref® para seleção e extração dos artigos das plataformas científicas *Web of Knowledge*, *Scopus* e *Scienc Direct*.

A seguir, é apresentado um quadro comparativo em que são apresentados os tópicos teóricos abordados na pesquisa, o embasamento além de informações acerca da coleta e tratamento dos dados:

**Quadro 3 - Quadro comparativo: Tópicos teóricos abordados na pesquisa, o embasamento e informações acerca da coleta e tratamento dos dados**

	<b>Tópico Teórico</b>	<b>Palavra-chave aplicada na pesquisa</b>	<b>Embasamento</b>	<b>Coleta de Dados</b>
<b>1</b>	Eletricidade e energia	<i>energy consumption, electricity consumption</i>	Muhammad Javid, A. Acaravci, I. Ozturk, Khalid Alkathlan, F. H. Abanda, Nicholas Apergis, Adriana Diaz Arias, Cees Van Beers, Tarek Atalla, Patrick Bean, Flávia de Castro Camioto, J. Eggoh, C. Bangake, C. Rault, B. Fix, J. Kraft, A. Kraft, Ertugrul Yildirim, Alper Aslan, Ilhan Ozturk.	Repositório de dados do Banco Mundial, portal de periódicos da CAPES, base de dados científicos Web of Knowledge, Scopus e Scienc Direct, literatura científica correlata
<b>2</b>	Produto Interno Bruto	<i>Gross Domestic Product</i>	Robert Ayres, Vlasios Voudouris, M. Balcilar, Z. Ozdemir, Y. Arslanturk, Fateh Bélaïd, Fares Abderrahmani, Djula Borozan, F. Fallahi, Victor Moutinho, Celeste Varum, Mara Madaleno, Michael L. Polemis, Athanasios S. Dagoumas, Y. Zhang.	Repositório de dados do Banco Mundial, portal de periódicos da CAPES, base de dados científicos Web of Knowledge, Scopus e Scienc Direct, literatura científica correlata
<b>3</b>	Dióxido de Carbono	<i>CO<sub>2</sub> emissions</i>	Faiza Abbasi, Khalid Riaz, N. Apergis, James E. Payne, Umesh Bastola, Pratikshya Sapkota, Hussain Ali Bekhet, Nor Salwati Othman, R. Rasiah, V. Ratneswary.	Repositório de dados do Banco Mundial, portal de periódicos da CAPES, base de dados científicos Web of Knowledge, Scopus e Scienc Direct, literatura científica correlata
<b>4</b>	Crises econômicas		Jayme Brener, Charles W. Calomiris, Murillo Campello, John R. Graham, Campbell R. Harvey, Maurice Herbert Dobb, Gerald A. Epstein, Jarko Fidrmuc, Iikka Korhonen, Andre Gunder Frank, Kishore Gawande, Bernard Hoekman, Yue Cui, F. Gil-Díaz, E. J. Hobsbawm, Karen L. Remmer, Anwar Shaikh, Hui Tong, Shang-Jin Wei.	Portal de Periódicos da CAPES, base de dados científicos Web of Knowledge, Scopus e Scienc Direct, literatura científica correlata
<b>6</b>	Análise dos Eventos Extremos	<i>Extreme Values</i>	S. Albeverio, V. Jentsch, H. Kantz, Jan Beirlant, Yuri Goegebeur, Johan Segers, Jozef L. Teugels, Daniel De Waal, David H.A, Edwards A.W.F., E. J. Gumbel, L. de Haan, A. Ferreira, J. E. Heffernan, R. Ismev Stephenson, R. D. Reiss, M. Thomas	Repositório de dados do Banco Mundial, portal de periódicos da CAPES, base de dados científicos Web of Knowledge, Scopus e Scienc Direct, literatura científica correlata
<b>5</b>	Séries Temporais, correlação	<i>Time Series, correlation</i>	Adeolu O. Adewuyi, Olabanji B. Awodumi, M. Ahamad, Islam A.K.M., Najid Ahmad, Liangsheng Du, Philip O. Alege, Oluwasogo Sunday Adediran, Adeyemi Adefioye Ogundipe, Loesse Jacques Esso, Yaya Keho Kiviyiro Pendo, Heli Arminen, Victor Moutinho, Celeste Varum, Mara Madaleno, Nadia S. Ouedraogo, Muhammad Shahbaz, Saleheen Khan, Mohammad Iqbal Tahir	Repositório de dados do Banco Mundial, portal de periódicos da CAPES, base de dados científicos Web of Knowledge, Scopus e Scienc Direct, literatura científica correlata

**Fonte: Autoria própria**

## B) Quantificar os resultados obtidos na literatura

Inicialmente, foram encontrados 2286 artigos que foram analisados por título, ano de publicação e área de pesquisa. Destes, 489 foram acusados como duplicatas, sendo descartados, restando 1.797 (um mil, setecentos e noventa e sete) artigos que, após nova seleção baseada no título, resumo, fator de impacto do periódico e ano da publicação resultou em 38 artigos que se relacionam ao objeto de estudo e embasaram a pesquisa.

Dentre esses 38 artigos, o percentual referente aos modelos utilizados para análise das variáveis envolvidas é apresentado na tabela 6 a seguir:

**Tabela 6 - Técnicas utilizadas para análise das variáveis**

Técnica aplicada	Incidência
Análise agregada e desagregada	2,5%
Modelos baseados em <i>slack</i>	5%
Análise Estatística	17,5%
Análise Econométrica	2,5%
Teste de causalidade de Granger	17,5%
Modelagem Matemática e equações simultâneas	10%
Análise de Causalidade	12,5%
Correlação	2,5%
<i>Auto Regressive Distributed Lag</i>	12,5%
Curva ambiental de Kuznets	5%
Cointegração de Johansen	2,5%
Séries Temporais	10%

**Fonte: Autoria própria**

Ainda sobre os artigos resultantes da Bibliometria, são apresentadas informações no quadro a seguir dos quinze artigos de maior relevância para esta pesquisa, resultantes da pesquisa bibliométrica:



Quadro 4 - Artigos de maior relevância para a pesquisa

Autor(es)	Título	Variáveis envolvidas	Técnica(s) aplicada(s)	Ano	Periódico	JCR	Qualis
Hussain Ali Bekhet Ali Matar Tahira Yasmin	<i>CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models</i>	Crescimento econômico, emissão de CO <sub>2</sub> e consumo de energia	Modelos de equações simultâneas	2017	Renewable and Sustainable Energy Reviews	6.798	A1
Najid Ahmad Liangsheng Du Jiye Lu Jianlin Wang Hong-Zhou Li Muhammad Z. Hashmi	<i>Effects of energy production and CO<sub>2</sub> emissions on economic growth in Iran: ARDL approach</i>	Energia, índices de emissão de CO <sub>2</sub> , crescimento econômico	<i>Autoregressive Distributed Lag</i>	2017	Energy	4.292	A1
Melike E.Bildirici Seyit M. Gökmenoğlu	<i>Environmental pollution, hydropower energy consumption and economic growth: Evidence from G7 countries</i>	Poluição ambiental, consumo de eletricidade e crescimento econômico	<i>Switching-Vector Markov Autoregressive (MS-VAR)</i> e Teste de causalidade de Granger	2017	Renewable and Sustainable Energy Reviews	6.798	A1
Xingrong Zhao Xi Zhanga Ning Li Shuai Shao Yong Geng	<i>Decoupling economic growth from carbon dioxide emissions in China: A sectoral factor decomposition analysis</i>	Crescimento econômico e níveis de emissão de CO <sub>2</sub>	Análise Estatística	2017	Journal of Cleaner Production	4.959	A1
Blair Fix	<i>Energy and institution size</i>	Consumo de energia, desenvolvimento tecnológico, interações sociais e crescimento das Instituições	Análise Estatística e Matemática	2017	Plos One	3.057	A1
Loesse Jacques Esso Yaya Kehobc	<i>Energy consumption, economic growth and carbon emissions: Cointegration and causality evidence from selected African countries</i>	Consumo de energia, emissões de carbono e crescimento econômico	Teste de causalidade de Granger	2016	Energy	4.292	A1
Muhammad Shahbaz Mantu Kumar Mahalik Syed Hasanat Shah João Ricardo Sato	<i>Time-varying analysis of CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and economic growth nexus: Statistical experience in next 11 countries.</i>	Emissões de CO <sub>2</sub> , consumo de energia e crescimento econômico	Análise de causalidade	2016	Energy Policy	3.045	A2

Faiza Abbasi Khalid Riaz	<i>CO<sub>2</sub> emissions and financial development in an emerging economy: an augmented VAR approach</i>	Emissões de Dióxido de Carbono e índices financeiros	ARDL ( <i>Autoregressive-Distributed Lag</i> )	2016	Energy Policy	3.045	A2
Mohammed Bouznit María P. Pablo-Romero	<i>CO<sub>2</sub> emission and economic growth in Algeria</i>	Emissões de CO <sub>2</sub> e crescimento econômico	<i>Autoregressive-Distributed Lag</i> estendido	2016	Energy Policy	3.045	A2
Umesh Bastola Pratikshya Sapkota	<i>Relationships among energy consumption, pollution emission, and economic growth in Nepal</i>	Emissões de poluentes, consumo de energia e o crescimento econômico	ARDL e Teste de causalidade de Granger	2015	Energy	4.292	A1
Yi Chen Guangfeng Zhang Tongdan Jin Shaomin Wu Bei Peng	<i>Quantitative modelling of electricity consumption using computational intelligence aided design</i>	Consumo de eletricidade, preço, PIB, eficiência energética, estrutura econômica e emissões de Dióxido de Carbono	Modelagem matemática quantitativa	2014	Journal of Cleaner Production	4.959	A1
Pendo Kiviyiro Heli Arminen	<i>Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: Causality analysis for Sub-Saharan Africa.</i>	Emissões de CO <sub>2</sub> , consumo de energia, crescimento econômico	Teste de causalidade	2014	Energy	4.292	A1
Muhammad Javid Abdul Qayyum	<i>Electricity consumption-GDP nexus in Pakistan: A structural time series analysis.</i>	Consumo de eletricidade e PIB	Séries Temporais	2014	Energy Policy	3.045	A2
Stephan B. Bruns Christian Gross	<i>What if energy time series are not independent? Implications for energy-GDP causality analysis</i>	Eletricidade, produtos petrolíferos e renováveis	Séries temporais e teste de Toda-Yamamoto e cointegração	2013	Energy Economics	2.862	A1
Nadia S. Ouedraogo	<i>Energy consumption and economic growth: Evidence from the economic community of West African States (ECOWAS).</i>	Crescimento econômico e consumo de energia	Teste de causalidade de Granger e cointegração de painel	2013	Energy Economics	2.862	A1

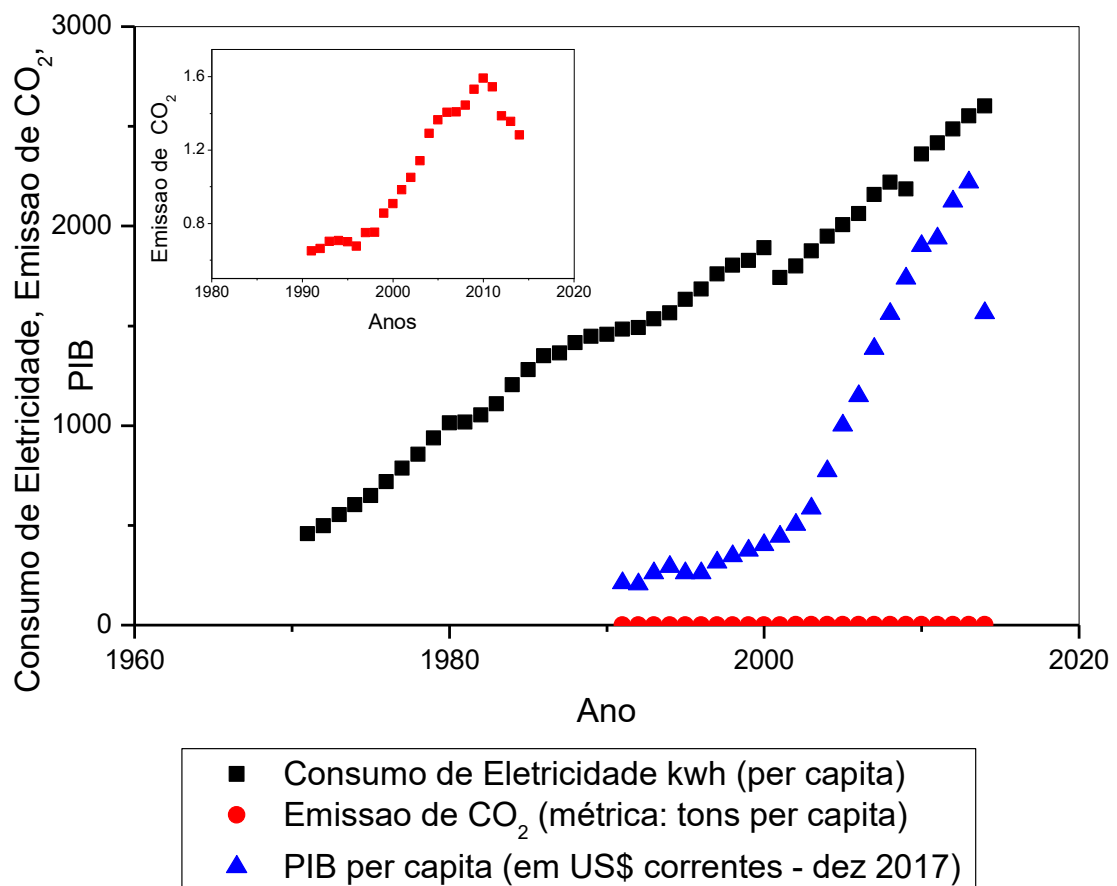
Fonte: Autoria própria

c) Apontar os Eventos Extremos presentes nas localidades designadas, em dados de PIB *per capita*, de consumo de energia elétrica *per capita* e emissões de Dióxido de Carbono *per capita*.

### Brasil

O Brasil, conforme levantamento do Banco Mundial apresenta os valores de PIB *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita* em Série Temporal como pode ser verificado no gráfico 6, a seguir:

Gráfico 6 - PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e consumo de eletricidade no Brasil em valores *per capita* em série Temporal (1970-2014)



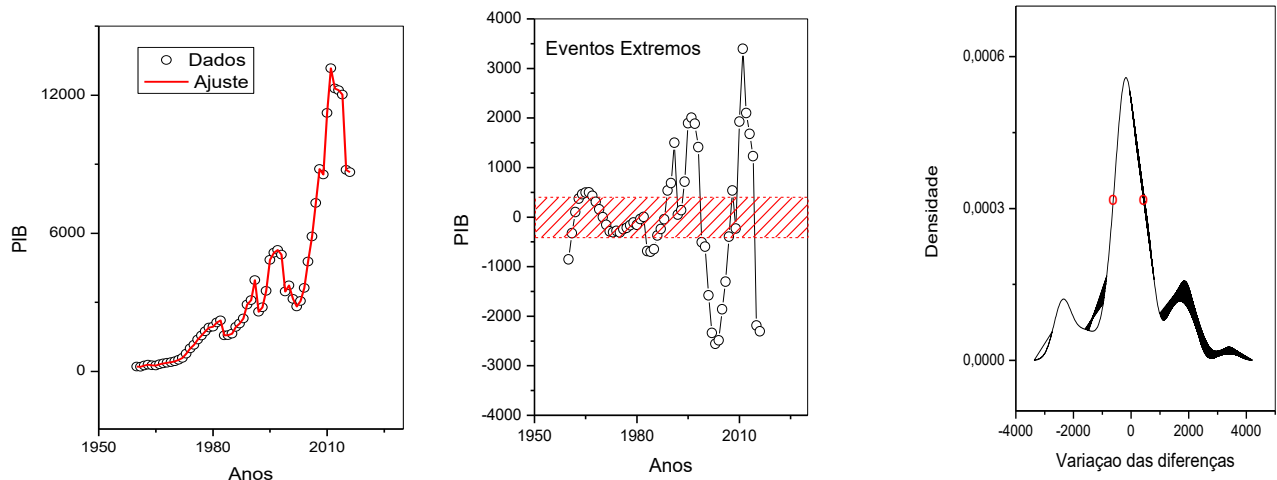
Fonte: Autoria própria

No gráfico 6, são apresentados, em Série Temporal, para o Brasil, no eixo das ordenadas (y) os dados de consumo de eletricidade, emissões de CO<sub>2</sub> e PIB e no eixo das abscissas (A) o tempo em escala anual.

No Brasil são observados Eventos Extremos nos dados, conforme se pode verificar nos gráficos 7, 8 e 9 a seguir. Os dados foram obtidos no portal eletrônico oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do Brasil e do Banco Mundial.

No primeiro gráfico são apresentados os valores de PIB *per capita* em série Temporal (1970-2014). Percebe-se tendência ascendente nos valores dessa variável, com eventuais períodos de oscilação, conforme se observa no entorno dos anos dois mil.

