



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CLÉVIA ISRAEL FARIA FRANÇA

**ESTRUTURA PRODUTIVA DOS PAÍSES DA ZONA DO  
EURO E SEUS IMPACTOS NO USO DE ENERGIA**

---

Londrina  
2017

CLÉVIA ISRAEL FARIA FRANÇA

**ESTRUTURA PRODUTIVA DOS PAÍSES DA ZONA DO  
EURO E SEUS IMPACTOS NO USO DE ENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Regional (PPE), Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Profa Dra Irene Domenes  
Zapparoli

Londrina  
2017

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

F814e França, Clévia Israel Faria.

Estrutura produtiva dos países da zona do euro e seus impactos no uso da energia /  
Clévia Israel Faria França. - Londrina, 2017.  
70 f.: il.

Orientador: Irene Domenes Zapparoli.

Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Estadual de  
Londrina, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Programa de Pós-Graduação em  
Economia Regional, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Economia regional. - Teses. 2. Relações intersetoriais. - Teses. 3. Energia -  
Consumo. - Teses. 4. Países da União Européia. - Teses. I. Zapparoli, Irene Domenes.  
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Estudos Sociais Aplicados. Programa  
de Pós-Graduação em Economia Regional. III. Título.

CDU 330.35

CLÉVIA ISRAEL FARIA FRANÇA

**ESTRUTURA PRODUTIVA DOS PAÍSES DA ZONA DO EURO E  
SEUS IMPACTOS NO USO DE ENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Regional (PPE), Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa Dra Irene Domenes  
Zapparoli  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Umberto Antonio Sesso Filho  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Emerson Guzzi Zuan Esteves  
Universidade Estadual do Norte do Paraná -  
UENP

Londrina, 29 de agosto de 2017.

*Dedico a meus pais,  
Meu esposo Jeferson  
e a minha filha Ana Victória*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, ao Autor e Consumador da fé “Deus”, por nunca me deixar só e dizer sempre em meu coração: Tudo é possível ao que crê!

Ao meu esposo Jeferson pela força e apoio durante a elaboração deste trabalho. Por entender a ausência e dizer sempre: Não desista, dará tudo certo! Obrigado por me amar independente da situação.

A minha filha Ana Victória, alegria dos meus dias, motivação e esperança que me fez seguir em frente em dias difíceis com seu olhar de ternura e suas doces palavras: mamãe não fique triste, você irá conseguir e haverá tempo para brincarmos. Te amo incondicionalmente.

Aos meus pais, José e Matilde, exemplo de dignidade e amor, que mesmo em dias de adversidade e dores me ajudaram em oração, o que me fez entender que apesar de noites escuras e tristes há esperança de alegria ao amanhecer. Vocês sempre serão fonte de inspiração... Amo muito vocês.

À minha orientadora Irene Domenes Zapparoli, pelos seus ensinamentos, dedicação, conselhos e alegria de viver, você é um exemplo de pessoa e profissional e ao professor Umberto Antônio Sesso Filho pelo valioso trabalho que me inspirou a buscar mais conhecimento sobre a metodologia utilizada, agradeço às contribuições em relação ao desenvolvimento deste trabalho.

A todos os demais professores do Mestrado, pelos valiosos ensinamentos concedidos, aos meus colegas e amigos de curso, e aos amigos irmãos do trabalho que nunca me deixaram desistir, suportaram minha angústia, vibraram e compartilharam os momentos de alegria: Magno, Fabiano, Cleverson, Leuter, Lino, Renato, Daiane, Sérgio e Indiara, vocês me fizeram em muitos momentos esquecer as dificuldades e acreditar na vitória. Jamais esquecerei. Amo vocês!

E ao amigo Emerson Esteves, que com paciência, disposição e profissionalismo contribuiu diretamente no desenvolvimento deste trabalho. Obrigado por cada informação e orientação.

Por fim, agradeço a todos os amigos e familiares que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação e para a construção deste trabalho.

A Grande Sabedoria de Deus impulsiona a humanidade ao caminho da perfeição. Afinal... Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais.

Jeferson França e Augusto Cury

FRANÇA, Clévia Israel Faria. **Estrutura produtiva dos países da Zona do Euro e seus impactos no uso da energia**. 2017. 70 f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

A Zona do Euro ampliou as relações comerciais entre países e a formação de grandes empresas europeias que emergiram a partir das fusões e aquisições. Porém, com o crescente poder econômico, houve aumentos do impacto desses países sobre o meio ambiente, no que se refere a utilização de energia. Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é correlacionar a estrutura produtiva da Zona do Euro e seus impactos no uso da energia nos anos de 1995 e 2009. Para atingir esse intento foram calculados os multiplicadores e geradores de energia renovável e não renovável e ainda foi identificado o efeito transbordamento da utilização de energia. Para tanto, utilizou-se como metodologia a matriz insumo-produto, sendo que a base de dados foi extraída do *World Input-Output Database (WIOD)*. Os resultados mostraram que, o setor que apresentou os maiores multiplicadores de produção dos países da Zona do Euro em relação ao uso de energia, foi equipamentos de transporte. No que é pertinente aos maiores geradores, Refino de Petróleo e Combustível Nuclear e Eletricidade, Gás e Água, foram os que se destacaram no período analisado. Outros resultados importantes indicam que grande parte da utilização de energia proveniente do aumento da produção é transbordada para fora do bloco, o que indica insuficiente infraestrutura interna. Devido a um *trade-off* entre o aumento da produção e a utilização de energia, seria importante descobrir as vantagens e desvantagens de cada país quanto a tais escolhas, sendo esta, uma sugestão para trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** Zona do Euro. Energias. Matriz Insumo-produto.

FRANCE, Clévia Israel Faria. **The productive structure of the Euro Zone countries and their impacts on energy use.** 2017. 70 p. Dissertation (Master in Regional Economics) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

### **ABSTRACT**

The Eurozone has expanded trade relations between countries and the formation of large European companies that have emerged from mergers and acquisitions. However, with increasing economic power, there has been an increase in the impact of these countries on the environment as regards energy use. In this sense, the general objective of this work is to correlate the productive structure of the Euro Zone and its impacts on the use of energy in the years 1995 and 2009. In order to achieve this, the multipliers and generators of renewable and non-renewable energy were calculated and the overflow effect of energy use. For that, the input-output matrix was used as methodology, and the database was extracted from the World Input-Output Database (WIOD). The results showed that the sector that presented the biggest multipliers of production of the countries of the Euro zone in relation to the use of energy was transport equipment. In what is pertinent to the largest generators, Refining of Petroleum and Nuclear Fuel and Electricity, Gas and Water, were the ones that stood out in the analyzed period. Other important results indicate that much of the energy use from increased production is transhipped outside the bloc, indicating insufficient internal infrastructure. Due to a trade-off between increasing production and energy use, it would be important to discover the advantages and disadvantages of each country in such choices, and this is a suggestion for future work.

**Keywords:** Euro Zone. Energies. Input-Output Matrix.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Evolução da Produção de Energia Primária no Brasil, 1995, 2005 e 2015.....	16
<b>Figura 2</b> - Diagrama de McKelvey.....	20
<b>Figura 3</b> - Tipos de carvão, reservas e usos.....	22
<b>Figura 4</b> - Sistema de energia eólica residencial.....	25
<b>Figura 5</b> - Corte transversal da Terra.....	29
<b>Figura 6</b> - Uso de energia na Zona do Euro, em 1995 (% em milhões de dólares).....	51
<b>Figura 7</b> - Uso de energia na Zona do Euro, em 2009 (% em milhões de dólares).....	51
<b>Figura 8</b> - Multiplicador de energia não renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009.....	54
<b>Figura 9</b> - Multiplicador de energia renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009.....	55
<b>Figura 10</b> - Gerador de energia não renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009.....	58
<b>Figura 11</b> - Gerador de energia renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009.....	59
<b>Figura 12</b> - Transbordamento da utilização de energia não renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009, (em %).....	61
<b>Figura 13</b> - Transbordamento da utilização de energia renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009, (em %).....	62

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Vantagens e desvantagens das energias não renováveis .....	23
<b>Quadro 2</b> - Vantagens e desvantagens do sistema fotovoltaico.....	26
<b>Quadro 3</b> - Vantagens e desvantagens das energias renováveis .....	31
<b>Quadro 4</b> - Possíveis Impactos do Aquecimento Global .....	33
<b>Quadro 5</b> - Setores produtivos da economia para a matriz insumo-produto .....	41
<b>Quadro 6</b> - Relações entre as demandas intermediárias demanda final e o valor bruto de produção .....	42
<b>Quadro 7</b> - Relações de Insumo-Produto em um sistema nacional (economia com três setores) .....	43
<b>Quadro 8</b> - Relações de Insumo-Produto em um sistema inter-regional com duas regiões.....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Participação dos gases de efeito estufa nas emissões mundiais em 2009 .....	33
<b>Tabela 2</b> - Uso de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 (US\$ milhões) .....	50
<b>Tabela 3</b> - Multiplicador de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 .....	53
<b>Tabela 4</b> - Gerador de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 (US\$ 1 milhão) .....	57
<b>Tabela 5</b> - Transbordamento da utilização de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 (%) .....	60

## LISTA DE SIGLAS

ANNEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM	Balanco Energético Nacional
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China
ECOD	Ecodesenvolvimento de Energia
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MIPS	Matriz de Insumo Produto
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PIB	Produto Interno Bruto
REN21	Renew Able Energy Policy Network for the 21 st Century
SDA	Structural Decomposition Analysis
TJ	Terajoule
WIOD	World Input-Output Database

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>O USO DE ENERGIA E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS</b> .....	15
2.1	USO DA ENERGIA E DO AMBIENTE .....	15
2.1.1	Energia: Uma Definição Inicial.....	15
2.1.2	Energia de Combustíveis Fósseis .....	19
2.1.3	Dimensões da Energia Renovável.....	24
2.2	AQUECIMENTO GLOBAL E POLUIÇÃO TÉRMICA.....	31
2.3	UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE INSUMO-PRODUTO NO USO DE ENERGIA .....	34
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	40
3.1	FONTES E BASE DE DADOS .....	40
3.2	METODOLOGIA BÁSICA DE INSUMO-PRODUTO .....	42
3.2.1	Construção da Matriz de Insumo-Produto .....	42
3.2.2	Geradores.....	46
3.2.3	Multiplicadores.....	47
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	48
4.1	ESTRUTURA PRODUTIVA DA ZONA DO EURO.....	48
4.1.1	Multiplicador de Energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 .....	52
4.1.2	Gerador de Energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 .....	56
4.1.3	Transbordamento da utilização de Energia dos Países da Zona do Euro, 1995 e 2009 .....	59
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	63
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65

## 1 INTRODUÇÃO

Na sociedade moderna a energia é essencial para gerar bens com sustentação em recursos naturais. No entanto, o desenvolvimento e o crescimento econômico compartilham o conhecimento da necessidade de um abastecimento adequado e seguro de energia. Uma vez que o mundo se tornou interdependente em termos de processos produtivos, as utilizações dos recursos energéticos impactam o ambiente.