**Gráfico 7 - Valores de PIB per capita e Eventos Extremos em série Temporal (1970-2014)**



**Fonte: Autoria própria**

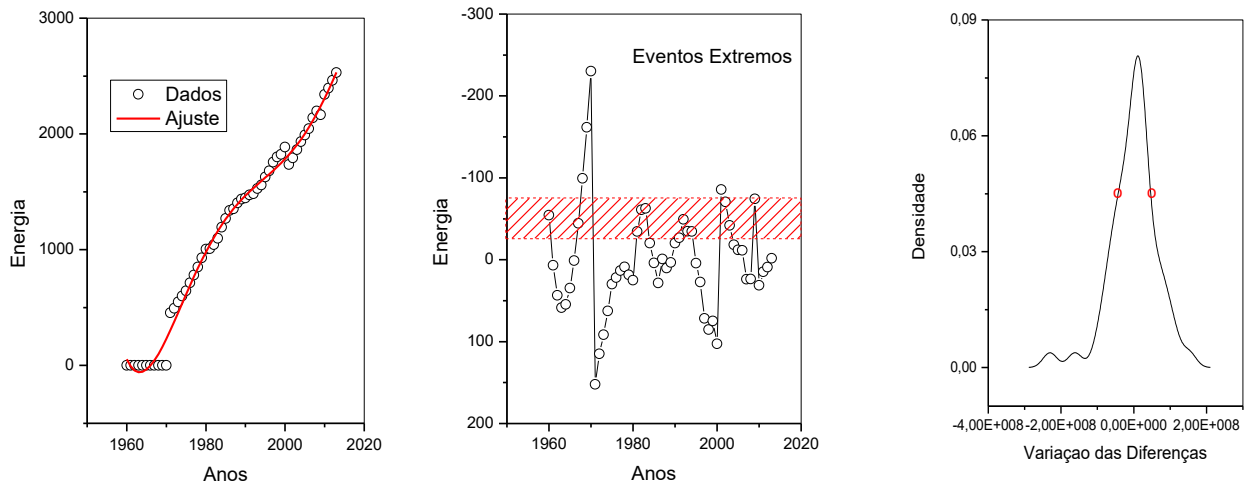
No primeiro gráfico de Eventos Extremos de PIB, apresentado anteriormente, os dados são ajustados por meio de curva de tendência polinomial; no caso dos dados do Brasil o polinômio que melhor se ajustou ao pool de dados objeto do estudo foi a função polinomial do 5º grau.

No segundo gráfico (Eventos Extremos PIB) é apresentada a diferença, em termos absolutos, dos valores de PIB observados e dos valores de PIB ajustados pela função polinomial apresentando a distribuição de valores, inclusive os Eventos Extremos, inclusive àqueles apontados, por exemplo, nos anos 2000.

Por fim no último gráfico, são apresentadas a densidade de ocorrência dos valores de PIB observado menos PIB ajustado, denotando, por meio da métrica 'largura à meia altura' os Eventos Extremos presentes nesta amostra. Destaca-se que o parâmetro 'largura à meia altura' também representa modificação na aplicação da técnica 'Análise de Eventos Extremos'.

No gráfico seguinte (gráfico 8) é possível observar os Eventos Extremos em dados do consumo de eletricidade no Brasil.

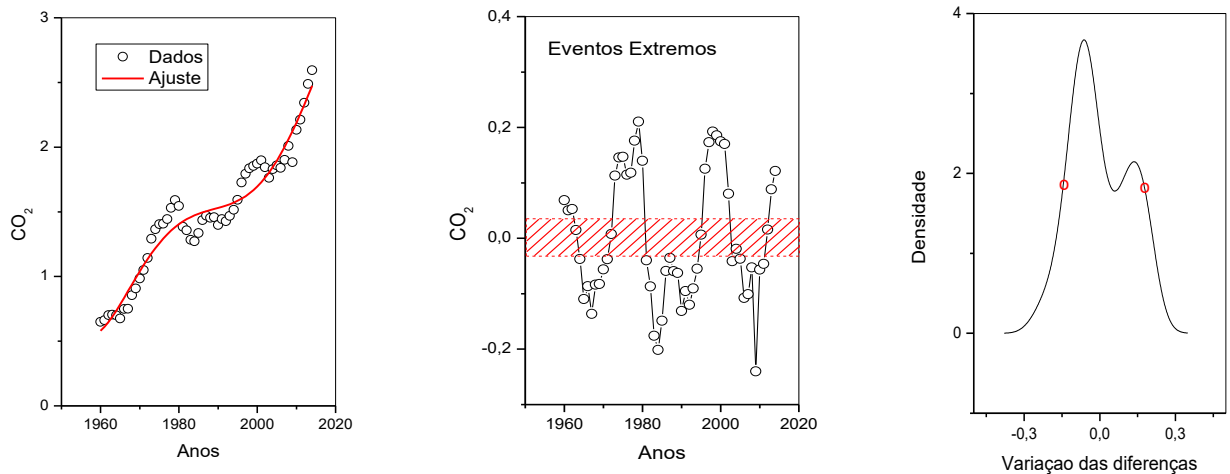
**Gráfico 8 - Valores de consumo de eletricidade per capita e Eventos Extremos em série Temporal (1970-2014)**



**Fonte: Autoria própria**

Observa-se a presença de acentuados Eventos Extremos em dados de consumo de eletricidade, em especial nos anos 1970, com oscilações, acima e abaixo da largura à meia altura bastante acentuadas. No gráfico 9, apresentado a seguir, são apontados os Eventos Extremos para dados de CO<sub>2</sub> nesta localidade.

**Gráfico 9 - Valores de emissões de CO<sub>2</sub> per capita e Eventos Extremos em série Temporal (1970-2014)**



**Fonte: Autoria própria**

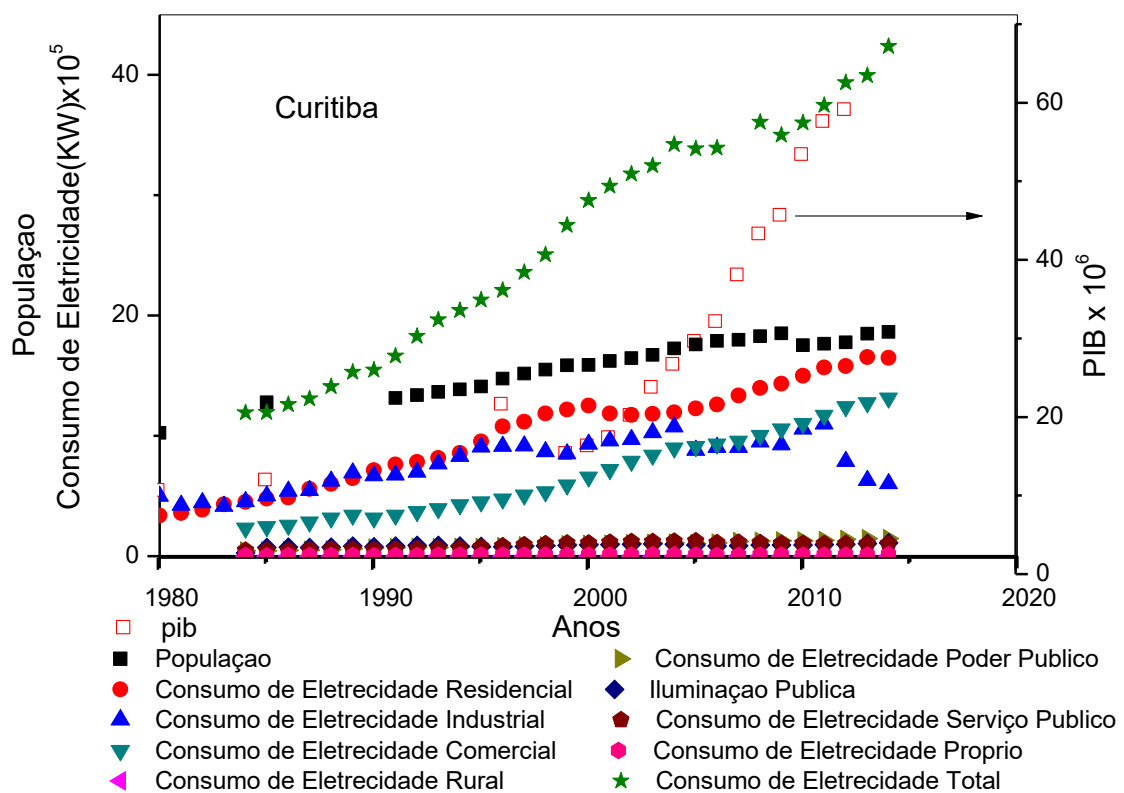
### **Cidades Paranaenses**

Os dados foram adquiridos nas 05 maiores cidades no estado do Paraná - Brasil (Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa e Cascavel). Estes dados de consumo total de Energia Elétrica incluem o consumo: Residencial, Industrial, Comercial, Rural, Público,

Iluminação Pública, Serviço Público, Próprio. Estes dados foram obtidos por meio da Companhia de Energia Elétrica que realiza a distribuição no estado do Paraná.

No caso da cidade de Curitiba os dados de população, consumo de eletricidade e PIB são apresentados, em Série Temporal, no gráfico 10, a seguir. Destaca-se que o consumo de eletricidade nas cidades paraenses ainda é demonstrado em sub-categorias, a saber: consumo residencial, industrial, comercial, rural, poder público, iluminação pública, consumo próprio e consumo total.

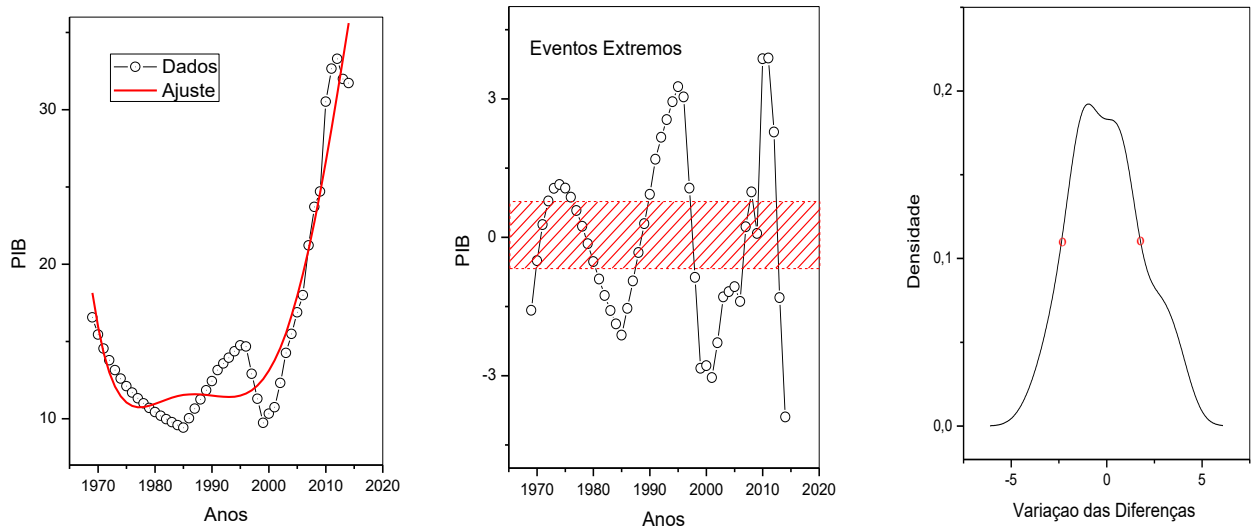
**Gráfico 10 - PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores *per capita* em série Temporal (1970-2014)**



Fonte: Autoria própria

Os dois gráficos (11 e 12) que seguem apontam os Eventos Extremos identificados nesta cidade.

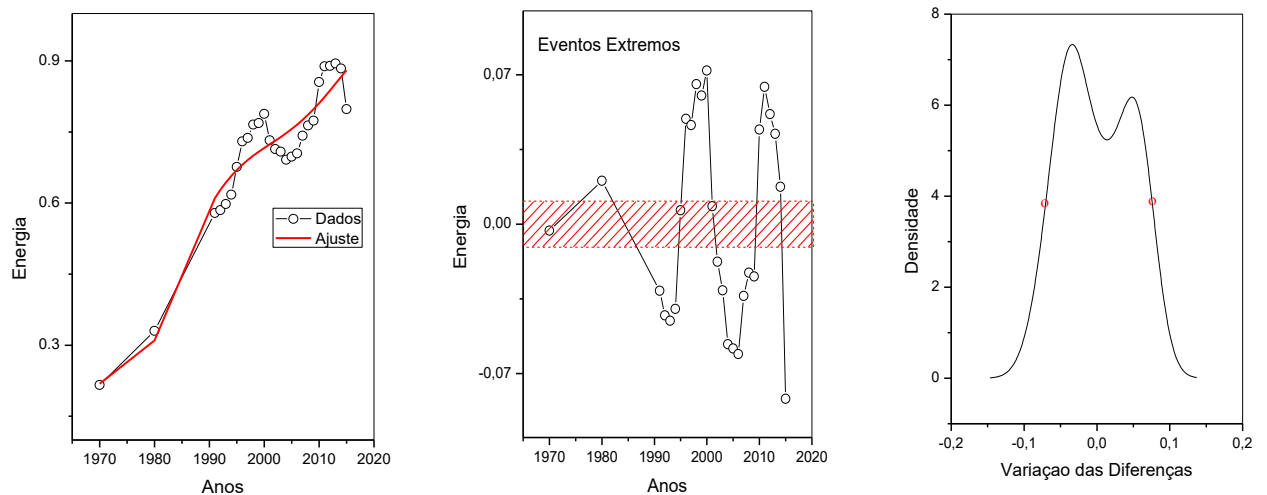
Gráfico 11 - Valores extremos de PIB em Curitiba



Fonte: Autoria própria

Os gráficos 11 e 12 apresentados, são relativos à obtenção dos Eventos Extremos para cidade de Curitiba em dados de PIB e consumo de eletricidade. Para ambos os dados, no primeiro gráfico é apresentado a Série Temporal com o ajuste polinomial utilizado o grau 5 para tal ajuste. Tal grau foi o que melhor se adequou aos dados. No segundo gráfico é apresentado os pontos de diferença entre os dados ajustados pelo polinômio e os obtidos pela série temporal.

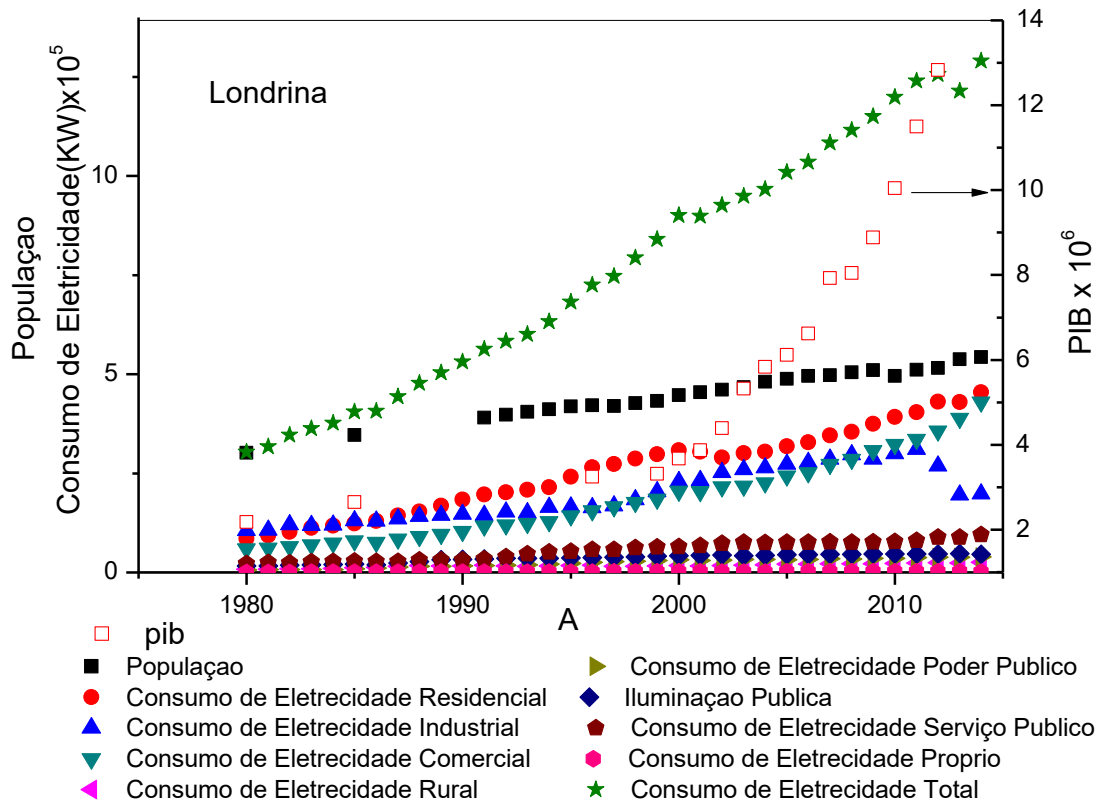
Gráfico 12 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Curitiba



Fonte: Autoria própria

Por fim no último gráfico é apresentada a distribuição de probabilidade da sequência de pontos obtidos pela diferença de  $P_o(t)$  e  $Pa(t)$ . Os gráficos 13,14 e 15 referem-se à cidade de Londrina.

Gráfico 13 - PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores *per capita* em série Temporal (1970-2014)



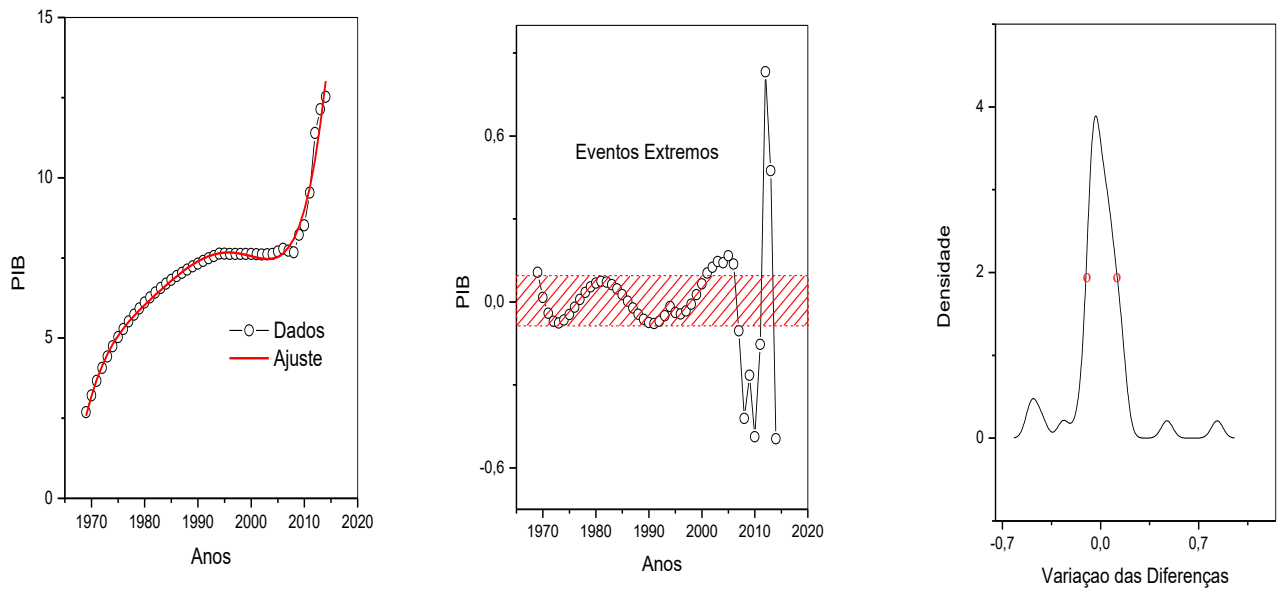
Fonte: Autoria própria

No gráfico 13, são apresentados, em Série Temporal, para a cidade de Londrina, no eixo das ordenadas (y) os dados de população, consumo de eletricidade e PIB e no eixo das abscissas (A) o tempo em escala anual.

Os dois gráficos (14 e 15) que seguem apontam os Eventos Extremos identificados nesta cidade.



Gráfico 14 - Valores extremos de PIB em Londrina

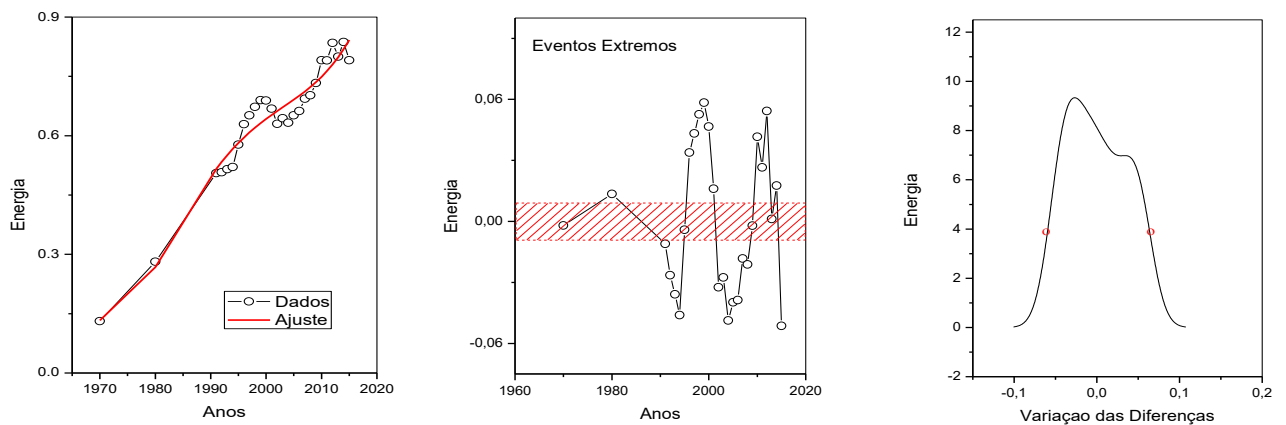


Fonte: Autoria própria

Os gráficos 15 e 16 apresentados, são relativos à obtenção dos Eventos Extremos para cidade de Londrina em dados de PIB e consumo de eletricidade. Para ambos os dados, no primeiro gráfico é apresentado a Série Temporal com o ajuste polinomial utilizado o grau 2 para tal ajuste. Tal grau foi o que melhor se adequou aos dados. No segundo gráfico é apresentado os pontos de diferença entre os dados ajustados pelo polinômio e os obtidos pela série temporal.

Por fim no último gráfico é apresentada a distribuição de probabilidade da sequência de pontos obtidos pela diferença de  $P_o(t)$  e  $Pa(t)$ .

Gráfico 15 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Londrina

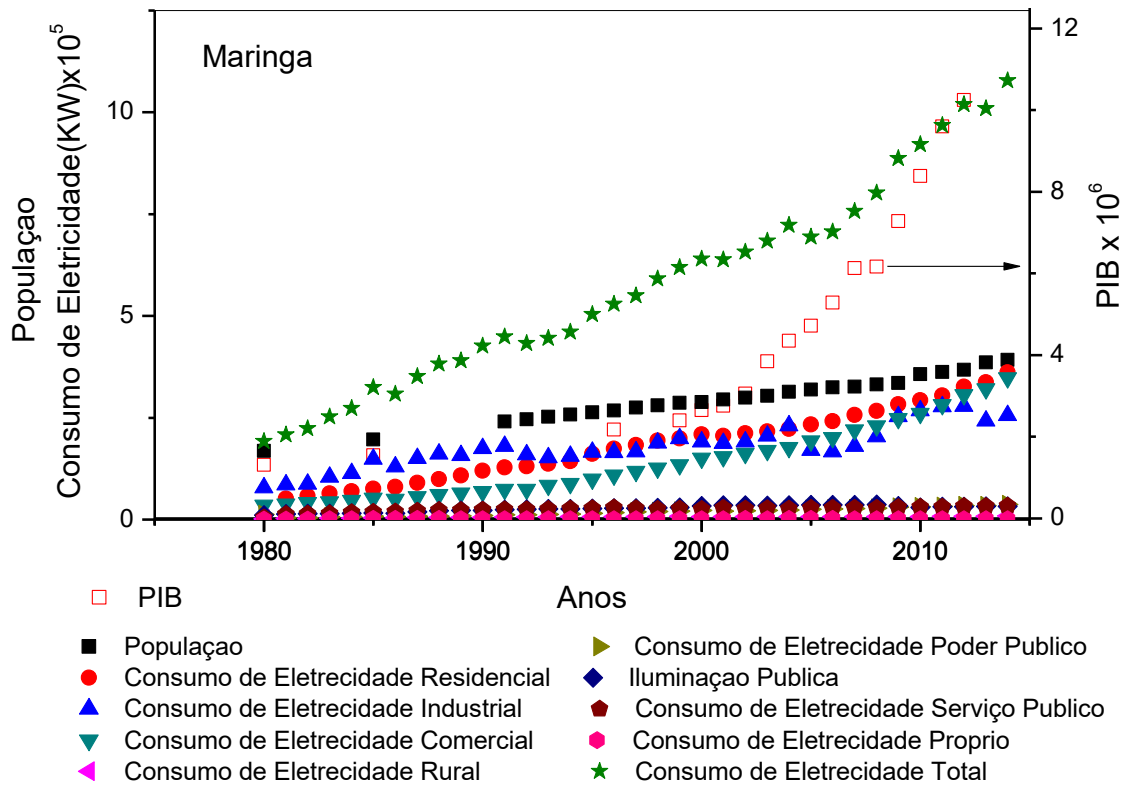


Fonte: Autoria própria

Os gráficos 16, 17 e 18 apresentados, são relativos à obtenção dos Eventos Extremos para cidade de Maringá em dados de PIB e consumo de eletricidade.

No gráfico 16 a seguir são apresentados, em Série Temporal os dados de população, consumo de eletricidade e PIB para a cidade de Maringá.

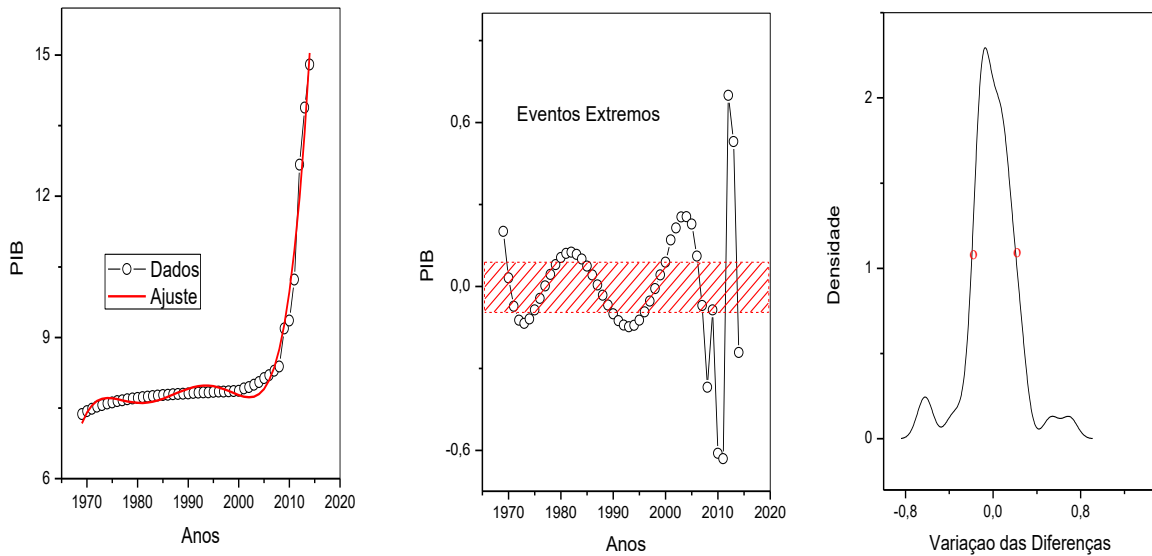
**Gráfico 16 - PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores *per capita* em série Temporal (1970-2014)**



**Fonte: Autoria própria**

Os dois gráficos 17 e 18, que seguem apontam os Eventos Extremos identificados nesta cidade.

Gráfico 17 - Valores extremos de PIB em Maringá

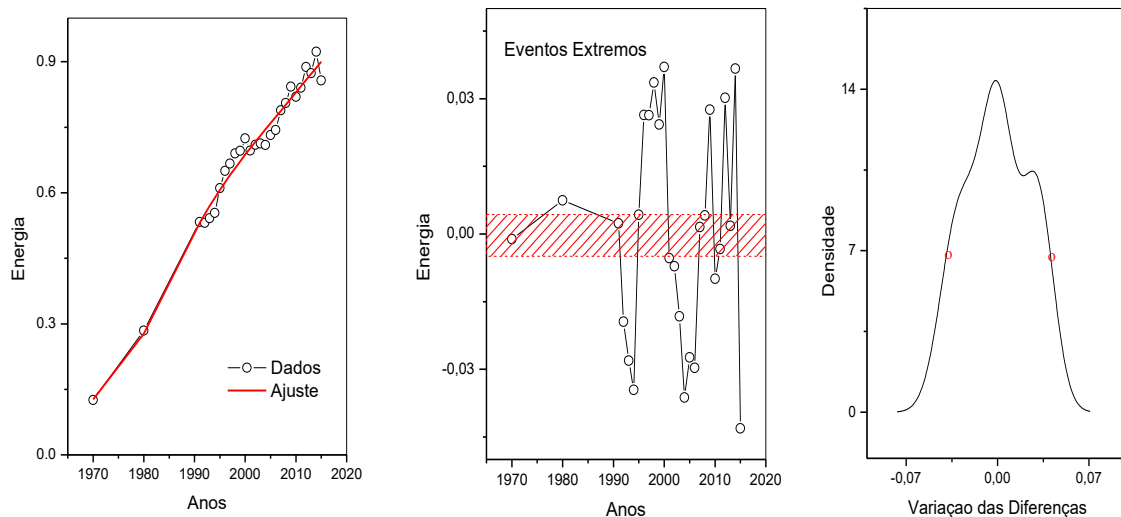


Fonte: Autoria própria

Para ambos os dados (PIB e consumo de eletricidade), no primeiro gráfico é apresentado a Série Temporal com o ajuste polinomial utilizado o grau 5 para tal ajuste. Tal grau foi o que melhor se adequou aos dados. No segundo gráfico é apresentado os pontos de diferença entre os dados ajustados pelo polinômio e os obtidos pela série temporal.

Por fim no último gráfico é apresentada a distribuição de probabilidade da sequência de pontos obtidos pela diferença de  $P_o(t)$  e  $Pa(t)$ .

Gráfico 18 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Maringá

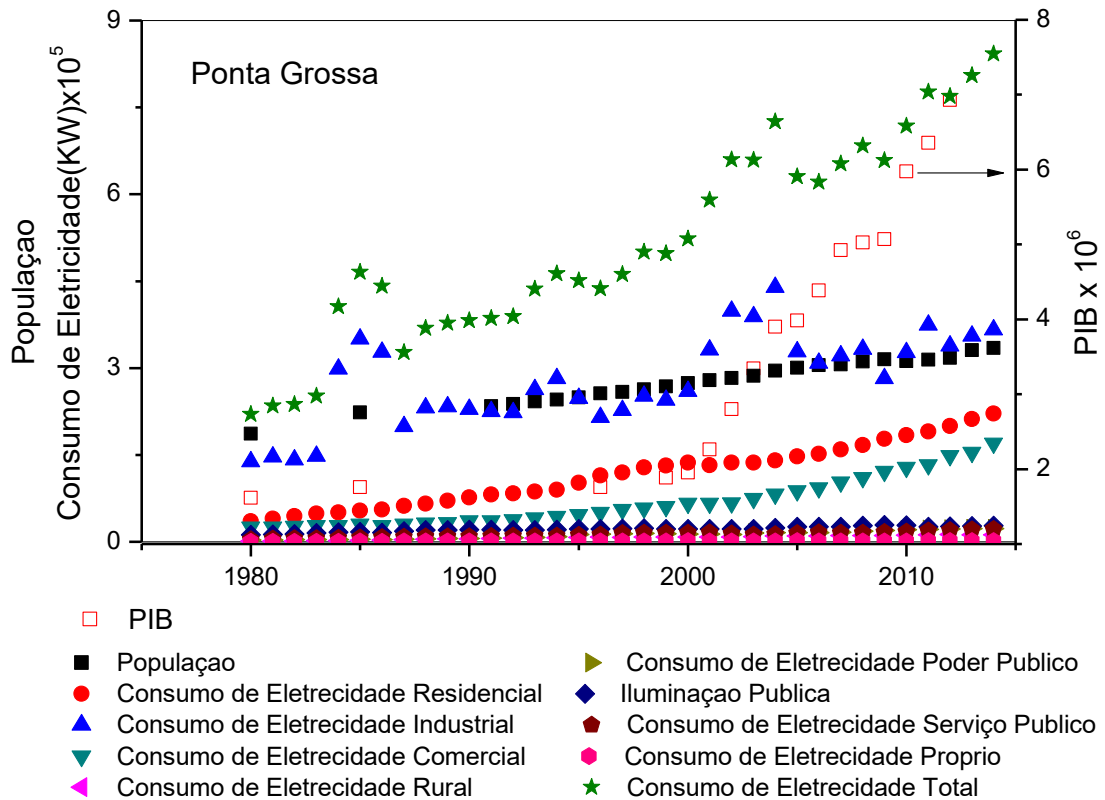


Fonte: Autoria própria

Os gráficos 19, 20 e 21 apresentados, são relativos à obtenção dos Eventos Extremos para cidade de Ponta Grossa em dados de PIB e consumo de eletricidade.

No gráfico a seguir são apresentados, em Série Temporal os dados de população, consumo de eletricidade e PIB para a cidade de Ponta Grossa.