Dentre as principais discussões a respeito de energia dar-se-á especial atenção ao uso de fontes renováveis de energia como água, o vento, o sol e a biomassa e o uso de recursos não renováveis como carvão, petróleo, gás natural e o urânio

Em um contexto de globalização econômica e franco crescimento do consumo em escalas nunca antes observadas, destaca-se a chamada Zona do Euro, que se refere a uma união monetária dentro da União Europeia. Constituída pelos países Alemanha, Áustria, Bélgica, Chipre, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Finlândia, França, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Holanda, Portugal, Grécia e Espanha, os quais adotaram o euro como única moeda.

Nesta conjuntura os países da Zona do Euro, por demonstrarem algumas singularidades, seja pelo tamanho ou dinamismo, têm se tornado alvo de crescente interesse no cenário internacional. No entanto, junto com o crescente poder econômico, cresce o impacto desses países sobre o meio ambiente, no que diz respeito ao uso de energia renovável e energia não renovável.

Nessa perspectiva o estudo do uso da estrutura produtiva da Zona do Euro e seus impactos no uso da energia se tornam relevantes porque impactam a estrutura produtiva mundial.

Considerando esse cenário o problema que a pesquisa se ocupa em responder é: Qual é o impacto na estrutura produtiva da Zona do Euro no uso da energia nos anos de 1995 e 2009?

O objetivo geral consiste em correlacionar os impactos do uso de energia renovável e não renovável na estrutura produtiva da Zona do Euro nos anos de 1995 e 2009. Para tanto foram calculados os multiplicadores de energia a fim de avaliar a relação da estrutura produtiva dos países membros da Zona do Euro; Identificados os geradores de energia o qual indica a quantidade gerada direta e

indiretamente que corresponde a uma unidade monetária de demanda final; Estimados o efeito transbordamento da utilização de energia, o qual, mensura o aumento da sua utilização no setor sobre as atividades econômicas que estão fora de sua região de origem.

Desse modo, essa pesquisa, utiliza como ferramenta a matriz insumo-produto, sendo que a base de dados foi extraída do *World Input-Output Database* (WIOD), a qual contempla 35 setores produtivos na economia de 40 países, mais o restante do mundo. Porém, cabe salientar que neste estudo serão analisados exclusivamente os países membros da Zona do Euro, dada a crescente preocupação com os impactos da utilização da energia, em razão das perspectivas de crescimento econômico desses países.

Portanto, este estudo se justifica, porque possibilita que sejam identificados a partir da metodologia proposta os setores chave, os elos ou lacunas existentes intersetorialmente ao longo da cadeia produtiva da Zona do Euro. Pois, ao estimar as Matrizes de Insumo produto dos países que compõem o bloco, revela-se o potencial produtivo, possibilitando a identificação do uso de energia, a geração direta e indireta de energia que impacta a demanda final e ainda os transbordamentos da produção em setores estratégicos para o restante do mundo. Nesse sentido, destaca-se o caráter de ineditismo dessa pesquisa em relação ao bloco analisado.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: além da introdução, apresenta a fundamentação teórica, a metodologia de pesquisa, apresentação e análise dos resultados quanto ao cálculo dos multiplicadores, identificação dos geradores e estimação do transbordamento e por fim, as considerações finais.

## 2 O USO DE ENERGIA E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS

Esta seção aborda um panorama acerca das questões ambientais, incorporando assuntos relacionados ao uso da energia renovável e não renovável e seus impactos econômicos. Para tanto, o mesmo está dividido em três partes. Inicialmente é abordado a definição geral de energia, evidenciando sua utilização, além disso, é apresentado um panorama da energia de combustíveis fósseis e das dimensões da energia renovável. A segunda parte expõe o problema gerado pelo aquecimento global e poluição térmica. Já a terceira evidencia algumas aplicações encontradas na literatura referentes à utilização de modelos de insumo-produto em questões ambientais.

### 2.1 USO DA ENERGIA E DO AMBIENTE

#### 2.1.1 Energia: Uma Definição Inicial

Na sociedade moderna, a energia é utilizada para a constituição de bens, com base em recursos naturais, pois fornece serviços que beneficiam a coletividade, sendo que, em 2017, menos de 1% do trabalho efetuado nos produtos industrializados dependem da força muscular como fonte de energia. Portanto, o abastecimento adequado de energia é essencial para o processo de desenvolvimento econômico, visto que, permeia todos os setores como: economia, trabalho, relações internacionais e ambiente.

Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) apontam que a energia é mais bem descrita pelo que ela pode fazer. Não é possível “ver” a energia, apenas seus efeitos; não é possível fazê-la, apenas usá-la; e não é possível destruí-la, apenas desperdiçá-la.

Existem estudos importantes a respeito da aplicação de Modelos de Insumo-Produto no Uso de Energia, como os trabalhos nacionais de Mattos *et al.* (2008), Simas (2012), Firme e Perobelli (2012), Souza, Zapparoli, Sesso Filho *et al.* (2015), Ferreira Neto *et al.* (2012), Montoya e Pasqual (2015), Duarte (2008) e Esteves (2017) e os trabalhos internacionais de Machado, Schaeffer, e Worrell (2001), Liu *et al.* (2010) e Tang, Snowden e Höök (2013) os quais fizeram uso do método para análise da utilização da energia renovável e não renovável na estrutura produtiva.

Segundo Duarte (2008) embora o conceito de energia não possua uma

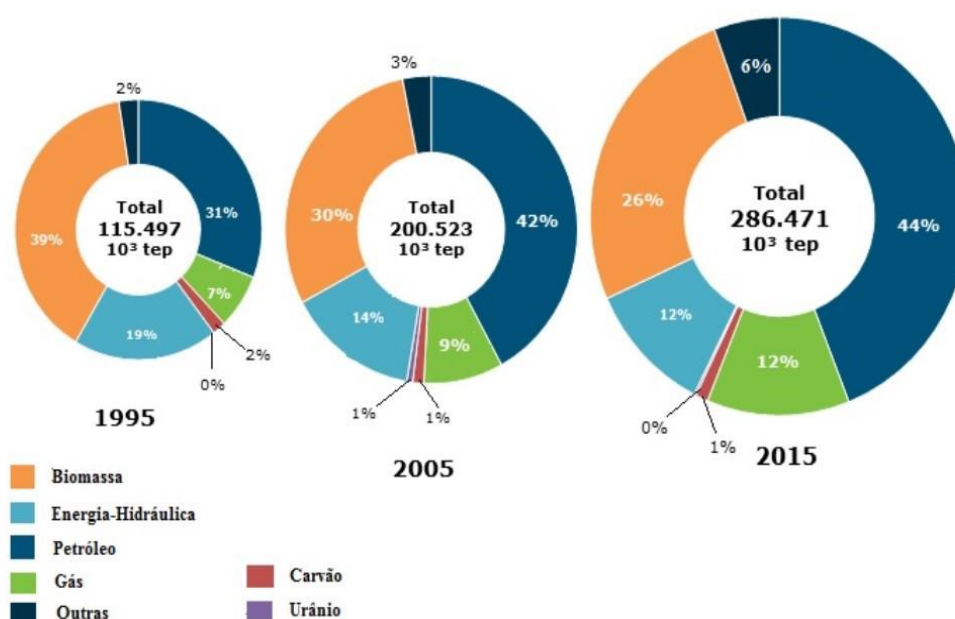
definição concisa, ao menos no âmbito econômico, pode-se correlacioná-lo aos recursos naturais usados como bem intermediário para a produção de bens e serviços, que por sua vez, integram o conjunto de condicionantes do desenvolvimento humano ao longo do tempo.

Dessa forma, May (2009, p. 240), pressupõe que os limites ao crescimento fundamentado na escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte são reais e não necessariamente superáveis por meio do progresso tecnológico.

Em todo o mundo os governos têm em suas políticas energéticas o uso de combustíveis fósseis, carvão, petróleo, gás natural e urânio, sendo que, tais bases representam altos custos de impactos socioambientais que sustentaram o crescimento e o desenvolvimento econômico das últimas décadas (MENTONE, 2015).

Goldemberg e Lucon (2008) indicam que a produção de energia no século 20 foi dominada por combustíveis fósseis o que representavam, ainda no início do século 21, cerca de 80% de toda a energia produzida no mundo. É possível observar na figura 1 que entre 1995 e 2015, o petróleo e o gás natural ampliaram a sua participação na produção de energia primária, passando de 38% para 56%. No período, a produção de petróleo mais que duplicou e a de gás natural triplicou (IBP, 2016).

**Figura 1** - Evolução da Produção de Energia Primária no Brasil, 1995, 2005 e 2015



Fonte: Adaptado do IBP (2016).