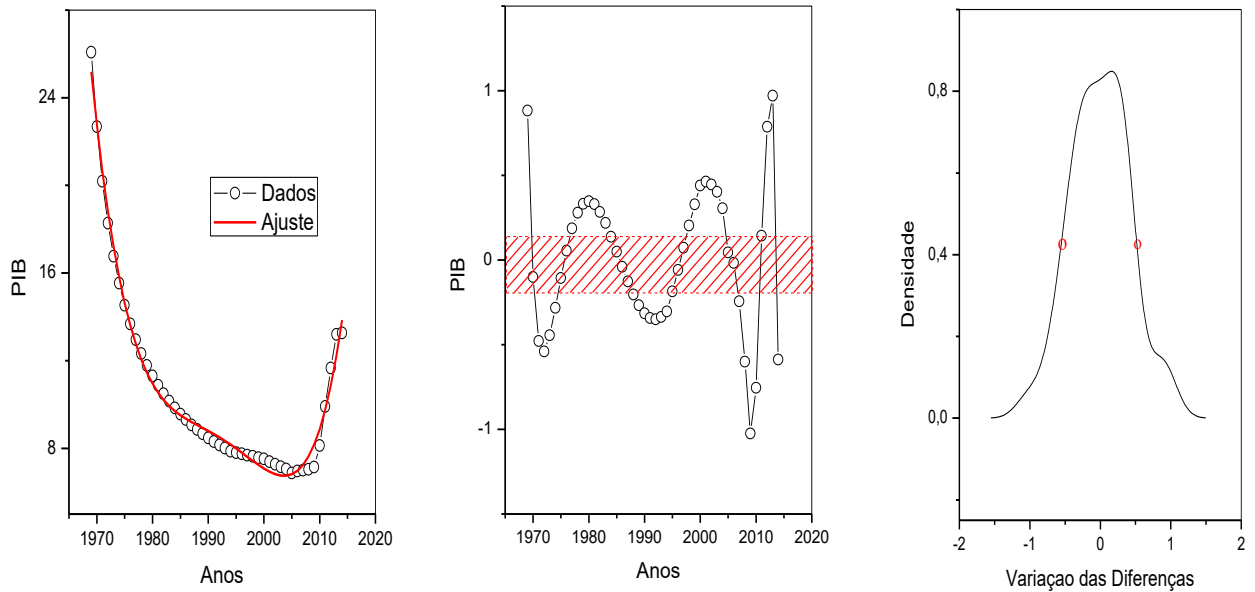
**Gráfico 19 - PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores *per capita* em série Temporal (1970-2014)**



Fonte: Autoria própria

Os dois gráficos que seguem (20 e 21), apontam os Eventos Extremos identificados nesta cidade.

Gráfico 20 - Valores extremos de PIB em Ponta Grossa

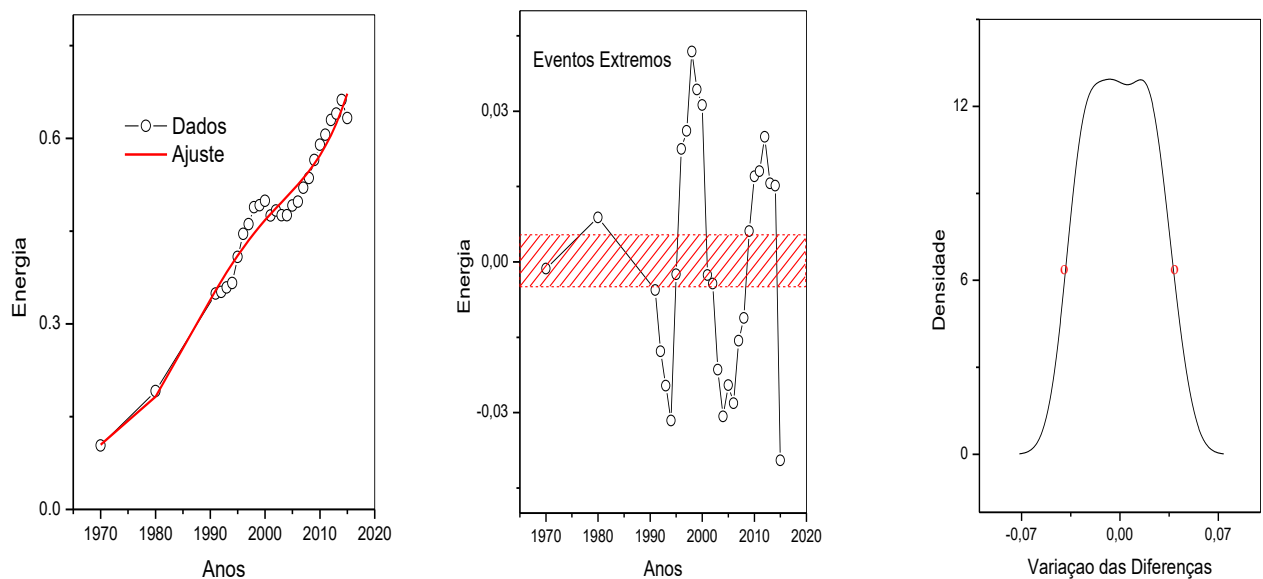


Fonte: Autoria própria

Para ambos os dados, no primeiro gráfico é apresentado a Série Temporal com o ajuste polinomial utilizado o grau 5 para tal ajuste. Tal grau foi o que melhor se adequou aos dados. No segundo gráfico é apresentado os pontos de diferença entre os dados ajustados pelo polinômio e os obtidos pela série temporal.

Por fim no último gráfico é apresentada a distribuição de probabilidade da sequência de pontos obtidos pela diferença de  $P_o(t)$  e  $Pa(t)$ .

Gráfico 21 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Ponta Grossa

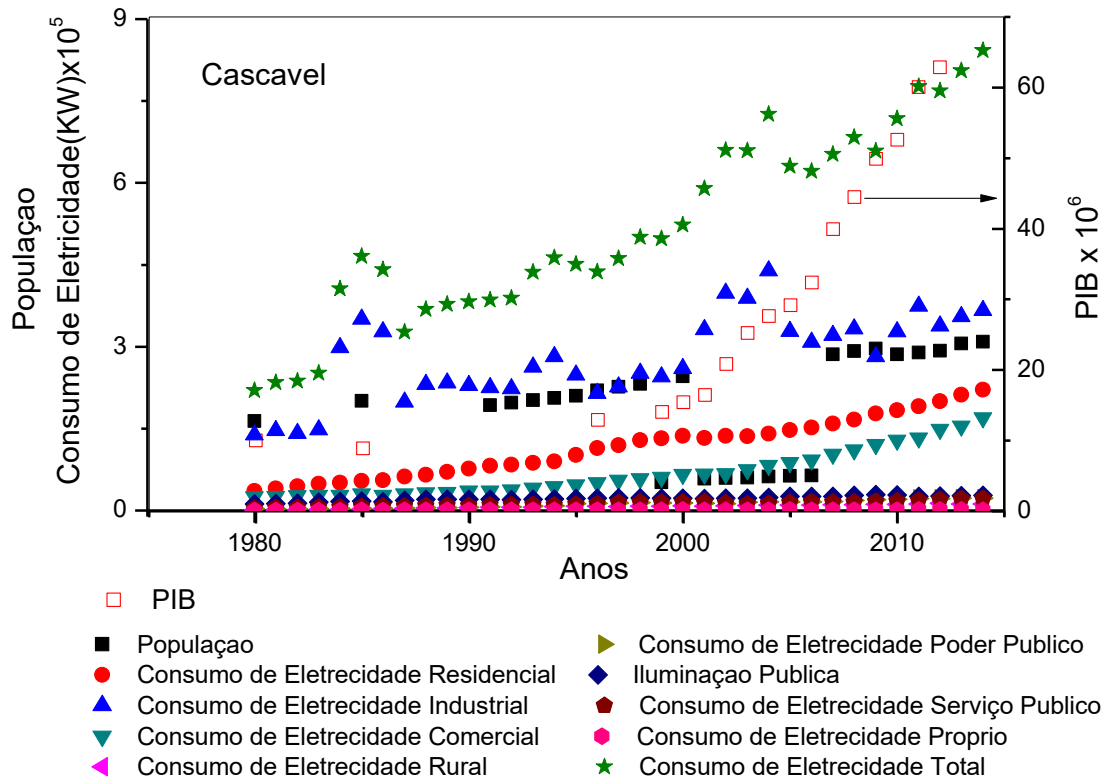


Fonte: Autoria própria

Os gráficos 22, 23 e 24 apresentados, são relativos à obtenção dos Eventos Extremos para cidade de Cascavel em dados de PIB e consumo de eletricidade.

No gráfico 22 a seguir são apresentados, em Série Temporal os dados de população, consumo de eletricidade e PIB para a cidade de Cascavel.

**Gráfico 22 - PIB, emissões de CO<sub>2</sub> e consumo de eletricidade em valores *per capita* em série Temporal (1970-2014)**

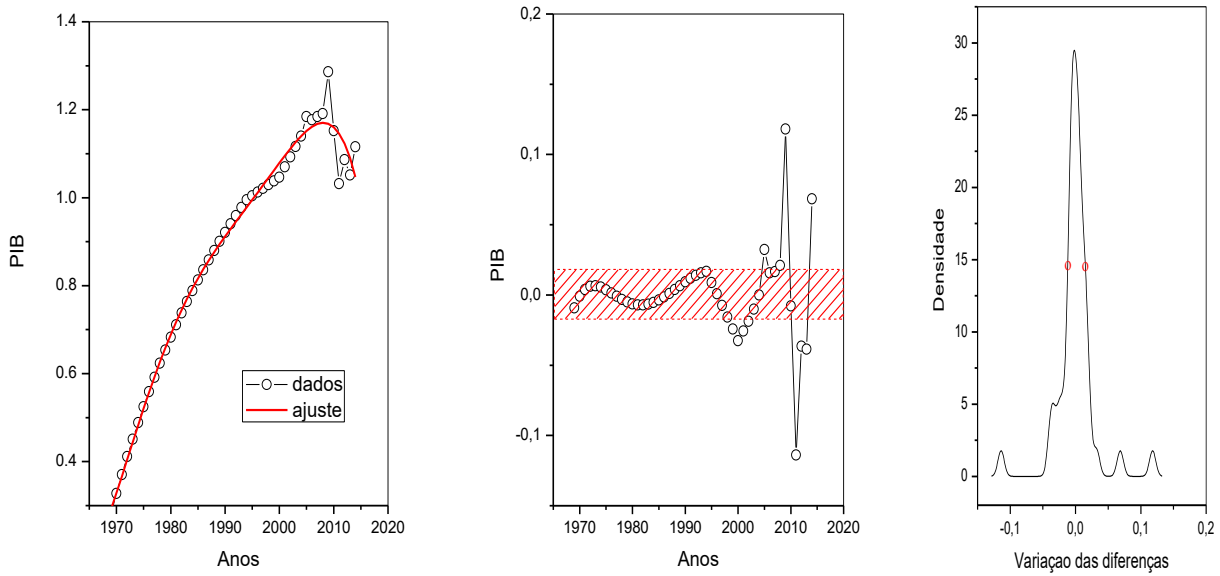


Fonte: Autoria própria

Os dois gráficos que seguem (23 e 24) apontam os Eventos Extremos identificados nesta cidade. Para ambos os dados, no primeiro gráfico é apresentado a Série Temporal com o ajuste polinomial utilizado o grau 2 para tal ajuste. Tal grau foi o que melhor se adequou aos dados. No segundo gráfico é apresentado os pontos de diferença entre os dados ajustados pelo polinômio e os obtidos pela série temporal.

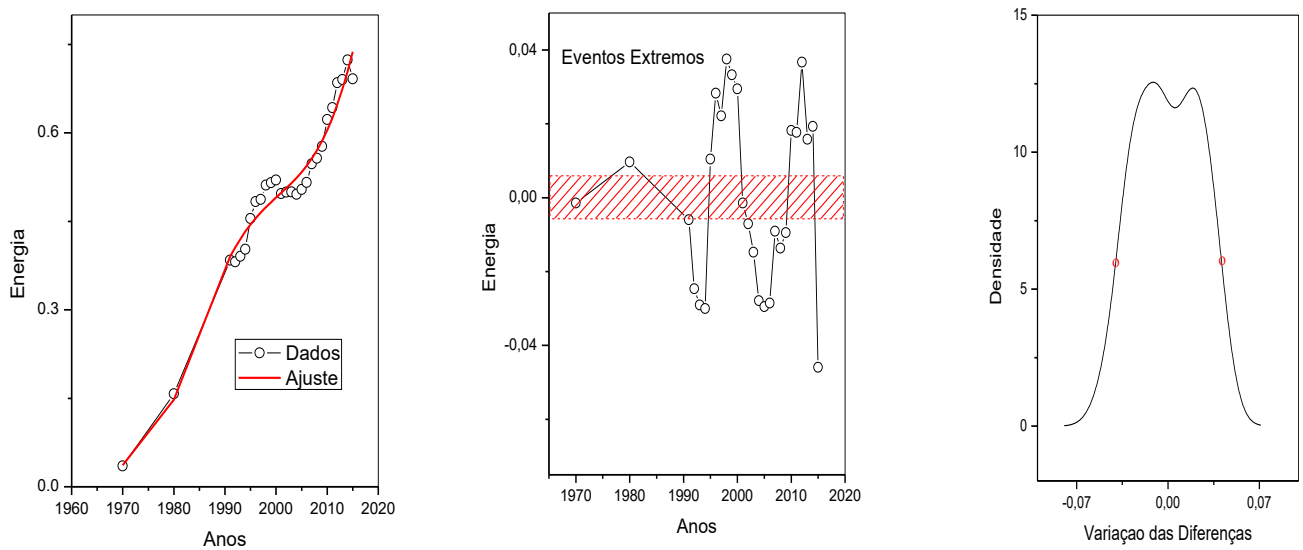
Por fim no último gráfico é apresentada a distribuição de probabilidade da sequência de pontos obtidos pela diferença de  $P_o(t)$  e  $Pa(t)$ .

Gráfico 23 - Valores extremos de PIB em Cascavel



Fonte: Autoria própria

Gráfico 24 - Valores extremos de consumo de eletricidade em Cascavel



Fonte: Autoria própria

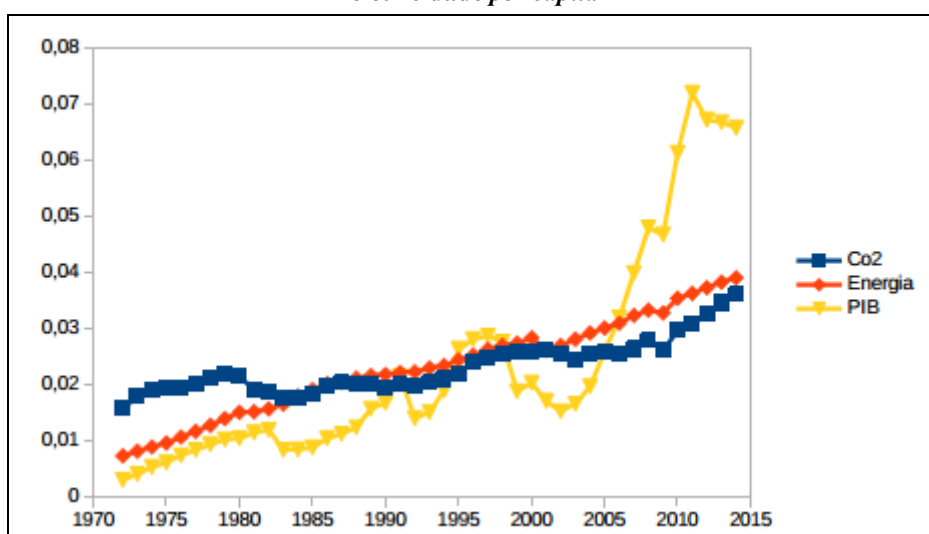
A seguir será apresentado o próximo objetivo específico desta Dissertação, seguindo a cronologia proposta.

#### D) Indicar se há possíveis interações entre os EEs presentes nestas variáveis

Neste objetivo específico foi realizada a Análise dos Eventos Extremos presentes no PIB, no consumo de eletricidade e em níveis de emissão de CO<sub>2</sub> da amostra selecionada, além de apontar as possíveis interações entre os Eventos Extremos presentes nestas variáveis.

No gráfico 25, são apresentados os valores, em Série Temporal, de PIB *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita*. Percebe-se, por meio da observação dessas Séries Temporais, que a variável que mais oscilou foi o PIB *per capita*.

**Gráfico 25 - Valores, em Série Temporal, de PIB *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita***

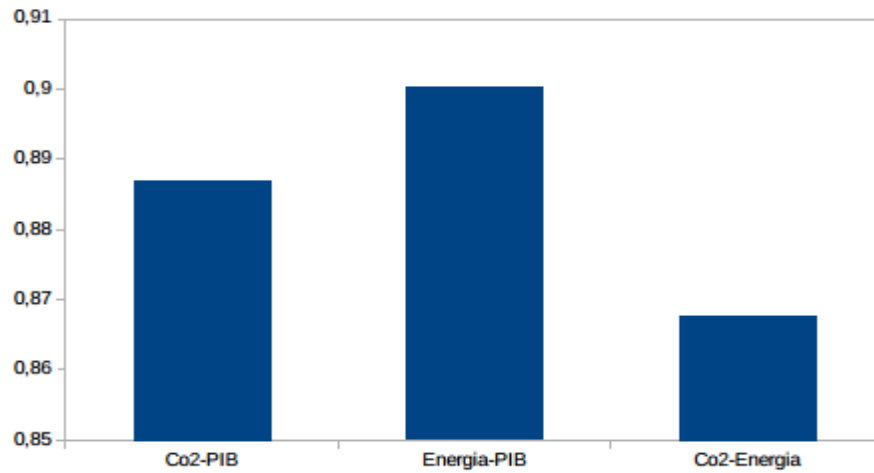


Fonte: Autoria própria

Em especial, nos valores do PIB, observa-se uma maior oscilação em períodos específicos: após 1980, após 1990, no período compreendido entre os anos 2000 e 2005 e discretas oscilações pouco antes de 2010 e após 2010.