Capriglione (2006) assinala que, as energias consumidas pela sociedade podem ser classificadas em: fontes primárias advindas da natureza, tais como a energia solar, nuclear, proveniente dos núcleos dos átomos ou a energia gravitacional. As fontes secundárias são originadas das primeiras, sendo que, representam transformações ou mesmo formas de energia como, por exemplo, a biomassa cuja origem é solar, energia advinda das marés cuja origem é gravitacional e energia geotérmica oriunda das altas temperaturas existentes no interior da terra. Sob a ótica da física pode-se destacar as seguintes formas de energia: radiação, química, nuclear, térmica, mecânica, elétrica, magnética e elástica.

Do total de energia consumida, dois fatores devem ser levados em conta: a eficiência da atividade e a quantidade daquela atividade. Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) indicam que os esforços de conservação de energia concentram-se em:

- 1) O ajuste técnico, que consiste na utilização mais eficaz do combustível para desempenhar a mesma tarefa, como, por exemplo, dirigir um carro com um motor mais eficiente, reduzindo a energia requerida por essa atividade; e
- 2) A mudança no estilo de vida, que significa usar conscientemente uma menor quantidade de combustível, por meio de comportamentos como desligar o ar-condicionado ou dirigir por percursos menores, reduzindo, assim, a frequência da atividade.

Situações políticas como o Embargo do petróleo, em 1973, a Revolução Iraniana de 1979, a Guerra do Golfo Pérsico em 1991 e a invasão do Iraque em 2003, condicionaram a percepção do quanto a energia é fundamental para a sociedade.

Escobar (2015) salienta que os paradigmas contemporâneos de desenvolvimento foram constituídos em direção a uma visão holística e abrangente, onde há a percepção das necessidades multidimensionais dos seres humanos para interagir em seu ambiente natural, social e produtivo.

Devido a interdependência mundial, o crescimento econômico depende da utilização de recursos energéticos adequados e confiáveis. Neste sentido, em torno de 40% da energia global vem do petróleo, parte importada do Golfo Pérsico pelas nações industrializadas. Dessa região, o Japão importa 80% do seu petróleo e os Estados Unidos, 18%. Enquanto a França importa quase todo o seu petróleo,

apenas 15% vem do Golfo Pérsico. Se os países industrializados fossem submetidos a alguma restrição significativa de acesso a essas fontes de petróleo, como a redução das jazidas ou grandes aumentos dos preços, certamente suas economias sofreriam danos consideráveis (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014).

É significativo salientar que recursos naturais abrangem um amplo espectro de componentes, conforme expressado por Fonseca (1992), sendo eles os recursos minerais (minérios), os recursos biológicos (fauna e flora) e recursos incidentais (radiação solar, ventos e correntes oceânicas). Tais recursos naturais são classificados em renovável e não renovável, o que depende da capacidade de esgotamento.

A utilização e exploração dos recursos energéticos impactam o ambiente. Barbosa (2015) assinala que várias fontes de energia podem ser ou não sustentáveis. A água é sustentável desde que seus mananciais e o fluxo sejam preservados, o que implica em proteger as matas e evitar que um rio ou uma represa percam volume. A julgar apenas pela “capacidade de reabastecimento”, a mais antiga energia renovável que continua em uso atualmente é a queima de lenha (replantar as árvores garante seu suprimento).

O conhecimento dos recursos energéticos, bem como, as limitações e utilizações é necessário para a compreensão da energia. É importante ressaltar que há dificuldades em estabelecer com exatidão o tamanho e duração de cada recurso energético. Contudo, o mundo industrializado presenciou uma sutil revolução na maneira de utilizar energia.

Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) constataram que algumas mudanças foram afetadas pela crise global, mas a tendência ainda está correta. Em comparação, os países em desenvolvimento estão experimentando um rápido aumento no consumo de energia per capita. Ao mesmo tempo que representam 80% da população mundial, eles consomem apenas um terço da energia global. Todavia espera-se que essa participação aumente em torno de 40% na próxima década, em razão da rápida expansão industrial, do grande crescimento populacional, da urbanização e do aumento dos salários, permitindo que as famílias adquiram aparelhos eletrônicos e automóveis.

No contexto geral, para compreender a racionalização de energia, que visa reduzir o consumo sem provocar a perda de comodidade do consumidor, é necessário aumentar a eficiência dos equipamentos para que haja perdas mínimas,

contemplando a oferta de energia no sentido de racionalizar e distribuir a demanda na utilização final.

### 2.1.2 Energia de Combustíveis Fósseis

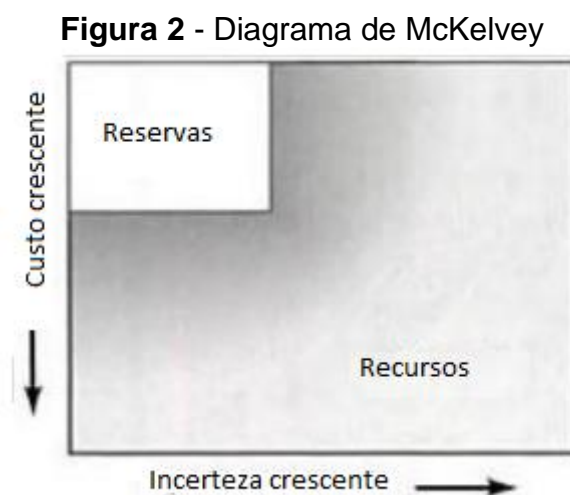
A limitação de reservas na natureza cuja utilização culmina em extinção é característica das energias não renováveis, sendo 85% das fontes de energia usadas no mundo. Segundo Carvalho (2008) durante as eras de aquecimento global – que se supõe tenham ocorrido 150 e 90 milhões de anos – certas micro-algas, principalmente das famílias das Botryococcus e das diatomáceas, ricas em lipídeos, além de bactérias e remanescentes de plantas que viveram e morreram sobre superfícies aquáticas, submergiam e se incorporavam aos leitos de mares e lagos, decompondo-se e gerando os componentes básicos do petróleo. As folhas e outros resíduos de plantas terrestres, por sua vez também foram sendo carregados para o fundo do mar pelos rios ou pela erosão, criando, sob elevadas pressões e temperaturas, condições para a formação de gás.

Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) citam que o petróleo é o combustível de uso mais comum e parece ter as menores reservas globais, mas, continua sendo a mercadoria da qual mais dependemos. De fato, a dependência de petróleo, especialmente para transporte, deixa muitos países vulneráveis a um desastre econômico de grandes proporções em caso de interrupção ou corte do fornecimento.

De acordo com Alves e Boligian (2004), o petróleo é um hidrocarboneto concebido a partir da decomposição da matéria orgânica ao longo de milhares de anos. Sendo seu uso importante por ser a matéria prima que compõem combustíveis como gasolina, querosene, óleo diesel, bem como produtos da indústria petroquímica, como o plástico e seus derivados.

Carvalho (2008) assinala que, o petróleo abrange três famílias de hidrocarbonetos: Alcanos, que são hidrocarbonetos alifáticos saturados, de fórmula geral  $C_nH_{2n+2}$ , com cadeia linear ramificada ou não. Em função do número de átomos de carbono, ocorrem em estado gasoso, líquido ou sólido, cada um podendo conter, em mistura, traços dos outros dois; Hidrocarbonetos não saturados, com cadeia fechada, como os aromáticos, dos quais o mais simples é o benzeno ( $C_6H_6$ ); Betumes, asfaltos e graxas, que são compostos de elevada massa molecular, ricos em nitrogênio, oxigênio, enxofre, níquel, etc.

A figura 2 apresenta o método desenvolvido pelo U.S. Geological Survey, denominado diagrama de McKelvey e caracteriza os diferentes tipos de recursos petrolíferos.



**Fonte:** Adaptado de Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014, p.255)

No diagrama proposto é possível observar um retângulo que evidencia todos os recursos: exemplo o petróleo em uma determinada área: Estados Unidos. O custo crescente do produto final que indica o menor custo de recuperação iniciando pelo canto superior esquerdo é registrado no eixo vertical. Já a incerteza crescente de descoberta é evidenciado no eixo horizontal. O canto superior esquerdo do retângulo é ocupado pelas reservas conhecidas por meio da prospecção e podem ser recuperadas com preços e tecnologias atuais. No entanto, os recursos ainda não descobertos evidenciam que a medida em que se afasta do eixo vertical para a direita há aumento de incerteza.

As reservas podem ser divididas em: comprovadas, indicadas e inferidas. As comprovadas são aquelas passíveis de produção em reservatório conhecidos, sob condições econômicas e tecnológicas existentes. Reservas indicadas são quantidades recuperáveis de jazidas conhecidas por meio de melhoramentos de técnicas de recuperação. E as inferidas são os depósitos esperados em jazidas identificadas, porém ainda não quantificadas (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014).

Combustível mais abundante da América e do mundo, o carvão é constituído a partir de material vegetal que se acumulou no fundo dos pântanos há milhões de anos e decompôs-se em turfa e conforme o terreno se sedimentava era coberta por

lama e areia que se transformavam em xisto e arenito encontrados no topo dos veios de carvão atuais. De acordo com a ANNEL (2017) existem dois tipos de carvão na natureza: o vegetal que é obtido a partir da carbonização da lenha e o mineral formado pela decomposição da matéria orgânica durante milhões de anos, sob determinadas condições de temperatura e pressão.

Goldemberg e Lucon (2007) ressaltam que o carvão mineral em uso no Brasil tem duas origens: o carvão a vapor (energético), que é nacional e tem cerca 90% do seu uso na geração elétrica, e o carvão metalúrgico, importado para produzir o coque, especialmente usado na indústria siderúrgica. O carvão nacional é de baixa qualidade com impurezas de óxidos de enxofre que podem atingir até 7%. O carvão mineral manteve em 2004 a participação de 6,7% na matriz energética brasileira, sendo um quarto desse total de origem nacional.

No entanto, tanto o carvão vegetal quanto o mineral podem ser usados na indústria (principalmente siderúrgica) e na produção de energia elétrica. Porém, enquanto o primeiro é pouco utilizado, exceto no Brasil, maior produtor mundial, o consumo do segundo está bastante aquecido. Este movimento tem a ver não só com a disponibilidade de reservas, mas com a qualidade do carvão, medida pela capacidade de produção de calor – ou poder calorífico, expresso em kcal/kg (quilocaloria obtida por quilo do combustível).

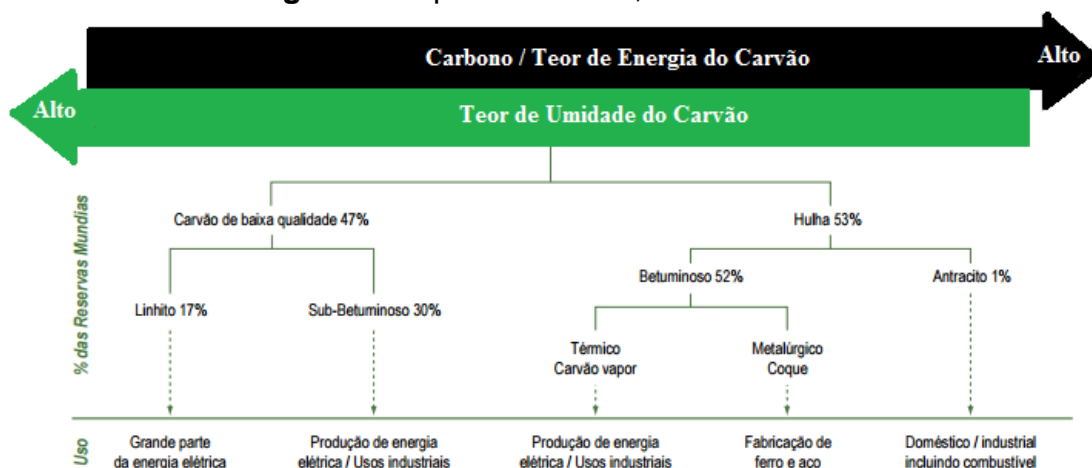
A qualidade do carvão e seu poder calorífico dependem da antiguidade do seu processo de formação. Existem quatro tipos principais de carvão mineral: turfa, linhito, hulha e antracito, todos em ordem crescente de teor de carbono. Do carvão mineral ainda é possível obter subprodutos que são de grande utilidade na indústria, entre eles o coque e o alcatrão de hulha (DUARTE, 2008).

O poder calorífico no carvão vegetal é baixo, porém as impurezas são elevadas, já no carvão mineral há variação tanto relacionada ao poder calorífico quanto as impurezas, o que resulta na subdivisão do minério nas seguintes categorias: qualidade baixa (linhito e sub-betuminoso) e qualidade alta (hulha, dividida em dois tipos antracito e betuminoso).

O Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANNEL, 2008a) evidencia na figura 3, que 53% das reservas mundiais de carvão mineral são compostas por carvão com alto teor de carbono (hulha) e 47% com baixo teor de carbono. A produção e o consumo mundial concentram-se nas categorias intermediárias: os carvões tipos betuminoso/sub-betuminoso e linhito. O primeiro, de maior valor térmico, é

comercializado no mercado internacional. O segundo é utilizado na geração termelétrica local.

**Figura 3 - Tipos de carvão, reservas e usos**



**Fonte:** Adaptado de ANNEL (2008a).

Em relação a extração do carvão, se é estreita a camada que o recobre ou não há solo apropriado a perfuração de túneis, a extração a céu aberto é a opção, sendo esta de maior produtividade, porém, se o mineral está localizado em camadas profundas ou é identificado como veios de rocha torna-se necessário a construção de túneis.

Segundo Moreira e Sene (2009) a aplicação principal do carvão a nível mundial, é a obtenção de energia elétrica através das termoelétricas, muito embora sua utilização pela indústria seja bem diversa. Neste sentido, a desvantagem principal da utilização do carvão nas termoelétricas é a contaminação de enxofre que as centrais produzem, causando chuva ácida, entre outros problemas. É a fonte de energia não renovável mais abundante na natureza e a segunda mais consumida no mundo. Os impactos ambientais causados pelo uso do carvão mineral se assemelham aos do uso do petróleo.

No que diz respeito ao gás natural, Guarireiro, Vasconcellos e Solci (2011), apontam que o gás natural é uma mistura gasosa de hidrocarbonetos gerada a partir da decomposição da matéria orgânica em milhões de anos, e normalmente acompanham as jazidas de petróleo ou os depósitos de carvão. A composição do gás natural varia de acordo com a jazida que se extrai, contudo é muito comum

encontrar grandes quantidades de metano, que as vezes pode superar 90 ou 95%, e outros gases como nitrogênio, metano, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, butano, propano, mercaptanos e traços de hidrocarbonetos mais pesados. Portanto, o propano e o butano, extraídos nos gaseificadores de carvão, nas refinarias ou em unidades de processamentos de gás natural, constituem o chamado gás liquefeito do petróleo (GLP).

Segundo a REN21 (2010), as principais vantagens e desvantagens com relação as energias não renováveis podem ser observadas no quadro 1.

**Quadro 1 - Vantagens e desvantagens das energias não renováveis**

Vantagem	Desvantagem
<ul style="list-style-type: none"> <li>• São fontes de energia utilizadas há muito tempo, conseqüentemente são bem conhecidas e já dispõe de toda tecnologia e infraestrutura voltadas para a sua obtenção.</li> <li>• Quando comparadas com as fontes renováveis, de modo geral, frequentemente tem preço menor. Motivo pelo qual estas fontes são muito empregadas por países mais pobres ou em processo de desenvolvimento.</li> <li>• O petróleo, além de fornecer combustíveis (gasolina de automóveis, combustíveis de aviação e diesel), também produz uma elevada quantidade de derivados (parafina, gás natural, nafta petroquímica, produtos asfálticos, querosene, solventes, entre outros).</li> <li>• Rendimento energético elevado.</li> <li>• Geram muitos postos de trabalho.</li> <li>• Facilidade de transporte e diversidade de utilização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A desvantagem primordial é que não são renováveis. Em algum momento as reservas destas fontes vão se esgotar. Se não houver investimento em fontes renováveis, pode ocorrer falta de energia no futuro.</li> <li>• A queima de combustíveis fósseis provoca poluição do ar, causando danos à saúde das pessoas, especialmente nos grandes centros urbanos. E a queima, também é uma das principais causas da chuva ácida.</li> <li>• Alguns gases poluentes, decorrentes da queima destes combustíveis, são um dos principais causadores do efeito estufa e do aquecimento global. Por conseguinte, são excessivamente nocivos ao meio ambiente.</li> <li>• Pelo fato de serem extremamente inflamáveis, os combustíveis de fontes não renováveis devem ser estocados com muito cuidado, já que o risco de explosão de reservatórios é muito alto.</li> <li>• A extração e o transporte do petróleo devem ser realizados com muito cuidado. Ao longo do tempo, já aconteceram vários acidentes ambientais motivados pelo derramamento de petróleo nas águas oceânicas, provocando problemas ambientais de elevadas proporções nos ecossistemas marinhos.</li> <li>• Uma parte considerável da produção de petróleo é controlada pelos países da OPEP. Estes países acabam por impondo preços e quantidade de produção. Este fato faz com que haja uma dependência mundial em relação aos países produtores, que podem a qualquer instante, alterar suas políticas de comercialização e produção de petróleo.</li> <li>• O urânio tem a desvantagem da complexidade de manipulação nas usinas nucleares. Na fatalidade de ocorrer algum acidente nuclear, os riscos para a população e o meio ambiente são gigantescos. Os custos de geração da energia nuclear são muito elevados.</li> </ul>

**Fonte:** REN21 (2010).

Segundo Santos *et al.* (2007) o gás natural tem aumentado seu papel

estratégico como fonte de energia, em termos mundiais, principalmente em razão de seu menor impacto ambiental em comparação com as demais fontes fósseis. A utilização do gás natural em equipamentos adequados tende a ser menos poluente, por exemplo, que a queima de óleo diesel. A combustão de gases combustíveis adequadamente processados e em equipamentos corretos é praticamente isenta de poluentes como óxidos de enxofre, partículas sólidas e outros produtos tóxicos, permitindo, assim, que o consumidor utilize o gás de forma direta.

Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) assinalam que o uso de gás natural para geração de eletricidade cresceu cerca de 50% nos anos 1990, e deve continuar a crescer no futuro. Unidades de geração de energia movidas a gás são mais baratas, menos danosas ao meio ambiente e que outro uso do gás natural é no setor de transportes, para carros e caminhões, sendo que, os princípios básicos de conversão de energia são os mesmos dos veículos movidos a gasolina.

Esteves (2017) assinala que, a energia nuclear é o resultado do aproveitamento da capacidade que alguns isótopos de certos elementos químicos possuem que, ao experimentarem reações nucleares, emitem energia que pode ser transformada. Neste sentido, a reação nuclear trata-se da modificação da composição do núcleo atômico de um elemento que muda e passa a ser outro elemento. Portanto, a energia nuclear pode ser convertida em calor por meio de duas formas, a fissão nuclear, em que o núcleo atômico se subdivide em dois ou mais grupos de partículas ou, ainda, pela fusão nuclear, em que, ao menos, dois núcleos atômicos se unem para dar lugar a outro núcleo diferente.

Além da grande reserva mundial de urânio, destaca-se como vantagem da energia nuclear o ganho intensivo em capital, mediante as plantas de produção de vida longa. Podem-se citar como desvantagens os riscos de acidente, como vazamento, eventuais atentados terroristas, além do tratamento e a destinação do lixo atômico (GUARIREIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011).

Dado que, foram apresentados os conceitos, assim como, as vantagens e desvantagens da energia não renovável, a próxima etapa abordará as dimensões da energia renovável.