O gráfico 26, que segue, apresenta a correlação entre as variáveis estudadas.



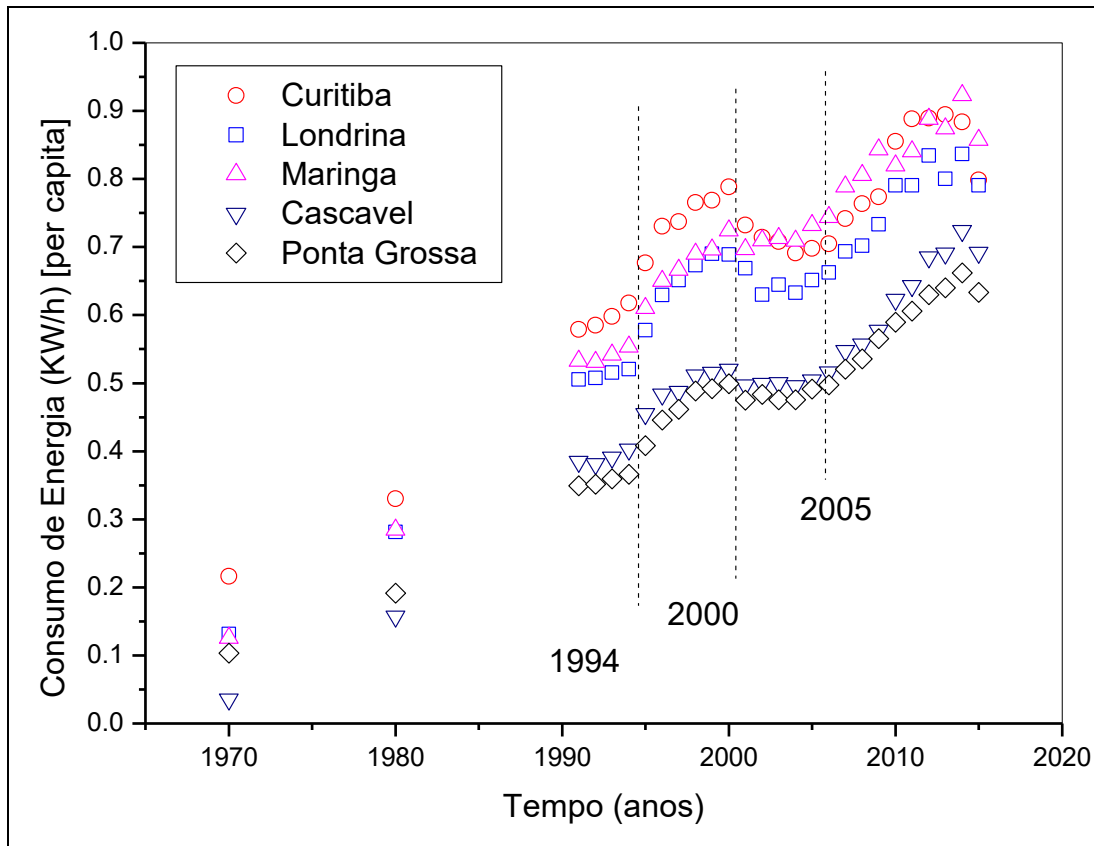
**Gráfico 26 - Correlação entre as variáveis estudadas**

Fonte: Autoria própria

No caso do Brasil, percebe-se que há uma maior correlação entre os dados de consumo de eletricidade e PIB, apresentando, também, considerável correlação nos dados de emissão de CO<sub>2</sub> e PIB. Quanto maior a incidência de correlação, maior a probabilidade de ocorrência de Eventos Extremos nestas variáveis em foco.

A Figura 6 apresenta os dados de Consumo de Energia em Kw/h *per capita*, no período de 1970 a 2015, para as cidades de Curitiba, Londrina, Maringá, Cascavel e Ponta Grossa.

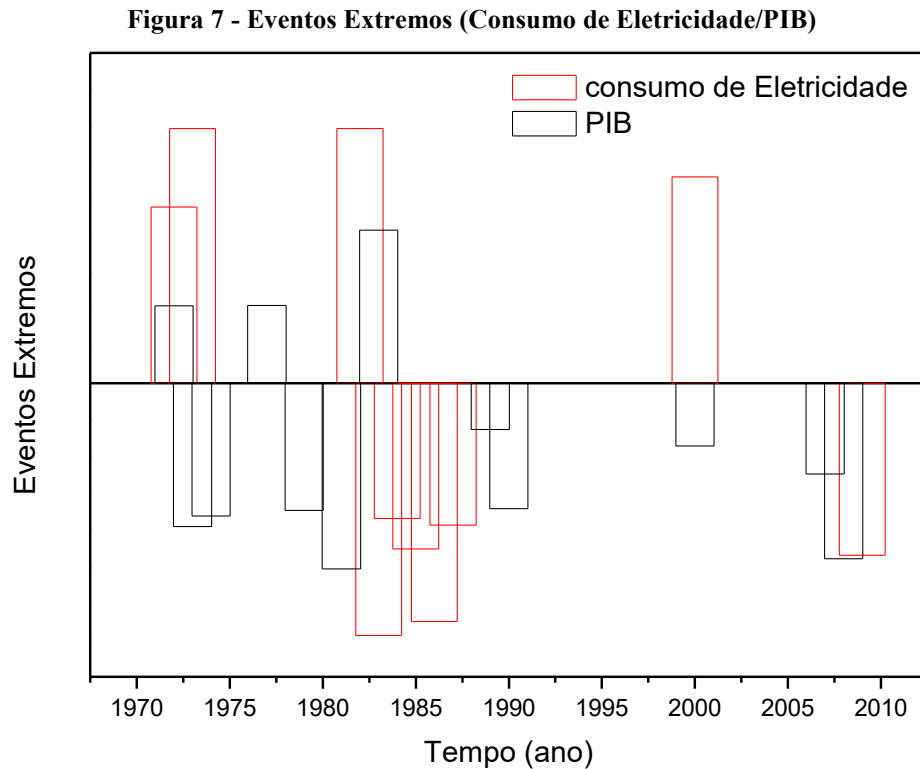
**Figura 6 - Consumo de Energia Elétrica Total (*per capita*) por tempo**



Fonte: Autoria própria

Observa-se que o comportamento das curvas do consumo de Energia Elétrica Total tem um comportamento similar para todas as cidades estudadas nos anos de 1970 a 2015. Isto significa que este consumo é afetado por acontecimentos de forma semelhante. Neste contexto, podemos indicar que alguns fatores afetam um aumento ou decréscimo no consumo. Estes eventos, podem ser mundiais ou regionais.

A Figura 7 apresenta os dados relacionando um período-faixa e os eventos extremos/PIB/Consumo de Eletricidade em função do tempo. Observa-se que os eventos extremos influenciam um período, quando ocorrem, ou seja, não é um fenômeno pontual.



Fonte: Autoria própria

A seguir será apresentado o último objetivo específico e a forma como foi cumprido.

**E) Identificar se EE, nas variáveis estudadas, sinalizam causalmente períodos de instabilidade financeira nas localidades estudadas**

Nesse objetivo específico, os dados produzidos pelos Eventos Extremos foram contextualizados com crises econômicas mundiais e eventos de relevância que possivelmente tiveram influência nestes EEs apontados.

Em especial, nos valores do PIB observa-se uma maior oscilação em períodos específicos: após 1980, após 1990, no período compreendido entre os anos 2000 e 2005 e discreta oscilação pouco antes de 2010 e após 2010.

**Brasil**

**Anos 1979 a 1987**

No período após 1980 o Brasil, inserido em contexto mundial, sofria os efeitos resultantes de conflitos no Oriente (em 1979) e o fato desta região ser expoente, no quesito exportação de petróleo, resultaram em uma crise mundial. As nações, em geral, sentiram o impacto desta crise, porém os países em desenvolvimento foram mais afetados, vez que

tinham que arcar com os altos preços cobrados pelo petróleo, aumento da inflação que se seguiram e, ainda, o ônus da dívida externa. No contexto político interno o Brasil iniciava o processo de redemocratização do país, que até então vinha sob o regime da Ditadura Militar, desde 1964.

Na tabela 7 a seguir são apresentados os valores de PIB *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita*. Observa-se a queda do PIB *per capita* no Brasil em 1982 e 1983.

**Tabela 7 - Valores de PIB *per capita*, emissões de CO<sub>2</sub> *per capita* e consumo de eletricidade *per capita***

BRASIL											
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
PIB per capita	1149,58	1385,29	1560,86	1737,36	1901,00	1939,79	2124,96	2218,89	1565,29	1573,96	1643,19
Emissões de CO <sub>2</sub> per capita	1,40	1,41	1,44	1,53	1,59	1,54	1,38	1,35	1,28	1,27	1,33
Consumo de eletricidade per capita	649,10	719,31	787,12	856,90	938,00	1012,75	1017,75	1052,22	1108,04	1204,83	1279,25

**Fonte: Autoria própria**

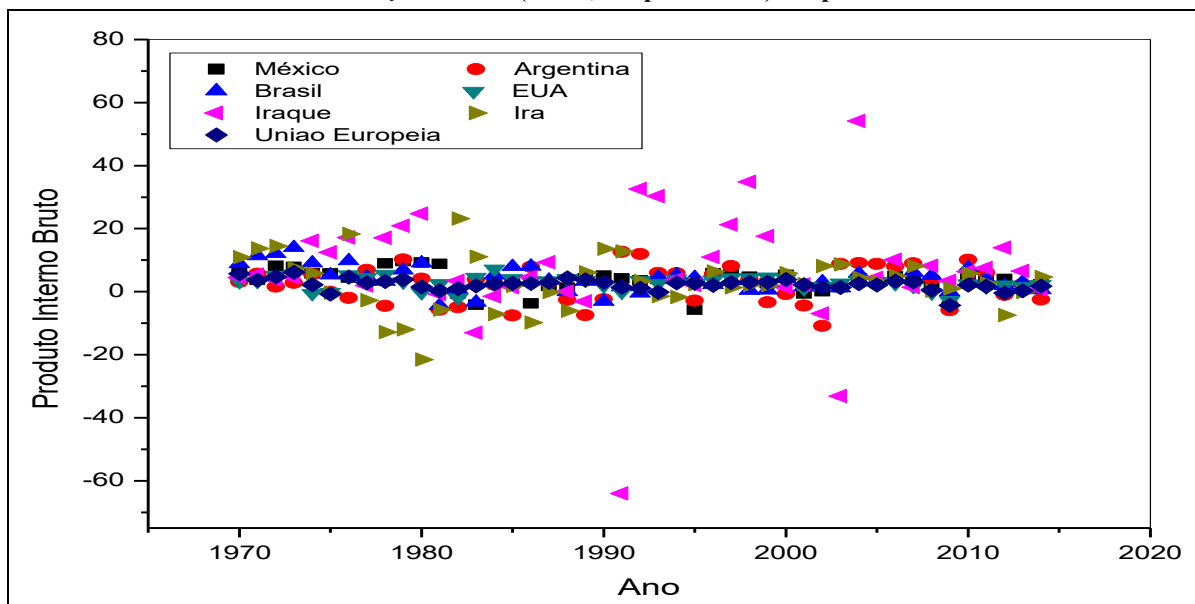
Em 1979, novamente, conflitos no Oriente (República Islâmica do Irã é criada) e o fato desta região ser expoente, no quesito fornecimento de petróleo, resultaram em uma crise financeira global. Não obstante, a crise de 1973 tenha sido um alerta aos países ocidentais a questionar sua dependência do petróleo, a queda na oferta deste *commoditie* resultou na elevação, novamente, dos preços de forma significativa. As nações, em geral, sentiram o impacto desta crise, porém os países em desenvolvimento foram mais afetados, vez que tinham que arcar com os altos preços cobrados pelo petróleo, aumento da inflação que se seguiram e, ainda, o ônus da dívida externa.

A década de 80 foi marcada por duas crises financeiras de maior significância. Em 1980, novamente, um conflito, entre Iraque e Irã, causa uma alta bastante expressiva no preço do barril do petróleo (US\$ 40 o barril, índice nunca alcançado em nenhuma das crises de 70). Essa nova alta nos preços fez com que países do Ocidente buscassem fontes de petróleo para exploração própria.

Em 1987, deflagrou-se uma crise nas bolsas de valores americanas que acabou se expandindo para outras regiões como Europa e Ásia e afetou significativamente, economias em desenvolvimento como o Brasil, que não conseguiram pagar a dívida externa.

Em perspectiva mundial, o gráfico 27 representa a variação no PIB em alguns países no decorrer dos anos. Destaquem-se as acentuadas oscilações em períodos de instabilidade, mesmo período em que se deflagrou essa crise concernente ao petróleo:

Gráfico 27 - Variação do PIB (anual, em percentual) em países selecionados



Fonte: Banco Mundial (2017)

No período após 1990 o Brasil apresentava valores ascendentes para as variáveis emissões de  $CO_2$  *per capita* e consumo de eletricidade *per capita*, com pequenos ruídos. Já para valores de PIB *per capita* observa-se notável descendência nos valores no pós 1993, provavelmente influência das crises financeiras concorrentes à época, a exemplo da crise mexicana, deflagrada notadamente em 1994.

## Anos 2000

A crise mexicana foi a primeira, dentre as quatro crises que ocorreram na década de 1990. Em 1994, o México adotara um sistema denominado *crawling peg*. Porém, ocorreu uma desvalorização acentuada do Peso que, somada com a ascendente inflação mexicana, culminou na crise que se alastrou a outras nações por meio de títulos da dívida, consequência denominada “efeito Tequila”. Os efeitos desta crise foram sentidos em nível mundial e no Brasil.

O Brasil, em 1999, seria destaque, ao ver sua moeda (real) sofrer forte desvalorização no mercado internacional, episódio conhecido como crise cambial brasileira. O plano real implantado, em 1994, conseguiu estabilizar àquela que, à época, era uma

dificuldade duradoura brasileira e que afetava significativamente a economia do país: a inflação. A tabela 8 a seguir apresenta dados do Brasil nesse período:

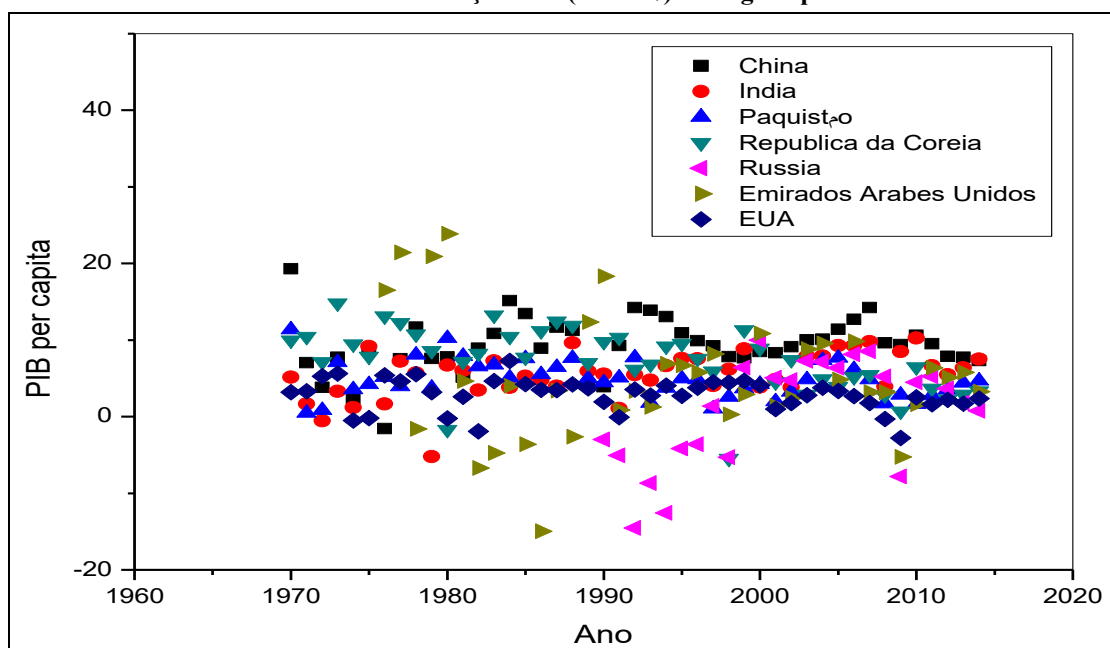
**Tabela 8 - Série Temporal dos dados de PIB per capita, consumo de eletricidade per capita e emissões de CO<sub>2</sub> per capita no Brasil**

<b>BRASIL</b>											
	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
PIB per capita	4840,79	5156,81	5271,41	5075,63	3469,50	3739,12	3146,95	2819,65	3059,59	3623,05	4770,18
Emissões de CO <sub>2</sub> per capita	1,59	1,73	1,79	1,84	1,85	1,87	1,90	1,84	1,76	1,83	1,86
Consumo de eletricidade per capita	1631,61	1684,03	1758,87	1804,25	1827,71	1891,97	1742,49	1800,52	1875,32	1948,41	2007,28

**Fonte: Autoria própria**

Em 1997, para Walter (2008), aquela que ficou conhecida como “a crise dos gigantes asiáticos” foi iniciada com desvalorizações sucessivas das moedas de nações componentes deste bloco, iniciando pela Tailândia e estendendo-se para Coreia, Malásia e outros. Os efeitos desta crise se alastraram e afetaram muitos países (Austrália, México, Inglaterra, Japão, Brasil) incluindo falência de bancos e empresas endividadas. Fidrmuc e Korhonen (2010) complementam que, dentre as possíveis causas desta crise, destacam-se: o plano, utilizado pelos países assim denominados ‘Tigres Asiáticos’, de vincular-se à moeda norte-americana, endividamento externo e troca de favores entre governo e iniciativa privada. Esta crise foi contida somente após intervenções do Fundo Monetário Internacional (FMI). O gráfico 28 a seguir, demonstra a variação no valor do PIB em algumas nações selecionadas, neste período:

Gráfico 28 - Variação PIB (em US\$) em alguns países



Fonte: Banco Mundial (2017)

De acordo com Tong e Wei (2011) em 1998, a Rússia, que já havia sofrido impactos de crises anteriores e tendo como causas principais questões monetárias e desvalorização de moeda passou por período de turbulência econômica. A bolsa de valores russa apresentou déficits assim como outras pelo mundo. Só em 1999 houve uma estabilização desta situação e sinais de melhoria da economia russa e nas nações em geral.

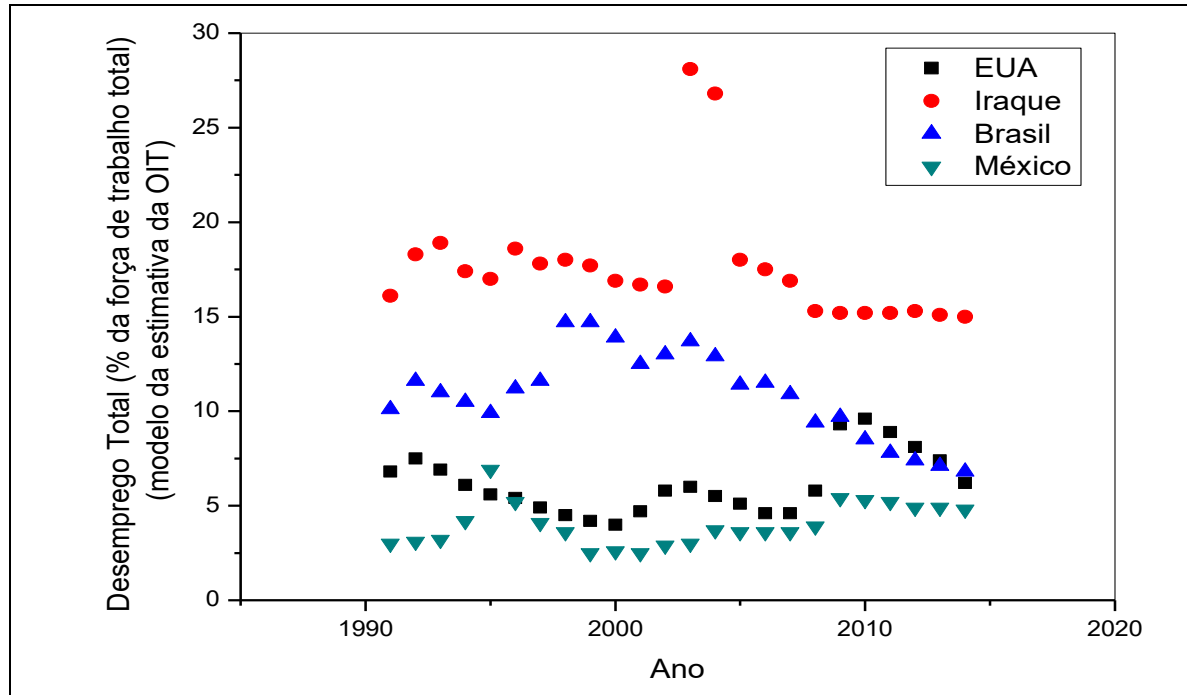
A bolsa de valores, *National Association of Securities Dealers Automated Quotations* (NASDAQ), que tem grande representatividade entre empresas de informática, tecnologia e telecomunicações sofre uma queda acentuada, no ano 2000, sendo a primeira de seis crises financeiras que o mundo vivenciou no século XXI. Em apenas três anos, esta crise, das empresas do ramo de tecnologia, levou a perdas financeiras e falência de milhares de pequenas empresas, além de algumas empresas gigantes da área de informática e telecomunicações. No ano seguinte, ocorreria o atentado às torres gêmeas do *World Trade Center* em Nova York, com 3000 mortos, fato que culminou na crise de 2001 com quedas expressivas nas bolsas de valores de diversas nações.

No mesmo período de 2001-2002, a Argentina sofria pelas medidas de ajuste, adotadas pelo presidente; medidas estas, que gerariam altos índices de desemprego e clima de desconfiança internacional. No fim de 2001, a Argentina suspendeu o pagamento da dívida externa de 100 bilhões de dólares.

O gráfico 30 a seguir demonstra o percentual de desemprego, no Brasil e em outros países, neste período de desequilíbrio. Desemprego, conforme esclarece o Banco Mundial

(2017), refere-se à parcela da força de trabalho desocupada, mas disponível para e buscando emprego. Destaque-se a variação expressiva deste índice em ciclos de instabilidade financeira:

**Gráfico 29 - Desemprego total em % relativo à mão de obra total em alguns países**



Fonte: Banco Mundial (2017)

### Anos 2009

Em 2008, os EUA protagonizariam a maior crise econômica desde a crise de 1929. Pontos de destaque nessa crise foram o, assim denominado ‘estouro da bolha imobiliária’ (relaxamento na avaliação para concessão de hipotecas, gerando altas na inadimplência) e a massiva declaração de insolvência, por parte de instituições financeiras. Entre as causas para ocorrência desta crise figura a negligência nas avaliações de risco em investimentos financeiros. A tabela 9, que segue, apresenta dados do Brasil neste contexto histórico:

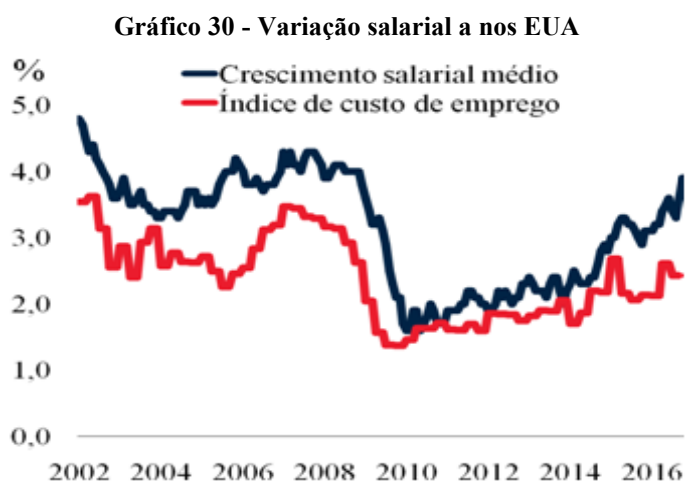


**Tabela 9 - Série Temporal dos dados de PIB per capita, consumo de eletricidade per capita e emissões de CO<sub>2</sub> per capita no Brasil**

BRASIL											
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
PIB per capita	4770,18	5860,15	7313,56	8787,61	8553,38	11224,15	13167,47	12291,47	12216,90	12026,62	8757,21
Emissões de CO <sub>2</sub> per capita	1,86	1,84	1,90	2,01	1,88	2,13	2,21	2,34	2,49	2,59	
Consumo de eletricidade per capita	2007,28	2063,10	2157,44	2218,88	2185,75	2361,06	2416,46	2485,59	2551,41	2601,37	

Fonte: Autoria própria

Em perspectiva de comparação do Brasil, com países que tem elevado PIB per capita a nível mundial, o gráfico 30 representa a variação salarial média nos EUA, de 2002 a 2016, período concernente à estabilidades. Note-se que a crise de 2008 afetou sensivelmente o padrão de remuneração norte-americano:



Fonte: Adaptado de Banco Mundial (2017)

Essa crise perpassou alguns governos norte-americanos (George W. Bush e Barack Obama), que investiram injetando massivas quantidades de dinheiro em programas de resgate econômico.

A União Europeia, um aglomerado social, político e econômico, que responde por parcela significativa do PIB mundial, sofreu, em 2009, crise monetária, motivada, inicialmente, por déficits acentuados e sucessivos da Grécia, o que gerou desconfiança sobre a capacidade de muitos países, membros do bloco, afetando significativa e diretamente países como Portugal, Espanha, Irlanda e Itália, o que provocou expressiva queda na valorização do Euro, frente a outras moedas.

Conforme dados do Banco Mundial, no ápice da crise, países como Itália acumulavam déficits percentuais em relação ao PIB de 11,5% na Espanha e 8,5% em Portugal. Os índices percentuais de desemprego atingiram patamares de 18% na Grécia, 15% na Irlanda e na Espanha chegou a 21%.

Finalmente em 2015, a crise econômica brasileira seria caracterizada por alguns fatores que apresentaram marcos de instabilidade econômica.

## **Paraná**

A década de 1970 ficou marcada para o Estado do Paraná, em especial pelo declínio das atividades agrárias envolvendo a cafeicultura, cultura predominante no Estado nesse período, e pelo processo de industrialização, que teve início nessa época. (TRINTIN, 2006).

A partir dessa industrialização esperava-se que o Estado atingisse desenvolvimento em nível econômico, tecnológico e social (OLIVEIRA, 2001). As principais fontes de renda e desenvolvimento exploradas eram a agricultura, extrativismo e o processamento da erva mate e madeira, voltados a exportação e ao consumo interno, principalmente região sudeste do Brasil (LEÃO, 1989).

A cafeicultura, que se desenvolveu no norte do estado estava em situação de declínio devido a fatores como a modernização da agricultura, quedas no valor de mercado e prejuízos em virtude do clima que resultaram em desemprego e êxodo rural (VOLACO, 1991). Em 1970, conforme Magalhães Filho (1993), p.96 “o café ainda representava 27% da área cultivada; em 1981, caíra para 8,5%; no mesmo período, a área cultivada com os seis principais grãos (soja, milho, feijão, trigo, arroz e amendoim) passava de 61 % para 85%”.

Na década de 1970, ponto de destaque é que em outubro de 1973 tiveram início as disputas envolvendo países que exportam petróleo (OPEP), que embargaram o fornecimento de petróleo aos EUA, Japão e regiões da Europa, localidades que eram à época importadoras do estado do Paraná. Esta crise foi a primeira dentre outras que ocorreram e perpassaram a década de 1970 e que também afetaram o estado do Paraná vez que as atividades agrárias e de importação/exportação sofrem influência quando oscila o preço do petróleo.

Destaque-se que os acontecimentos em nível mundial, nesse período, que afetaram sensivelmente o PIB no estado do Paraná são o aumento do preço do petróleo, a queda nas exportações e as dificuldades relacionadas à agricultura.

## **Anos 1979 a 1987**

Em 1979 ocorrera a significativa instabilidade econômica-financeira relacionada ao petróleo. A guerra Irã-Iraque iniciada neste período além da revolução Iraniana iniciada anteriormente convulsionaram o mundo árabe e conseqüentemente afetou as exportações de petróleo, *commoditie* que bateu recordes em termos de preço neste período. A crise de 1979 contribuiu para formar o cenário da década de 1980 no Brasil, marcado por redução do PIB, altas taxas de juros e inflações a níveis elevados.

Na época em que houve início as instabilidades relacionadas ao petróleo que circundaram as décadas de 70 e 80, o Brasil assim como outras nações apresentavam dependência gigantesca em relação à este *commoditie*. O Brasil necessitava importar cerca de 70% do petróleo consumido no país, sendo que nos períodos mais agudos de crise ocorreu acréscimo de cerca de 40% no valor deste produto.

Esses fatores naturalmente impactaram o Estado do Paraná e seu PIB, vez que o Estado possuía como atividades econômicas primordiais em geral agricultura, extrativismo vegetal e exportação (TRINTIN, 2006), atividades que sofrem influência econômica do preço de barril do petróleo. E com o aumento do petróleo conseqüentemente ocorre aumento dos combustíveis e de outros gastos agregados ao consumo do petróleo. A crise petrolífera chegou a atingir o Estado de tal maneira que foram adotadas medidas de racionamento em relação à combustíveis como a gasolina, que acompanhou a alta dos preços do petróleo.

Destaque-se que os acontecimentos em nível mundial, nesse período, que afetaram sensivelmente o PIB no estado do Paraná são altas no preço do petróleo, que já havia se iniciado na década de 1970, queda nas exportações (principais países que importavam do Paraná passavam por dificuldades financeiras) e dependência excessiva em relação ao petróleo.

## **Anos 2000**

Nos anos 2000 o estado do Paraná ainda apresenta destaque em exportações, extrativismo e agronegócio. O agronegócio e o extrativismo inclusive apresentam perspectivas cada vez mais promissoras devido ao ascendente mercado externo e à valorização destes produtos no mercado.

Porém o Estado do Paraná, assim como o Brasil, foi afetado por instabilidades ocorridas em períodos concernentes aos EEs, tais como a crise dos Gigantes Asiáticos (1997),

a crise Russa (1998), a crise Brasileira (1999) e a crise Norte Americana (2000), no ano seguinte aos ataques terroristas nos EUA (2001) e a crise na Argentina (2001-2002) fatores que foram preponderantes para afetar as exportações e o agronegócio no Estado, ocasionando oscilações no PIB do Paraná.

### **Anos 2009**

O Paraná em 2009 sofreu as influências da instabilidade mundial iniciada com os países europeus e com os EUA. Com as atividades de maior destaque no Estado sendo a agricultura e o extrativismo vegetal e tendo os EUA protagonizado em 2009 a maior crise econômica desde 1929 e a União Européia também tendo passado neste período por intensos períodos de instabilidade econômica, o Paraná sofreu os impactos dessa crise que se refletiu também no PIB.

Especialmente as exportações foram afetadas já que as nações importadoras de mercadorias do Estado como países da Europa, passavam por severa instabilidade financeira.

O quadro 5, apresentado a seguir demonstra os Eventos Extremos tabulados conforme a localidade e a variável estudada:

**Quadro 5 – Eventos Extremos apontados por localidade e variável estudada**

<b>Localidade</b>	<b>Eventos Extremos x variável</b>	<b>Anos que apresentaram Eventos Extremos acima da largura a meia altura</b>	<b>Anos que apresentaram Eventos Extremos abaixo da largura a meia altura</b>
Curitiba	Eventos Extremos PIB per capita	1991-1996	1970, 1982-1986, 199-2006, 2013-2014
	Eventos Extremos Consumo de eletricidade	1995-2000, 2010-2013	1991-1995, 2004-2008
Londrina	Eventos Extremos PIB per capita	1970, 1980-1985 (discreto), 2002-2007, 2012-2013	1972-1975, 1990-1995, 2008-2011, 2014
	Eventos Extremos Consumo de eletricidade	1995-1999, 2009-2011	1991-1993, 2002-2008, 2014
Maringá	Eventos Extremos PIB per capita	1970, 1979-1985, 2000-2007, 2013-2014	1973-1976, 1990-1997, 2010-2011, 2015
	Eventos Extremos Consumo de eletricidade	1997-2000, 2007, 2009	1992-1995, 2004-2007, 2015
Ponta Grossa	Eventos Extremos PIB per capita	1970, 1980-1984, 2000-2005, 2013-2014	1971-1975, 1989-1996, 2008-2010, 2015
	Eventos Extremos Consumo de eletricidade	1995-2000, 2011-2014	1992-1994, 2004-2009, 2015
Cascavel	Eventos Extremos PIB per capita	2005-2010, 2015	1998-2002
	Eventos Extremos Consumo de	1996-2000, 2012	1991-1993, 2004-2006, 2015

	eletricidade		
Brasil	Eventos Extremos PIB per capita	1986, 1989-1992, 2010-2014,	1961-1963, 1973-1986, 1991-1992, 2005-2010, 2015-2016
	Eventos Extremos Consumo de eletricidade	1960, 1967-1970, 1980-1982, 2000-2002, 2010	1962-1965, 1971-1976, 1996-2000, 2007-2010
	Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub>	1973-1980, 1997-2003, 2011-2012	1965-1969, 1982-1985, 1990-1993, 2006-2009

**Fonte: Autoria própria**

Ainda sobre os Eventos Extremos apontados nas localidades e nos períodos estudados, o quadro 6 a seguir demonstra os resultados tabulados por espaço temporal de 5 (cinco) anos.