### 2.1.3 Dimensões da Energia Renovável

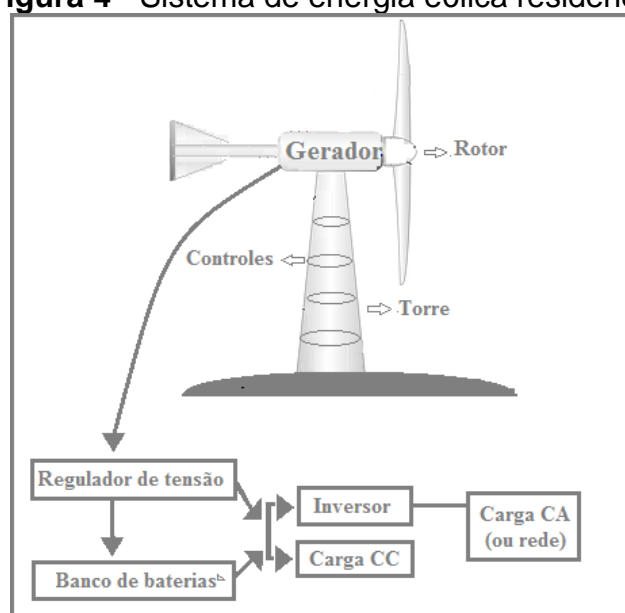
A energia com capacidade de regeneração e cuja origem diz respeito a fontes

naturais é denominada energia renovável, sendo esta, uma excelente alternativa ao sistema energético tradicional e na batalha contra a poluição atmosférica e o aquecimento global. São energias renováveis: energia eólica, energia solar, energia hidráulica, biocombustível, biomassa, geotérmica e mareomotriz.

No que diz respeito a energia eólica, Bermann (2008a) esclarece que, a energia dos ventos pode ser explicada, em termos físicos, como aquela de origem cinética formada nas massas de ar em movimento. Seu aproveitamento é feito por meio de conversão da energia cinética de translação, em energia cinética de rotação. Portanto, para sua produção, utiliza-se turbinas também conhecidas como aerogeradores, e utiliza-se para a realização de trabalhos mecânicos, cata-ventos de diversos tipos.

A figura 4 demonstra os componentes básicos de um sistema de energia eólica, neste sentido, um rotor composto por lâminas ou pás gira devido à pressão do vento e tal rotor está conectado a um eixo, e este por sua vez está conectado a um gerador elétrico através de muitas engrenagens. Em sistemas menores ou residenciais, a saída de corrente contínua pode ser armazenada em baterias com o objetivo de funcionar equipamentos que utilizem aquecimento resistivo como: lâmpadas, eletrodomésticos e aquecedores.

**Figura 4 - Sistema de energia eólica residencial**



**Fonte:** Adaptado de Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014, p.500)

Conhecidos como sistemas de concentração de potência solar, os sistemas

termossolares utilizam coletores concentrados para focar diretamente a luz solar para produzir fluídos de alta temperatura. Portanto, a utilização da radiação solar pode ser fonte direta de energia térmica, aquecimento de fluídos e ambientes e geração de potência elétrica ou mecânica. É importante ressaltar que a energia solar pode ser convertida em energia elétrica através de efeitos em materiais como o termoelétrico e o fotovoltaico (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014).

De acordo com o Portal Energia (2016) o mundo evolui cada vez mais rápido a nível tecnológico, neste sentido, foram introduzidas nos últimos anos uma série de novas tecnologias no aproveitamento de energias renováveis como é energia solar térmica e fotovoltaica. O quadro 2 apresenta as principais vantagens e desvantagens no uso e utilização da energia solar térmica e fotovoltaica.

**Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do sistema fotovoltaico**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A energia solar não polui durante seu uso. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controle existentes atualmente elevadas – São insensíveis à altitude.</li> <li>• As centrais necessitam de manutenção mínima.</li> <li>• Os painéis solares são a cada dia mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável.</li> <li>• A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão.</li> <li>• Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia.</li> <li>• Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de Inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar. Locais com frequente cobertura de nuvens (Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade.</li> <li>• As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas por exemplo aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), e a energia hidroelétrica (água).</li> <li>• Os painéis solares têm um rendimento de apenas 25%, apesar deste valor ter vindo a aumentar ao longo dos anos.</li> </ul>

**Fonte:** Portal Energia (2016).

Bjork *et al.* (2011) explana que, a energia solar que é obtida por meio do sol e pode ser usada tanto para gerar eletricidade, como para aquecer a água, de forma geral, pode ser convertida em três tipos: solar térmica, solar concentrada (CSP) e solar fotovoltaica. Sendo que, tais projetos atuam com quatro tipos de sistema:

bombeamento de água, voltado ao abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; iluminação pública; uso coletivo e atendimento domiciliar.

Bermann (2008) acredita que as fontes alternativas de energia como eólica, solar e biomassa, são consideradas de forma positiva. Além de causarem impactos substancialmente menores, ainda evitam a emissão de toneladas de gás carbônico na atmosfera.

Entre as tecnologias de aproveitamento solar estão o Coletor solar que tem a capacidade de absorver por meio de coletores solares energia, principalmente para aquecimento de água. Nas temperaturas relativamente baixas (inferiores a 100°C), cuja utilização volta-se para o setor residencial e concentradores solares, cuja finalidade é captar a energia solar incidente numa área relativamente grande e concentrá-la numa área menor (ANNEL, 2017).

A hidroeletricidade se constitui numa alternativa de obtenção de energia elétrica a partir do aproveitamento do potencial hidráulico de um determinado trecho de um rio, normalmente assegurado pela construção de uma barragem e pela consequente formação de um reservatório (BERMANN, 2008).

A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina na qual as obras civis envolvem tanto a construção quanto o desvio do rio e a formação do reservatório – são tão ou mais importantes que os equipamentos instalados. Por isso, ao contrário do que ocorre com as usinas termelétricas (cujas instalações são mais simples). Para a construção de uma hidrelétrica é imprescindível a contratação da chamada indústria da construção pesada (ANNEL, 2008b).

Embora as hidrelétricas não poluam, elas afetam o meio ambiente. A construção de uma represa ou barragem resulta na inundação de grandes áreas de terra. Neste sentido, ao mesmo tempo que a água represada por uma barragem pode se tornar uma grande área de lazer e recreação, ela elimina o habitat de algumas espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014).

Substituto natural do diesel de petróleo, o biodiesel pode ser produzido por meio de fontes renováveis, como gordura animal, óleo de frituras, e óleos vegetais. Duarte (2008) indica que o biodiesel é um combustível produzido a partir de óleo vegetal, mais comumente o proveniente da soja, dendê ou semente de girassol, muito embora óleo de cozinha e gorduras de origem animal também possam ser

utilizados. As misturas de biodiesel e diesel convencional são os produtos mais habitualmente encontrados no mercado de combustíveis para transporte.

Vichi e Mansor (2009) descreve que, os biocombustíveis renováveis derivam-se de matéria-prima biológica e incluem o etanol, o biodiesel, o biogás (metano). Sendo que, o etanol é o biocombustível mais utilizado e cuja produção mais cresce no mundo, com um aumento de 4,4 bilhões de barris, em 1980, para 46,2 bilhões de barris em 2005. Com destaque para os maiores produtores mundiais: Estados Unidos (16,1 bilhões de barris), Brasil (16 bilhões de barris) e China (3,8 bilhões de barris).

Em termos econômicos o biodiesel está relacionado com o equilíbrio na balança comercial brasileira, já que, o diesel é o derivado do petróleo de maior consumo no Brasil. No entanto, em termos ambientais, o resultado será a redução significativa no padrão de emissões de materiais particulados, óxido de enxofre e gases que contribuem para o efeito estufa (RAMOS, 2003).

Descrita como energia solar armazenada a biomassa é a energia derivada de matéria viva como grãos, plantas aquáticas, resíduos agrícolas e florestais e resíduos sólidos municipais. Pacheco (2006) assinala que a biomassa é a energia química produzida pelas plantas na forma de hidratos de carbono através da fotossíntese. Plantas, animais e seus derivados são biomassa. Sua utilização como combustível pode ser feita na sua forma bruta ou através de seus derivados. Madeira, produtos e resíduos agrícolas, resíduos florestais, excrementos animais, carvão vegetal, álcool, óleos animais, óleos vegetais, gás pobre, biogás são formas de biomassa utilizadas como combustível.

Segundo Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014) os processos para conversão de biomassa em outras formas de energia são inúmeros, mas podem ser classificados em três tipos:

1. Processos bioquímicos - decomposição de resíduos orgânicos em uma atmosfera deficiente em oxigênio. Com a produção de gás metano ou a fermentação controlada para a produção dos álcoois etanol e metanol.
2. Combustão direta - queima de biomassa para produzir calor para ou aquecimento de ambientes, ou para a produção de eletricidade através de uma turbina de vapor. Qualquer coisa pode servir como combustível para este processo.
3. Pirólise – decomposição térmica de resíduos em um gás ou líquido sob

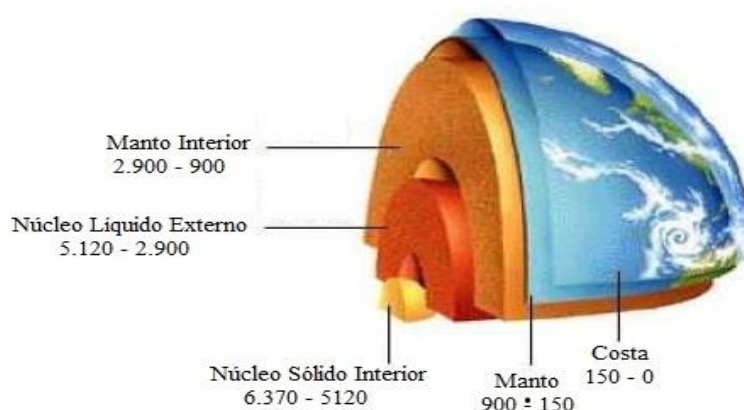
altas temperaturas (500°C a 900°C) em uma atmosfera pobre em oxigênio.

A energia geotérmica diz respeito ao aproveitamento da energia térmica armazenada no interior da terra. Vulcões, gêiseres, fontes de água e lama quente evidenciam grandes reservatórios existentes dentro e abaixo da crosta terrestre.

Tavares (2012) explica que, atualmente, são utilizadas três tecnologias para a exploração desses recursos: plantas de vapor rápido, que utilizam vapor originado da redução da pressão da água proveniente de reservatórios hidrotermais de alta temperatura, plantas de vapor seco, quando se dispõe de reservatórios que produzem vapor seco, isto é, sem água líquida, que pode ser enviado diretamente para as turbinas a vapor e plantas binárias, que podem utilizar recursos geotérmicos de baixas para médias temperaturas, que vaporizam fluidos de baixo ponto de ebulição por meio de trocadores de calor.

Pode ser visualizado na figura 5 que o interior da Terra consiste em um núcleo central derretido, envolvido por uma região de material semifluido denominada manto, coberta pela crosta, que tem uma espessura que varia entre 30 Km e 90 Km. Sendo que, a temperatura na crosta aumenta proporcionalmente com a profundidade, a uma taxa de 30° C/Km. A temperatura na base da crosta chega a valores próximos aos 1.000°C e, então, aumenta lentamente até o centro do planeta.

**Figura 5** - Corte transversal da Terra



**Fonte:** Adaptado de Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014, p.718)

Em termos de maturidade, a energia mareomotriz apresenta baixo grau, sendo que, embora existam pesquisas e desenvolvimento quanto a sua utilização, existe limitação de aplicação comercial. Portanto, Tavares (2012) identifica que para o aproveitamento dos recursos energéticos dos oceanos, cinco alternativas

tecnológicas são consideradas:

1. Energia das marés, extraída a partir da construção de barragens em locais que apresentem grandes diferenças de nível entre a alta e a baixa maré;
2. Energia das correntes de maré e marinhas, derivada da energia cinética associada às correntes das marés e correntes marinhas, aproveitada por meio da instalação de turbinas que aproveitam o fluxo da água, sem a necessidade de construção de barragens;
3. Energia das ondas, que aproveita a energia cinética ou potencial associada às ondas do mar para a produção de energia elétrica, por meio de grande variedade de dispositivos em desenvolvimento;
4. Energia de gradientes de temperatura, obtida a partir da utilização da diferença de temperatura entre a superfície e o fundo dos oceanos, por meio de diferentes processos de conversão de energia térmica dos oceanos; e
5. Energia de gradientes de salinidade, que aproveita a diferença de salinidade entre a água do mar e a água doce dos rios em estuários, explorando a diferença de potencial químico ou a diferença de pressão osmótica entre as duas soluções.

Simioni (2006) salienta que, países como o Brasil tem potencial no que diz respeito a energia das marés e das ondas porque possuem imensa faixa costeira e concentração de habitantes próximas a ela. Porém, devido ao baixo desenvolvimento de tal energia, esforços são exigidos em termos de investimentos em pesquisas. O que leva ao temor de possíveis investidores, em relação ao retorno financeiro. Portanto, é essencial o incentivo governamental, tanto em termos de priorização das pesquisas, como de garantia financeira aos investidores.

O Quadro 3 apresenta as principais vantagens e desvantagens do uso das energias renováveis, segundo REN21 (2010):

**Quadro 3 - Vantagens e desvantagens das energias renováveis**

Vantagem	Desvantagem
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando comparadas aos combustíveis fósseis podem ser consideradas como inesgotáveis para atender à escala humana.</li> <li>• Menor impacto ambiental do que o causado pelas fontes de energia provenientes dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), dado que não geram dióxido de carbono ou outros gases com “efeito de estufa”.</li> <li>• Em relação à energia nuclear, apresentam riscos menores.</li> <li>• Possibilitam a criação de novos postos de emprego (investimentos em zonas menos favorecidas).</li> <li>• Proporcionam a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, melhorando a qualidade de vida.</li> <li>• Diminuem a dependência energética da humanidade frente aos combustíveis fósseis.</li> <li>• Permitem que um país obtenha autonomia energética, visto que o seu consumo independe da importação de combustíveis fósseis.</li> <li>• Estimulam o trabalho em pesquisas de novas tecnologias que visem uma melhor eficiência energética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São necessários custos onerosos de investimento e infraestruturas adequadas.</li> <li>• Geram impactos visuais negativos no meio ambiente.</li> <li>• A energia da biomassa tem um método de combustão que não é limpo.</li> <li>• A energia hidroelétrica requer um grande reservatório aquífero, o que não é disponível em todos os países. Devido às dimensões que uma usina hidroelétrica exige, o processo planejamento e construção são longos e custosos. A erosão de solos gerada pela mudança de curso do rio pode impactar a vegetação do local.</li> <li>• A energia solar apresenta custos iniciais muito dispendiosos.</li> <li>• A energia mareomotriz é excessivamente dependente da localização, além de ser bastante onerosa.</li> <li>• A energia eólica possui um custo inicial excessivo das turbinas. Também gera muito barulho no meio ambiente.</li> </ul>

**Fonte:** REN21 (2010).

Posto que, foi evidenciado as dimensões da energia renovável, assim como, as vantagens e desvantagens respectivas. Na sequência será abordado, as consequências do aquecimento global e da poluição térmica.

## 2.2 AQUECIMENTO GLOBAL E POLUIÇÃO TÉRMICA

Um planeta mais quente desequilibra o sistema climático da Terra. Portanto, há impactos sobre o clima, a biodiversidade, os alimentos, a saúde e a pesca. Consequentemente, ocorre o derretimento do gelo dos polos o que eleva o nível médio dos oceanos, fazendo com que tempestades sejam frequentes e perigosas, ameaçando biomas como a Amazônia, ao provocar frio ou calor extremo, assim como alterações no sistema de chuvas (GREENPEACE, 2017).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), as temperaturas médias globais de superfície são indicadas como as maiores dos últimos cinco séculos. Sendo que, tal temperatura aumentou cerca de 0,74°C, nos últimos cem anos, e indica que caso não haja atuação significativa no sentido ambiental, é provável que ainda neste século poderá haver um acréscimo médio da temperatura global de 2°C a 5,8°C.

Portanto, o crescimento populacional e a crescente industrialização impulsionaram a demanda por serviços, transporte, energia e infraestrutura, provocando aumento no uso dos recursos naturais. Portanto, é evidente que se continuarmos a queimar combustíveis fósseis, será liberado gases que podem elevar a temperatura da Terra em pelo menos alguns graus e potencialmente modificar o clima do planeta inteiro. Além disso, o efeito estufa é causado por gases presentes na atmosfera terrestre que absorvem determinados comprimentos de onda da radiação infravermelha emitida pelo planeta que, de outra forma, seriam irradiados para o espaço exterior (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014).

Santin e Alvim (2008) dissertam que o efeito estufa é um fenômeno natural por meio do qual é constante a temperatura da atmosfera o que possibilita a existência de vida no planeta. Para alcançar o equilíbrio térmico, a Terra emite para o espaço a mesma proporção de energia que recebe de radiação solar, sendo que, tal radiação incidente atravessa as diversas camadas da atmosfera e seu retorno ocorre na forma de radiações térmicas, que são absorvidas pelo dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.

De acordo com o *World Input-Output Database* (WIOD, 2017), os gases que se destacam como os causadores do efeito estufa são os seguintes: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), amônia (NH<sub>3</sub>) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC). Neste sentido, na tabela 1 observa-se que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) representou, em 2009, 95,94% das emissões mundiais de GEE. Portanto, tal elevação atribuída à queima de combustíveis fósseis para a geração de energia exerce influência no aumento do efeito estufa.

**Tabela 1** - Participação dos gases de efeito estufa nas emissões mundiais, em 2009

<b>Gases de Efeito Estufa</b>	<b>Emissões (Gg)</b>	<b>%</b>
CO <sub>2</sub>	24.870.226,63	95,94
CH <sub>4</sub>	286.154,83	1,10
N <sub>2</sub> O	11.098,89	0,04
NO <sub>x</sub>	100.675,22	0,39
SO <sub>x</sub>	111.741,68	0,43
CO	398.584,53	1,54
NH <sub>3</sub>	31.026,39	0,44
NMVOC	113.580,90	0,12
<b>TOTAL</b>	<b>25.923.089,07</b>	<b>100,00</b>

**Fonte:** World Input-Output Database - WIOD (2017).

No quadro 4, observa-se possíveis impactos do aquecimento global, considerando uma variação de 2°C dentro de cinquenta anos. Contudo, embora possa haver efeitos positivos do aquecimento global, como o aumento da produção de alimentos, os aspectos negativos os superam.

**Quadro 4** - Possíveis Impactos do Aquecimento Global

Sistema	Impacto	Resultados/Exemplos
Clima	Maior frequência de extremos climáticos; Derretimento do gelo das montanhas; e Aumento do nível do mar.	Furacões; Ondas de calor; Diminuição do suprimento de água; Derretimento das geleiras polares e expansão térmica do oceano; e Inundação costeira.
Biodiversidade	Perdas de plantas e animais, e Danos às colônias de coral.	30% das plantas e animais desaparecem.
Alimentos	Pressões nas fontes de água; e Aumentos de temperatura.	Mudança na geografia das culturas agrícolas; Diminuição da produção; e Alguns benefícios devido ao aumento do período de crescimentos nas culturas, mais CO <sub>2</sub> .
Saúde	Aumento das doenças relacionadas à temperatura mais elevada.	Maiores áreas para expansão de doenças causadas por insetos; Ondas de calor; e Aumento da mortalidade.
Pesca	Sensibilidade às mudanças de temperatura.	Efeito positivo no inverno e negativo no verão.

Fonte: Adaptado de Hinrichs, Kleinbach e Reis (2014).

A União Europeia, bem como os países que compõem a Zona do Euro, enfrentam procura crescente de energia, preços voláteis e perturbações do abastecimento. Por outro lado, buscam reduzir o impacto ambiental do setor da energia. Não obstante, a Agência Europeia do Ambiente (2017) assinala que, em 2010, a energia solar fotovoltaica foi a principal responsável pelas novas

capacidades instaladas, seguida do gás e da energia eólica. No que diz respeito a à energia nuclear, as capacidades desativadas superaram as instaladas.