**Quadro 6 - Eventos Extremos apontados por cidade, período (intervalos de 5 anos) e variável estudada**

Local/Ano	1970-1975	1975-1980	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
<b>Curitiba</b>	Eventos Extremos PIB per capita: 1970 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1982-1985 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1986 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1991-1995 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1991-1995	Eventos Extremos PIB per capita: 1995-1996, 1999-2000 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1995-2000	Eventos Extremos PIB per capita: 2000-2005 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2004-2005	Eventos Extremos PIB per capita: 2005-2006 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2005-2008	Eventos Extremos PIB per capita: - Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2010-2013
<b>Londrina</b>	Eventos Extremos PIB per capita: 1970, 1972-1975 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1980-1985 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1990-1995 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1991-1993	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1995-1999	Eventos Extremos PIB per capita: 2002-2005 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2002-2005	Eventos Extremos PIB per capita: 2005-2007, 2008-2010 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2005-2008, 2009-2010	Eventos Extremos PIB per capita: 2010-2011, 2012-2013 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2010-2011, 2014
<b>Maringá</b>	Eventos Extremos PIB per capita: 1970, 1973-1975 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1975-1976, 1979-1980 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1980-1985 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1990-1995 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1992-1995	Eventos Extremos PIB per capita: 1995-1997 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1997-2000	Eventos Extremos PIB per capita: 2000-2005 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2004-2005	Eventos Extremos PIB per capita: 2005-2007 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2005-2007, 2009	Eventos Extremos PIB per capita: 2010-2011, 2013-2014, 2015 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2015

<b>Ponta Grossa</b>	Eventos Extremos PIB per capita: 1970, 1971-1975 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1980-1984 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1989-1990 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1990-1995 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1992-1994	Eventos Extremos PIB per capita: 1996 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1995-2000	Eventos Extremos PIB per capita: 2000-2005 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2004-2005	Eventos Extremos PIB per capita: 2008-2010 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2005-2009	Eventos Extremos PIB per capita: 2013-2014, 2015 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2011-2014, 2015
<b>Cascavel</b>	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade:	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1991-1993	Eventos Extremos PIB per capita: 1998-2000 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1996-2000	Eventos Extremos PIB per capita: 2000-2002 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2004-2005	Eventos Extremos PIB per capita: 2005-2010 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2006	Eventos Extremos PIB per capita: 2012-2014, 2015 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2012, 2015
<b>Brasil</b>	Eventos Extremos PIB per capita: 1973-1975 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1970, 1971-1975 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 1973-1975,	Eventos Extremos PIB per capita: 1975-1980 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1976 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 1975-1980	Eventos Extremos PIB per capita: 1980-1985 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1980-1982 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 1982-1985	Eventos Extremos PIB per capita: 1986, 1989-1990 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : ausente	Eventos Extremos PIB per capita: 1990-1992 Eventos Extremos consumo de eletricidade: ausente Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 1990-1993	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: 1996-2000 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 1997-2000	Eventos Extremos PIB per capita: ausente Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2000-2002 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 2000-2003	Eventos Extremos PIB per capita: 2005-2010 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2007-2010 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 2006-2009	Eventos Extremos PIB per capita: 2010-2014, 2015-2016 Eventos Extremos consumo de eletricidade: 2010 Eventos Extremos Emissões de CO <sub>2</sub> : 2011-2012

<p><b>Contexto histórico</b></p>	<p>Paraná: declínio de algumas atividades agrárias (cafeicultura), desemprego, êxodo rural, industrialização, extrativismo, processamento da erva mate e madeira, voltados à exportação.</p>	<p>Paraná instabilidade econômica devido à excessiva dependência de combustíveis fósseis e devido aos principais países fornecedores de petróleo estarem envolvidos em guerras. Queda em exportações. Brasil: Desde a década de 70 o país sofria influência de oscilações no preço do petróleo, oscilações essas oriundas de guerras ocorridas entre países fornecedores de petróleo. Crise na bolsa de valores americana e europeia (1987).</p>	<p>Paraná: destaque em extrativismo, agronegócio e exportações., Crise Russa (1998), Crise Norte-Americana (2000), ataques terroristas EUA (2001). Brasil: Crise Mexicana (1994). Crise dos gigantes asiáticos (1997). Crise cambial brasileira (1999). Crise da NASDAQ (2000).</p>	<p>Paraná: O estado mantém dentre suas fontes de renda a agricultura e o extrativismo, sofrendo influência de países importadores que enfrentaram crises econômicas (Europa, EUA, etc.). Brasil: Crise Argentina (2001), Crise Americana (2008). Crise Européia (2009). Crise Brasileira (2015).</p>
----------------------------------	--	--	---	--

Fonte: Autoria própria



Por fim, é relevante apresentar de outra forma os Eventos Extremos na amostra de modo que se possa ter uma maior compreensão dos resultados obtidos, conforme demonstrado no Quadro 7. Imperativo se faz apontar que os Eventos Extremos de maior expressão observados apresentam-se contemporâneos aos períodos de desajuste econômico financeiro.

**Quadro 7 - Mapeamento dos Eventos Extremos apontados por ano, local e variável**

	Curitiba	Londrina	Maringá	Ponta Grossa	Cascavel	Brasil	Contexto histórico-econômico
1970	-	-	+	+		+	Crise Norte Americana
1971				-		-	
1972		-		-		-	
1973		-	-	-		- - +	Crise do Petróleo - OPEP
1974		-	-	-		- - +	
1975		-	-	-		- - +	
1976			-			- +	
1977						- +	
1978						- +	
1979			+			- +	Crise do Petróleo
1980		+	+	+		- + +	Alta no preço do barril de Petróleo
1981		+	+	+		- +	
1982	-	+	+	+		- + -	
1983	-	+	+	+		- -	
1984	-	+	+	+		- -	
1985	-	+	+			- -	
1986	-					-	
1987							Crise na bolsas de valores americana e europeia
1988							
1989				-		+	
1990		-	-	-		+	
1991	+	-	-	-	-	+	
1992	+	-	-	-	-	+	
1993	+	-	-	-	-	-	
1994	+	-	-	-	-	-	Crise Mexicana
1995	+	+	+	-	+	-	
1996	+	+	+	-	+	+	
1997		+	+	-	+	+	Crise dos gigantes asiáticos
1998		+	+	+	+	- - +	Crise Russa
1999	-	+	+	+	+	- - +	Crise Brasileira
2000	-	+	+	+	+	- + +	Crise Norte-Americana (NASDAQ)
2001	-		+	+	-	+	Crise Argentina, ataques



## 5 CONCLUSÕES

Em perspectiva mundial, a cultura, economia, importações/exportações oscilavam e estavam sendo influenciadas por estes períodos de instabilidade. Essas oscilações justificam os Eventos Extremos presentes na amostra e, portanto, coadunam-se com o período que o contexto mundial enfrentava à época. Também ficou evidenciado que existe maior correlação em dados de PIB/consumo de eletricidade do que em dados de PIB/emissões de CO<sub>2</sub> ou consumo de eletricidade/emissões de CO<sub>2</sub>.

Os Eventos Extremos presentes, nas variáveis PIB *per capita*, consumo de eletricidade *per capita* e emissões de CO<sub>2</sub> *per capita*, foram deflagrados em períodos concernentes aos períodos de crises econômicas.

**Sugestões de estudos futuro:** Nessa pesquisa em específico o foco foi o sistema econômico e ambiental, porém há outros sistemas que podem ser enfoque de pesquisa tal como o sistema demográfico, tráfego, telefonia, internet, etc. Sobremaneira há uma diversidade de técnicas de análise na área de Estatística (teste de causalidade de Granger, curva ambiental de Kuznets, cointegração de Johansen). Além da aplicação de outras técnicas, abordar modelos para Séries Temporais estacionárias e não estacionárias.

Relativamente à rede elétrica Brasileira seria possível prospectar cenários para distribuição, acesso e manutenção da energia elétrica oriunda de fontes economicamente viáveis e menos poluidoras possível, tais como o Biogás, hidroeletricidade, energia eólica, etc. Sobremaneira o Biogás apresenta potencial de utilização, expansão e adoção em nível mundial, tendo em vista:

a) as especificidades de cada localidade, já que se é possível as utilizar as potencialidades locais;

b) Também em termos de energia e eletricidade há possibilidade de estudar modelos utilizados em outros países para produção de energia limpa e confiável e adaptá-los à realidade do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ABANDA, F. H.; et al. The link between renewable energy production and gross domestic product in Africa: a comparative study between 1980 and 2008. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 4, p. 2147-2153, 2012.
- ABBASI, F.; RIAZ, K. CO<sub>2</sub> emissions and financial development in an emerging economy: an augmented VAR approach. **Energy Policy**, v. 90, p. 102-114, 2016.
- ACARAVCI, A.; OZTURK, I. Electricity consumption-growth nexus: evidence from panel data for transition countries. **Energy Economics**, v. 32, n. 3, p. 604-608, 2010.
- ADEWUYI, A. O.; AWODUMI, O. B. Biomass energy consumption, economic growth and carbon emissions: Fresh evidence from West Africa using a simultaneous equation model. **Energy**, v. 119, p. 453-471, 2017.
- AHAMAD, M. G.; ISLAM, A. K. M. N. Electricity consumption and economic growth nexus in Bangladesh: revisited evidences. **Energy Policy**, v. 39, n. 1, p. 6145-6150, 2011.
- AHMAD, N.; DU, L. Effects of energy production and CO<sub>2</sub> emissions on economic growth in Iran. **ARDL Approach. Energy**, v. 123, p. 521-537, 2017.
- AHMAD, N.; et al. Modelling the CO<sub>2</sub> emissions and economic growth in Croatia: is there any environmental Kuznets curve? **Energy**, v. 123, p. 164-172, 2017.
- AKKEMIK, K.; GÖKSAL, K. Energy consumption-GDP nexus: heterogeneous panel causality analysis. **Energy Economics**, v. 34, n. 4, p. 865-873, 2012.
- ALBEVERIO, S.; JENTSCH, V.; KANTZ, H. **Extreme events in nature and society**. Berlin: Springer, 2006.
- ALEGE, P. O.; ADEDIRAN, O. S.; OGUNDIPE, A. A. **Pollutant emissions, energy consumption and economic growth in Nigeria: a multivariate granger causality. Framework**, 2015.
- ALKHATHLAN, K.; JAVID, M. Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: an aggregate and disaggregate analysis. **Energy Policy**, v. 62, p. 1525-1532, 2013.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 20 jun. 2017.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Mapa do sistema nacional de transmissão de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/transmissao5>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

APERGIS, N.; PAYNE, J. E. Energy consumption and growth in South America: evidence from a panel error correction model. **Energy Economics**, v. 32, n. 6, p. 1421-1426, 2010.

APERGIS, N.; et al. Energy efficiency of selected OECD countries: a slacks based model with undesirable outputs. **Energy Economics**, v. 51, p. 45-53, 2015.

ARIAS, A. D.; VAN BEERS, C. Energy subsidies, structure of electricity prices and technological change of energy use. **Energy Economics**, v. 40, p. 495-502, 2013.

ATALLA, T.; BEAN, P. Determinants of energy productivity in 39 countries: an empirical investigation. **Energy Economics**, v. 62, p. 217-229, feb. 2017.

AYRES, R.; VOUDOURIS, V. The economic growth enigma: capital, labour and useful energy? **Energy Policy**, v. 64, p. 16-28, 2014.

BALCILAR, M., OZDEMIR, Z.; ARSLANTURK, Y. Economic growth and energy consumption causal nexus viewed through a bootstrap rolling window. **Energy Economics**, v. 32, n. 6, p. 1398-1410, 2010.

BANCO MUNDIAL. **Repositório de dados do Banco Mundial**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BASTOLA, U.; SAPKOTA, P. Relationships among energy consumption, pollution emission, and economic growth in Nepal. **Energy**, v. 80, p. 254-262, 2015.

BEIRLANT, J. et al. **Statistics of extremes: theory and applications**. London: John Wiley & Sons, 2004.

BEKHET, H. A.; MATAR, A; YASMIN, T. CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: dynamic simultaneous equation models. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 117-132, 2017.

BEKHET, H. A.; OTHMAN, N. S. Impact of urbanization growth on Malaysia CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from the dynamic relationship. **Journal of Cleaner Production**, v. 154, p. 374-388, 2017.

BELAID, F.; ABDERRAHMANI, F. Electricity consumption and economic growth in Algeria: A multivariate causality analysis in the presence of structural change. **Energy Policy**, v. 55, p. 286-295, 2013.

BILDIRICI, M. E.; GÖKMENOĞLU, S. M. Environmental pollution, hydropower energy consumption and economic growth: evidence from G7 countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 68-85, 2017.

BOROZAN, D. Exploring the relationship between energy consumption and GDP: Evidence from Croatia. **Energy Policy**, v. 59, p. 373-381, 2013.

BOUZNIT, M; PABLO-ROMERO, M. D. P. CO<sub>2</sub> emission and economic growth in Algeria. **Energy Policy**, v. 96, p. 93-104, 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Volume 11: Eficiência Energética. Brasília: MME/EPE, 2007. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRENER, J. **1929 - A crise que mudou o mundo**. São Paulo: Ática, 1996. (Coleção retrospectiva do século XX).

CALOMIRIS, C. W. Lessons from the Tequila Crisis for successful financial liberation. **Journal of Banking & Finance**, v. 23, n. 10, p. 1457-1556, oct. 1999.

CAMIOTO, F. C.; et al. Energy efficiency analysis of G7 and BRICS considering total-factor structure. **Journal of Cleaner Production**, v. 122, p. 67-77, 2016.

CAMPELLO, M; GRAHAM, J. R.; HARVEY, C. R. The real effects of financial constraints: evidence from a financial crisis. **Journal of financial Economics**, v. 97, n. 3, p. 470-487, 2010.

CANTORE, N.; CALÌ, M; TE VELDE, D. W. Does energy efficiency improve technological change and economic growth in developing countries? **Energy Policy**, v. 92, p. 279-285, 2016.

CHANDRAN, V. G. R.; SHARMA, S.; MADHAVAN, K. Electricity consumption - growth nexus: the case of Malaysia. **Energy Policy**, v. 38, n. 1, p. 606-612, 2010.

CHEN, Y.; et al. Quantitative modelling of electricity consumption using computational intelligence aided design. **Journal of Cleaner Production**, v. 69, n. 15, p. 143-152, apr. 2014.

CONSTANTIN, S.; LUPSA-TATARU, D. A. **Erro! A referência de hiperlink não é válida..** In: **Annals of DAAAM & Proceedings...**, v. 20, n. 1, p. 271, 2009.

COPEL (Companhia Paranaense de Energia). **Manual de eficiência energética na indústria**. Curitiba: Copel, 2005.

COTTRELL, F. **Energy & Society (revised): the relation between energy, social change, and economic development**. Bloomington: Author House, 2009.

DAVID, H. A.; EDWARDS, A. W. F. Beginnings of extreme-value theory. In: **Annotated Readings in the History of Statistics**. New York: Springer, 2001. (Springer Series in Statistics - Perspectives in Statistics).

DE HAAN, L.; FERREIRA, A. **Extreme value theory: an introduction**. New York: Springer, 2006. (Springer Series in Operations Research and Financial Engineering).

DOBB, M. H. **A evolução do capitalismo**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1987.

EGGOH, J.; BANGAKE, C.; RAULT, C. Energy consumption and economic growth revisited in African countries. **Energy Policy**, v. 39 n. 1, p. 7408-7421, 2011.

ELETROBRÁS. **Bacia hidrográfica brasileira por área**. 2015. Disponível em: <<http://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/geracao/sipot/Potencial%20Hidreletrico%20Brasileiro%20por%20Bacia%20-%20Dezembro%202015.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

ELETROBRÁS. **Centrais Elétricas Brasileiras S.A.** Disponível em: <<http://eletrobras.com/pt/Paginas/home.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt>>. Acesso em: 20 jun. 2017

EPSTEIN, G. A. (Ed.). **Financialization and the world economy**. Cheltenham (ENG): Edward Elgar Publishing, 2005.

ESSO, L. J.; KEHO, Y. Energy consumption, economic growth and carbon emissions: cointegration and causality evidence from selected African countries. **Energy**, v. 114, p. 492-497, 2016.

FALLAHI, F. Causal relationship between energy consumption (EC) and GDP: a Markov-switching (MS) causality. **Energy**, v. 36 n. 7, p. 4165-4170, 2011.

FIDRMUC, J.; KORHONEN, I. The impact of the global financial crisis on business cycles in Asian emerging economies. **Journal of Asian Economics**, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2010.

FISHER, R. A.; TIPPET, L. H. C. On the estimation of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample. In: CAMBRIDGE PHILOSOPHICAL SOCIETY, **Proceedings...** v. 24, p. 180-190, 1928.

FIX, Blair. Energy and institution size. **Plos One**, v. 12, n. 2, feb. 2017.

FODHA, M.; ZAGHDOUD, O. Economic growth and pollutant emissions in Tunisia: an empirical analysis of the environmental Kuznets curve. **Energy Policy**, v. 38, n. 2, p. 1150-1156, 2010.

FRANK, A. G. **Crise na economia mundial**. London: Heinemann, 1980.