De acordo com o Parlamento Europeu (2017), foram definidas as seguintes metas: geração de 12% do consumo de energia e de 22,1% do consumo de eletricidade a partir de fontes renováveis até 2010, além de propor uma meta obrigatória de 20% para a geração de energia de consumo a partir de fontes de energia renováveis até 2020, uma meta obrigatória de 10% para a utilização de biocombustíveis no consumo de combustíveis para transportes até 2020.

Souza, Zapparoli, Sesso Filho *et al.* (2015) identificam que dentre as possíveis causas que fazem os países membros do BRIC ocuparem as primeiras posições no ranking dos países mais poluentes, encontram-se as suas fontes energéticas. Neste sentido, no Brasil a hidrelétrica, os biocombustíveis e o petróleo, constituem a principal fonte de energia no país. Em relação à China, em 2009, além de ser o maior emissor de CO<sub>2</sub>, foi também o maior consumidor mundial de energia, sendo que compreende aproximadamente 70% da matriz energética. Vale destacar que no caso da Índia, o carvão e o petróleo constituem a principal fonte de energia no país. Já a Rússia, um gigante em território e em produção de petróleo e gás natural, tem a sua economia baseada na exportação de energia principalmente por essas duas fontes. Cabe destacar que esse país possui a maior reserva de gás natural do mundo, sendo esta a sua principal fonte de energia.

Uma vez examinado os possíveis impactos do aquecimento global e poluição térmica, será explorado a utilização de modelos de insumo-produto no uso de energia.

### 2.3 UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE INSUMO-PRODUTO NO USO DE ENERGIA

Os impactos do uso da energia renovável e não renovável são tratados na literatura por meio de muitas metodologias. Portanto, é crescente a utilização de modelos de insumo-produto, em questões ambientais cuja abordagem advém de questões econômicas.

De acordo com Miranda (1980) a preocupação com o meio ambiente deve-se a queda na qualidade de vida, cujos efeitos as populações vêm enfrentando, sendo que, a razão desta queda na maioria das vezes, deve-se ao fato de os sistemas visarem cada vez mais o crescimento econômico a qualquer custo.

Guilhoto (2011) em seu trabalho sobre Análise de Insumo-Produto teorias e fundamentos, identifica que tal sistema de interdependência é formalmente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto; e tais representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia, a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimento.

Portanto, no decorrer do tempo muitos trabalhos voltados à construção de modelos a partir da análise insumo-produto, considerando interações econômicas e ambientais foram desenvolvidos. Neste sentido, entre os mais conhecidos estão: Cumberland (1966), Daly (1969), Leontief e Ford (1972) e Casler e Blair (1997).

Neste cenário, Cumberland (1966) desenvolveu um dos primeiros trabalhos que integrava variáveis ambientais ao modelo de insumo-produto, o qual identificava externalidades positivas e negativas em relação as atividades econômicas sobre o meio ambiente, porém não era possível avaliá-las devido às dificuldades correlatas à interdependência entre as atividades produtivas.

As inter-relações puramente econômicas e ambientais foram representadas em um modelo mais avançado, o qual foi possível correlatar a interdependência existente entre às variáveis econômicas e ambientais (DALY, 1969).

Investigaram os efeitos estruturais sobre a poluição do ar para os Estados Unidos no período 1958 a 1980, Leontief e Ford (1972), tornando possível projetar cenários futuros de emissão. E assim, apresentaram pela primeira vez a análise de decomposição estrutural, para avaliar mudanças estruturais de uma economia com base em dados de insumo-produto.

O trabalho de Casler e Blair (1997) teve como propósito aplicar um modelo híbrido para mensurar às emissões de poluentes provocadas pela queima de combustíveis fósseis nos Estados Unidos em 1985. Para tanto, foram observados sete poluentes particulados: o óxido sulfúrico, o óxido de nitrogênio, os compostos orgânicos voláteis, o monóxido de carbono, o chumbo e o dióxido de carbono, que foram emitidos a partir da queima de carvão, do óleo cru e gás natural e de produtos de refino de petróleo.

No que tange a trabalhos nacionais que utilizaram o método de insumo-produto aplicado à utilização de energia renovável e não renovável na estrutura produtiva é possível citar Mattos et al. (2008), Simas (2012), Firme e Perobelli (2012), Souza, Zapparoli, Sesso Filho *et al.* (2015), Ferreira Neto *et al.* (2012),

Montoya e Pasqual (2015) e Esteves (2017).

O modelo tipo econométrico+insumo-produto, apresentado por Mattos *et al.* (2008), faz previsões de longo prazo do consumo de energia por setor de atividade no Brasil. São feitas previsões anuais para 2005-2010. A metodologia integra modelos econométricos de séries temporais com modelos de insumo-produto. Nos resultados foram considerados dois cenários: expansionista, com crescimento mais acelerado que indica o estrangulamento energético a partir de 2009 e retraído cujo crescimento é amortecido.

Simas (2012) por sua vez, utiliza a matriz insumo-produto para quantificar o potencial de geração de emprego pela energia eólica no Brasil por meio da avaliação dos empregos diretos e indiretos gerados na economia devido à demanda de insumos, integrando ferramentas de avaliação do ciclo de vida, entrevistas semiestruturadas, matriz insumo-produto e elaboração de cenários. De acordo com os resultados a energia eólica pode gerar até 330 mil empregos-ano até 2020. Sendo que, os empregos diretos representam cerca de 70% dos empregos totais destacando o setor da construção como maior contribuição por possuir potencial para criação de empregos na área rural, concluindo que a energia eólica contribui para o desenvolvimento sustentável no Brasil.

Já Firme e Perobelli (2012) por seu turno analisam em seu trabalho as mudanças estruturais ocorridas no setor energético brasileiro nos anos de 1997 e 2002. Para tanto, utilizam as matrizes de insumo-produto estimadas por Guilhoto e Sesso (2005) para ambos os anos. Porém devido à necessidade de compatibilização dos dados de energia (fluxos físicos) constantes no Balanço Energético Nacional (BEN) e a matriz de insumo-produto para o Brasil, apresentam resultados para quatorze setores produtivos. Nos resultados verificou-se que apesar de haver redução global nos multiplicadores de produção, renda e emprego no período analisado, o setor energético apresentou crescimento nos índices de todos os seus multiplicadores.

O trabalho de Souza, Zapparoli, Sesso Filho *et al.* (2015) buscou identificar quais são os principais setores causadores de poluição dos países do BRIC, no ano de 2009, relacionando a estrutura produtiva desses países com as suas respectivas emissões de CO<sub>2</sub>. Utilizou-se como metodologia a matriz insumo-produto. Cujos resultados importantes foram: no caso do Brasil, as atividades que envolvem os setores de transporte foram as que apresentaram a maior participação nas

emissões, já a China, Índia e Rússia, o setor de Eletricidade, Gás e Água foi classificado como o setor mais poluente, portanto, indicam que grande parte das emissões do Brasil, provenientes do aumento da sua produção, é transbordada para fora desse país. Já a maior parte das emissões de CO<sub>2</sub> dos demais países do BRIC acaba ficando em seus próprios territórios, confirmando assim que, embora esses países tenham um grande potencial de crescimento, possuem, em contrapartida, uma ampla capacidade em gerar poluição

Já Ferreira Neto *et al.* (2012) avaliou como a mudança dos elementos associados à demanda das famílias e estrutura de produção, afetam o uso de energia em países emergentes (Brasil, China e Índia) e em países desenvolvidos (Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos), utilizando matrizes de insumo-produto de 1995 e 2005, aplicando-se a técnica de Análise de Decomposição Estrutural. Foram destacados os seguintes resultados: os setores que fazem maior uso da energia foram considerados como importantes fornecedores da economia, já para as famílias o efeito quantidade demandada é maior que o efeito alocação da demanda, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento e para a contribuição tecnológica a parcela que se refere à variação dos insumos energéticos é maior que a parcela que se refere aos insumos não energéticos tanto para os países desenvolvidos quanto para os países emergentes.

No trabalho de Montoya e Pasqual (2015) é desagregado o consumo setorial da Matriz Energética brasileira de 2009 para construir um modelo insumo-produto híbrido de 53 setores e avaliar os requerimentos setoriais e as emissões de CO<sub>2</sub> por fontes de energia. Os resultados evidenciaram que devido ao efeito induzido, o consumo das famílias decorrentes do aumento da renda contribui significativamente com o consumo de energia e com a maioria das emissões de CO<sub>2</sub> no país, notadamente quando as famílias consomem serviços e bens de uso pessoal. Neste sentido a redução de emissões deverão ser direcionadas sobre os setores produtivos intensivos em utilização da energia não-renovável no que se refere ao comportamento do consumidor.

Esteves (2017) realiza a decomposição estrutural do uso da Energia Renovável, Energia Não Renovável e da Emissão de CO<sub>2</sub> no período de 1995 a 2009 por nível de IDH, utilizando Análise de Insumo-Produto e Structural Decomposition Analysis (SDA), determinando as forças motrizes nas mudanças históricas em indicadores econômicos, energéticos, ambientais e sociais, para

avaliar a influência dos diferentes efeitos sobre essas mudanças (variáveis). Os resultados obtidos mostram que, no caso das Emissões de CO<sub>2</sub>, os países com IDH Alto e Médio foram os maiores emissores. Assim como, no uso da Energia Não Renovável, os países com IDH Alto e Médio foram os maiores consumidores. Para a Energia Renovável, esperava-se que os países com IDH muito alto fossem os maiores consumidores, porém, os maiores consumidores foram os países com IDH Alto e Médio.

Trabalhos internacionais importantes fizeram uso do método de insumo-produto para análise da utilização da energia renovável e não renovável na estrutura produtiva. Entre eles é possível citar: Machado, Schaeffer e Worrell (2001), Liu *et al.* (2010) e Tang, Snowden e Höök (2013).