FRANK, A. G. **Reflections on the world economic crisis**. London: Hutchinson, 1981.

FUINHAS, J.; MARQUES, A. Energy consumption and economic growth nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: an ARDL bounds test approach (1965–2009). **Energy Economics**, v. 34 n. 2, p. 511-517, 2012.

GADELHA, S. R. B. **Consumo de eletricidade e crescimento econômico no Brasil**. 2015. Disponível em: <[http://www.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/ConsEletric-CrescEcon\\_conident.pdf](http://www.ime.unicamp.br/sinape/sites/default/files/ConsEletric-CrescEcon_conident.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; SEGURA, L.; MARTÍNEZ-FERRERO, J. Carbon emission reduction: the impact on the financial and operational performance of international companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, p. 149-159, 2015.

GAWANDE, K.; HOEKMAN, B.; CUI, Y. Global supply chains and trade policy responses to the 2008 crisis. **The World Bank Economic Review**, v. 29, n. 1, p. 102-128, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-DÍAZ, F. The origin of Mexico's 1994 financial crisis. **Cato Journal**, v. 17, n 3, p.303-313, 1998.

GUMBEL, E. J. **Statistics of extremes**. New York: Dover Publications, 2004.

GURGUL, H.; LACH, L. The electricity consumption versus economic growth of the Polish economy. **Energy Economics**, v. 34 n. 2, p. 500-510, 2012.

GUMBEL, E. J. **Statistics of extremes**. New York: Dover Publications, 2004

HEFFERNAN, J. E.; STEPHENSON, R. I. **An introduction to statistical modeling of extreme values**. New York: Springer, 2012.

HOBSBAWM, E. J. **Era dos extremos: o breve século XX, 1914-1991**. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HUSSAIN, M.; IRFAN JAVAID, M.; DRAKE, P. R. An econometric study of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, energy consumption, and economic growth of Pakistan. **International Journal of Energy Sector Management**, v. 6, n. 4, p. 518-533, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do PIB do Brasil**. Fonte: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/9439-pib-recua-3-6-em-2016-e-fecha-ano-em-r-6-3-trilhoes.html>.



IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Informações dos países que compõe o BRICS**. Disponível em: <<https://paises.ibge.gov.br/#/pt/pais/china/info/sintese>>. Acesso em: 27 out. 2017.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Dados do Estado do Paraná**. Fonte: [http://www.ipardes.gov.br/pdf/nota\\_divulgacao\\_pib\\_tri\\_2017](http://www.ipardes.gov.br/pdf/nota_divulgacao_pib_tri_2017).

JAVID, M.; QAYYUM, A. Electricity consumption-GDP nexus in Pakistan: a structural time series analysis. **Energy**, v. 64, p. 811-817, 2014.

JUÁREZ, S. F.; SCHUCANY, W. R. **Robust and efficient estimation for the generalized Pareto distribution**. 2004. Disponível em: <[www.stat.rice.edu/lehmann/Juarez.pdf](http://www.stat.rice.edu/lehmann/Juarez.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

KIM, Y. H. Interactions among economic activity, energy use, and electricity use. **Energy**, v. 9, n. 9-10, p. 717-725, 1984.

KIVYIRO, P.; ARMINEN, H. Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: causality analysis for Sub-Saharan Africa. **Energy**, v.74, p. 595-606, 2014.

KRAFT, J.; KRAFT, A. On the relationship between energy and GNP. **Journal of Energy and Development**, v. 3, p. 401-403, 1978.

KUMAR, R. R. et al. Exploring the effects of energy consumption on output per worker: a study of Albania, Bulgaria, Hungary and Romania. **Energy Policy**, v. 69, p. 575-585, 2014.

LEÃO, I. Z. C. C. **O Paraná nos anos setenta**. Curitiba: IPARDES/CONCITEC, 1989.

MAGALHÃES FILHO, F.B.B. O novo perfil econômico do Paraná. **Indicadores Econômicos FEE**, v.21, n.3, 1993.

MAGAZZINO, C. The Relationship among real gross domestic product, CO<sub>2</sub> emissions, and energy use in South Caucasus and Turkey. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 6, n. 4, 2016.

MATAR, A.; BEKHET, H. A. Causal interaction among electricity consumption, financial development, exports and economic growth in Jordan: dynamic simultaneous equation models. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 5, n. 4, 2015.

MENDES, B. V. M. **Introdução à análise de eventos extremos**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2004.

MOUTINHO, V.; VARUM, C.; MADALENO, M. How economic growth affects emissions? An investigation of the environmental Kuznets curve in Portuguese and Spanish economic activity sectors. **Energy Policy**, v. 106, p. 326-344, 2017.

NARAYAN, P., NARAYAN, S.; POPP, S. A note on the long-run elasticities from the energy consumption–GDP relationship. **Applied Energy**, v. 87, n. 1, p. 1054-1057, 2010a.

NARAYAN, P.; NARAYAN, S.; POPP, S. Does electricity consumption panel Granger cause GDP? A new global evidence. **Applied Energy**, v. 87, n. 1, p. 3294-3298, 2010b.

NARAYAN, P.; SINGH, B. The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands. **Energy Economics**, v. 29. N. 1, p. 1141-1150, 2007.

OLIVEIRA, D. **Urbanização e industrialização no Paraná**. Curitiba: SEED, 2001.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Acordo de Paris**. Disponível em: [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php)

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PEROBELLI, F. S.; OLIVEIRA, C. C. C. Energy development potential: an analysis of Brazil. **Energy Policy**, v. 59, p. 683-701, 2013.

POLEMIS, M. L.; DAGOUMAS, A. S. The electricity consumption and economic growth nexus: Evidence from Greece. **Energy Policy**, v. 62, p. 798-808, 2013.

QUEDRAOGO, N. S. Energy consumption and economic growth: evidence from the economic community of West African States (ECOWAS). **Energy Economics**, v. 36, p. 637-647, 2013.

RAGSDALE, C. T. **Modelagem e análise de decisão**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

RASIAH, R. R. V.; et al. Time series analysis of the impact of consumption and energy use on environmental degradation: evidence from Malaysia. **Journal of Malaysian Studies**, v. 33, 2015.

REISS, R.-D.; THOMAS, M. **Statistical analysis of extreme values with applications to insurance, finance, hydrology and other fields**. 3. ed. Basel: Birkhäuser Verlag. 2007.

REMMER, K. L. The political impact of economic crisis in Latin America in the 1980s. **American Political Science Review**, v. 85, n. 3, p. 777-800, 1991.

SHAHBAZ, M.; KHAN, S.; TAHIR, M. I. The dynamic links between energy consumption, economic growth, financial development and trade in China: fresh evidence from multivariate framework analysis. **Energy Economics**, v. 40, p. 8-21, 2013.

SHAHBAZ, M.; TANG, C. F.; SHABBIR, M. S. Electricity consumption and economic growth nexus in Portugal using cointegration and causality approaches. **Energy Policy**, v. 39, n. 6, p. 3529-3536, 2011.

SHAHBAZ, M; et al. Time-varying analysis of CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and economic growth nexus: statistical experience in next 11 countries. **Energy Policy**, v. 98, p. 33-48, 2016.

SHAIKH, A. Explicando a crise econômica global. **Materialismo Histórico**, v. 5, n. 1, p. 103-144, 1999.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

TONG, H.; WEI, S-J. The composition matters: capital inflows and liquidity crunch during a global economic crisis. **Review of Financial Studies**, v. 24, n. 6, p. 2023-2052, 2011.

TRINTIN, J. G. **A nova economia paranaense: 1970 a 2000**. Maringá (PR): EDUEM, 2006.

VILLAREAL, M. J. C.; MOREIRA, J. M. L. Household consumption of electricity in Brazil between 1985 and 2013. **Energy Policy**, v. 96, p. 251-259, 2016.

VOLACO, G. et. al. Economia paranaense: desempenho recente e cenários de curto prazo. **Análise Conjuntural IPARDES**, v. 13, n.4, p.1-9, 1991.

WALTER, A. **Governing finance**. New York: Cornell University Press, 2008.

WANG, Y.; et al. Energy consumption and economic growth in China: a multivariate causality test. **Energy Policy**, v. 39 n. 3, p. 4399-4406, 2011.

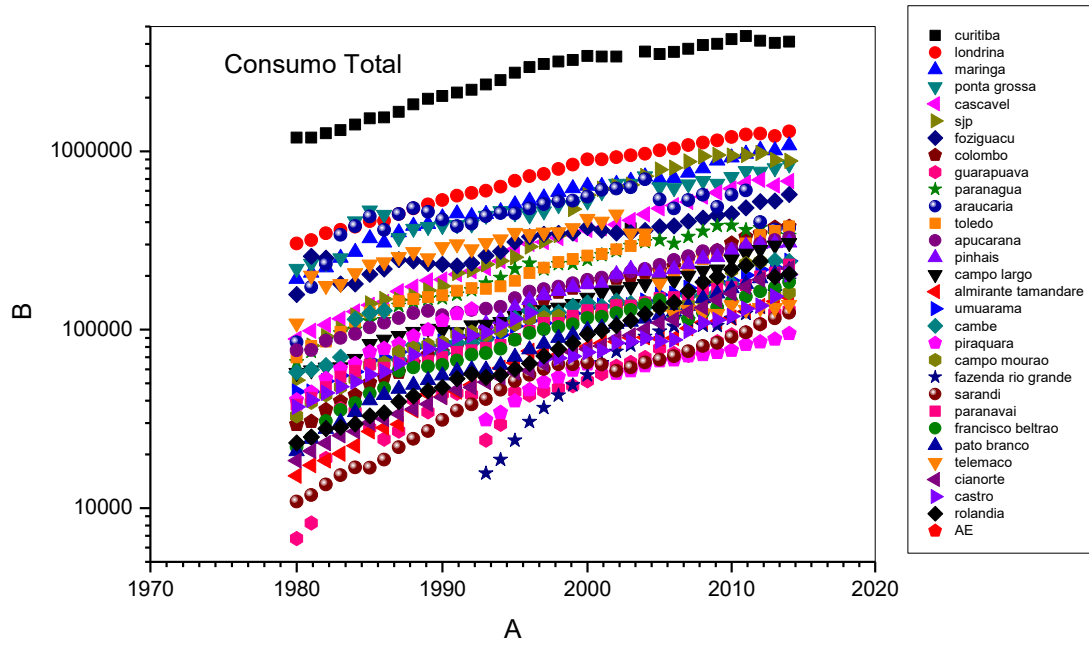
YILDIRIM, E.; ASLAN, A.; OZTURK, I. Energy consumption and GDP in ASEAN countries: Bootstrap-corrected panel and time series causality tests. **The Singapore Economic Review**, v. 59, n. 02, p. 1450010, 2014.

YOO, S.; KWAK, S. Electricity consumption and economic growth in seven South American countries. **Energy Policy**, v. 38 n. 1, p. 181-188, 2010.

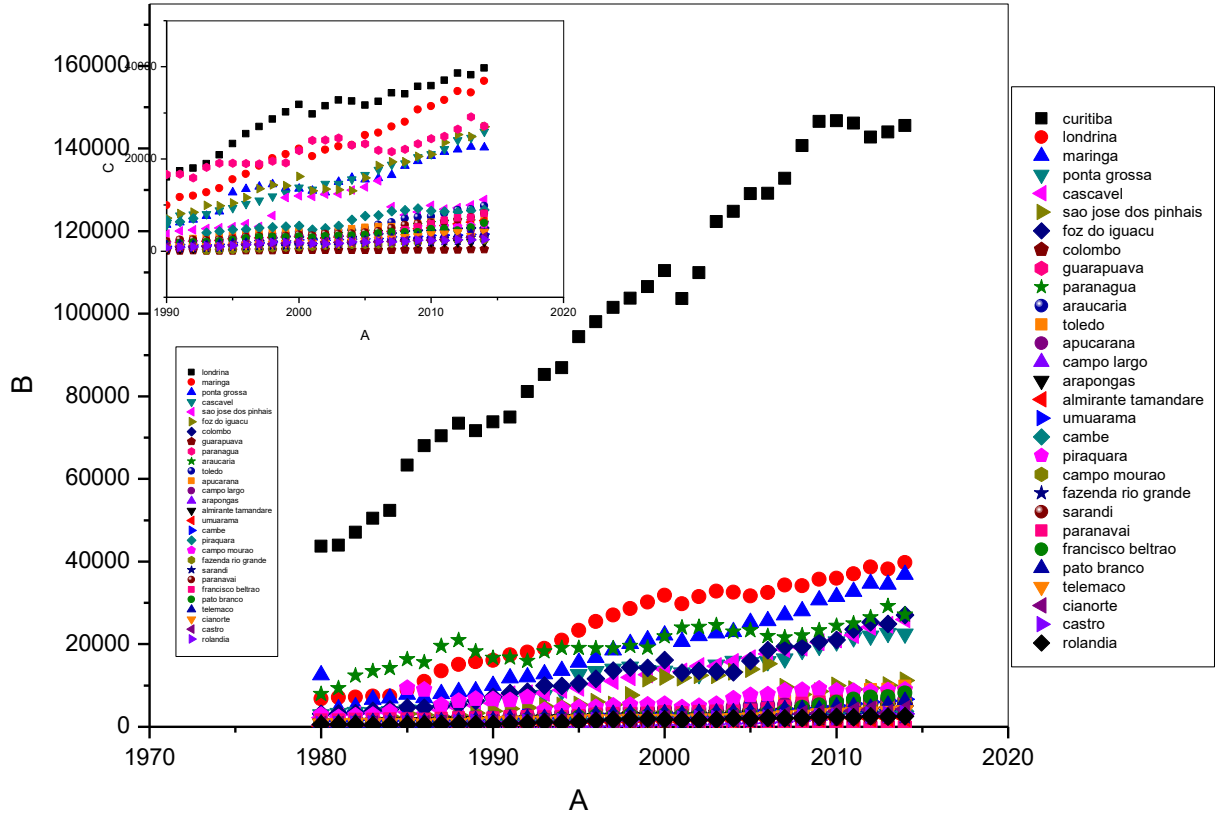
ZHANG, Y. Interpreting the dynamic nexus between energy consumption and economic growth: empirical evidence from Russia. **Energy Policy**, v. 39 n. 5, p. 2265-2272, 2011.

ZHAO, X.; et al. Decoupling economic growth from carbon dioxide emissions in China: a sectoral factor decomposition analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3500-3516, 2017.

APÊNDICE A - Consumo Total de eletricidade em cidades Paranaenses – Série Temporal  
1980 – 2014.

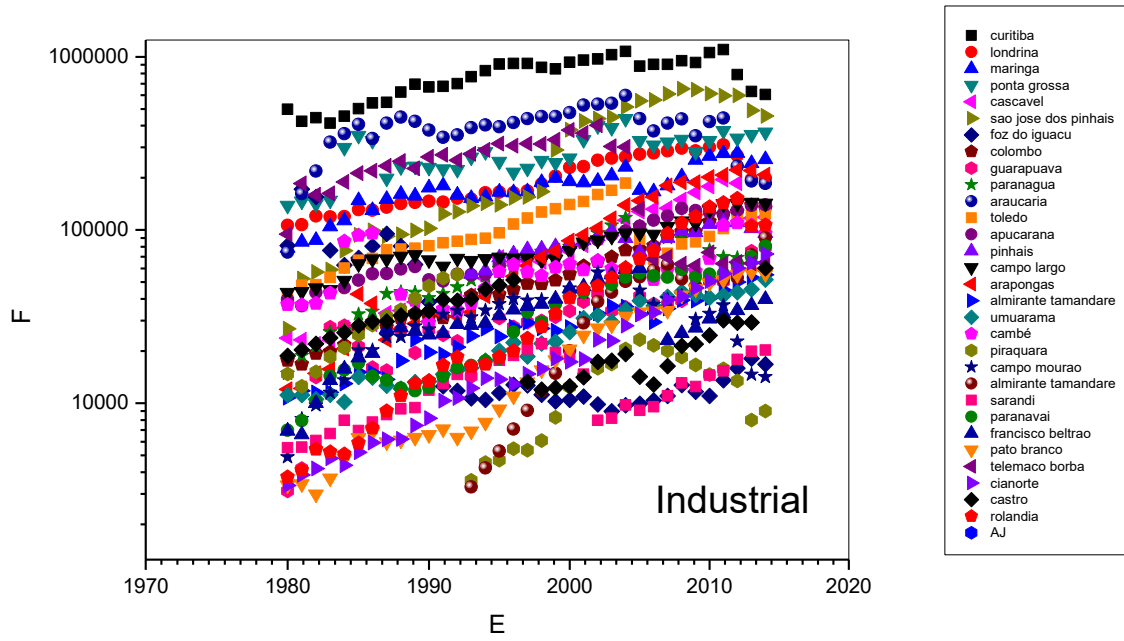


APÊNDICE B - Consumo Setor Público de eletricidade em cidades Paranaenses – Série  
Temporal 1980 – 2014.



APÊNDICE C - Consumo Setor Industrial de eletricidade em cidades Paranaenses – Série  
Temporal 1980 – 2014.





APÊNDICE D - Consumo Setor Residencial de eletricidade em cidades Paranaenses – Série  
Temporal 1980 – 2014.