Machado, Schaeffer e Worrell (2001) estudaram as técnicas de input-output à economia brasileira para avaliar os impactos totais do comércio internacional sobre a utilização de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>, e os resultados obtidos indicam que a energia total incorporada nas exportações de bens não energéticos do Brasil é igual a 831 PJ, enquanto o total de carbono incorporado é de 13,5 MtC.T. Portanto, o quadro geral é que o Brasil não é apenas um exportador líquido de energia e de carbono incorporado aos bens não energéticos negociados internacionalmente pelo país em 1995, mas também que cada dólar ganho com as exportações representavam 40% mais energia e 56% mais carbono do que cada dólar gasto em importações.

Liu *et al.* (2010) avaliaram a energia incorporada aos bens produzidos na China durante 1992-2005 e utilizaram a análise de decomposição estrutural de insumo-produto para identificar cinco fatores-chave causadoras de mudanças de energia incorporadas nas exportações. Sendo: Eficiência energética primária direta, estrutura de consumo de energia primária, estrutura de insumos intermediários, estrutura de exportações e escala de exportações. Para os três subperíodos de 1992-1997, 1997-2002 e 2002-2005, os resultados mostraram que a China é um exportador líquido de energia, e a energia encarnada nas exportações tende a aumentar ao longo do tempo.

No estudo de Tang, Snowden e Höök (2013) é estabelecido um modelo de insumo-produto energético para calcular não só a quantidade de energia fóssil incorporada nas importações e exportações do Reino Unido, como as distribuições do setor e do país daqueles corporificados de energia fóssil. Sugeriram em seus

resultados que as importações de energia fóssil incorporada do Reino Unido excederam as exportações de energia fóssil incorporadas a cada ano desde 1997, as importações de energia incorporadas no Reino Unido através do fenômeno denominado "Made in China" representam 43% da energia fóssil líquida total das importações.

Portanto, para avançar na discussão apresentada, essa dissertação tem por objetivo investigar os impactos no uso da energia renovável e não renovável na estrutura produtiva da Zona do Euro.

### 3 METODOLOGIA

Os países da Zona do Euro estão entre os líderes mundiais no uso de energias renováveis, tanto no sentido de desenvolvimento de métodos quanto de utilização. Além de receber incentivos e financiamentos por parte do governo.

De acordo com o Eco desenvolvimento de energia (2010), as fontes renováveis de energia responderam por 19,9% do consumo total de energia na Zona do Euro bem como na União Europeia em 2009, e correspondem a 62% da nova capacidade de geração de eletricidade instalada no mesmo período. Em relação ao consumo de energia hidrelétrica respondeu pela maior parcela entre as fontes renováveis com (11,6%), seguida pela energia eólica (4,2%), biomassa (3,5%) e solar (0,4%). Sobre a nova capacidade de geração instalada a energia eólica ficou em primeiro (37,1%). Sendo que, em relação as fontes não renováveis o destaque foi para o gás (24%).

Já o Portal de Energia (2011), identifica que Portugal tem metas ambiciosas no que diz respeito à energias provenientes de fontes renováveis, esperando-se que atinja 31 % de renováveis no consumo total de energia em 2020, apenas atrás de quatro outros países: Suécia (49%), Letónia (42%), Finlândia (38%) e Áustria (34%), tendo também o governo português voluntariamente subido a fasquia dos biocombustíveis, propondo-se alcançar a meta dos 10% antes de 2020.

A fim de avaliar a associação relacionada à trajetória da estrutura produtiva e da demanda, a presente dissertação emprega a metodologia de decomposição estrutural via matriz insumo-produto mundial, nos anos de 1995 e 2009 com o objetivo de correlacionar a estrutura produtiva da Zona do Euro e seus impactos no uso da energia.

#### 3.1 FONTES E BASE DE DADOS

É utilizada a base de dados que pertence ao *World Input-Output Database - WIOD* (Banco de Dados Mundial de Insumo-Produto). Portanto, foram empregados dados divulgados na página eletrônica WIOD, por meio do qual a estrutura desta dissertação está baseado nas tabelas de insumo-produto da Zona do Euro, nos anos de 1995 e 2009. Esta defasagem dos dados ocorre em razão de só haver este período disponível na base de dados das contas ambientais do WIOD.

A finalidade do desenvolvimento dessa fonte de dados é explorar as consequências da globalização sobre os componentes e agregados econômicos em diversos países (TIMMER, 2012). Portanto, apesar de existirem 35 setores produtivos, como consta no quadro 5, o setor de Residências Particulares com Empregados (35) não contém dados disponíveis para grande maioria dos países. Sendo assim, optou-se por analisar apenas 34 setores neste estudo.

**Quadro 5 - Setores produtivos da economia para a matriz insumo-produto**

<b>SETORES PRODUTIVOS DA ECONOMIA</b>			
1	Agropecuária	19	Venda e manutenção de veículos automotores
2	Extrativismo mineral	20	Atacado
3	Alimentos, bebidas e fumo	21	Varejo
4	Têxteis	22	Hotéis e restaurantes
5	Vestuário	23	Transporte terrestre
6	Madeira e produtos da madeira	24	Transporte aquático
7	Papel, celulose e gráfica	25	Transporte aéreo
8	Refino de petróleo e combustível nuclear	26	Outras atividades de suporte ao Transporte
9	Indústria química	27	Comunicações
10	Borracha e plástico	28	Intermediação financeira
11	Outros minerais não metálicos	29	Aluguéis
12	Metalurgia	30	Serviços prestados às empresas
13	Máquinas e equipamentos	31	Administração pública
14	Eletrônicos e equipamentos ópticos	32	Educação
15	Equipamentos de transporte	33	Saúde
16	Manufatura e reciclagem	34	Outros serviços
17	Eletricidade, gás e água	35	Residências particulares com empregados
18	Construção		

**Fonte:** Adaptado de World Input-Output Database (WIOD, 2017).

Sera abordado a estrutura produtiva mundial e seus impactos no uso da energia renovável e não renovável, considerando a dependência direcionada a insumos e mercados.

Vich e Mansor (2009) asseguram que o panorama mundial está rapidamente se alterando devido a três grandes preocupações da humanidade: meio ambiente, energia e economia global, sendo que, estas áreas estão completamente interligadas. Contudo, devido ao efeito estufa e o aquecimento global associado ao uso de combustíveis fósseis, o meio ambiente e a energia são perceptíveis pelo cidadão comum, neste sentido, haverá efeitos sobre a economia.

Portanto, no que se refere aos resultados e discussões, esta dissertação irá se concentrar na estrutura produtiva da Zona do Euro.

## 3.2 METODOLOGIA BÁSICA DE INSUMO-PRODUTO

### 3.2.1 Construção da Matriz de Insumo-Produto

Leontief (1988) afirma que a forma mais simples de descrever a matriz insumo-produto nacional, é afirmar que é demonstrado os fluxos de bens e serviços entre os diversos setores da economia de um país<sup>1</sup>, em relação a determinado período e em termos monetários. Portanto, a matriz indica todas as inter-relações de compra e venda de uma determinada economia. Tal relação básica pode ser visualizada no Quadro 6, enquanto a forma mais completa é visualizada no Quadro 7, sendo considerado apenas três setores (agrícola, industrial e serviços). É importante destacar que, de forma específica, o método de insumo produto é uma adaptação da teoria neoclássica de equilíbrio geral para o estudo empírico da interdependência quantitativa entre as atividades econômicas inter-relacionadas (LEONTIEF, 1988, p. 73).

**Quadro 6** - Relações entre as demandas intermediárias demanda final e o valor bruto de produção

Demandas Intermediárias (Intersectoriais)				Demanda Final (Consumo + Investimento + Gasto do Governo + Exportações)	Valor Bruto de Produção
$Z_{11}$	$Z_{12}$	...	$Z_{1n}$	$Y_1$	$X_1$
$Z_{21}$	$Z_{22}$	...	$Z_{2n}$	$Y_2$	$X_2$
...	...	...	...	...	...
$Z_{n1}$	$Z_{n2}$	...	$Z_{nn}$	$Y_n$	$X_n$

**Fonte:** Adaptado de Lopes e Vasconcellos (2008, p. 54).

No que diz respeito ao conceito técnico, a partir do proposto nos quadros 4 e 5, é possível verificar três fatores fundamentais da análise de insumo produto de Leontief (1988, p. 75-80): os coeficientes técnicos ou de insumo  $a_{ij}$  (1), a matriz de coeficientes técnicos  $A=[a_{ij}]$  (2) e a matriz inversa (7) da qual advém seu nome,  $L = (I-A)^{-1}$ .

Chiang e Wainwright (2006), apresentam a versão estática, em que esta

<sup>1</sup> "O método foi originalmente desenvolvido para analisar e avaliar as relações entre os diversos setores produtivos e de consumo de uma economia nacional, mas vem sendo aplicado ao estudo de sistemas econômicos menores, como uma área metropolitana, ou até mesmo ao estudo de uma grande empresa individual integrada, também vem sendo aplicado à análise das relações econômicas internacionais" (LEONTIEF, 1988, p. 73).



Em que, conforme apresentado em (1)  $y_i$  representa a demanda final do setor  $i$ ,  $x_i$  o valor bruto de produção do mesmo setor e  $a_{ij}x_j$  a demanda por insumo do setor  $i$  pelo setor  $j$ .

Reorganizando as equações, colocando  $y_i$  em evidência, observa-se o seguinte sistema de  $n$  equações lineares:

$$\begin{aligned} (1 - a_{11})x_1 - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n &= y_1 \\ -a_{21}x_1 + (1 - a_{22})x_2 - \dots - a_{2n}x_n &= y_2 \\ \dots & \\ -a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \dots + (1 - a_{nn})x_n &= y_n \end{aligned} \quad (3)$$

Escrito de forma matricial tem-se:

$$\begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & \dots & -a_{1n} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & \dots & -a_{23} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -a_{31} & -a_{32} & \dots & (1 - a_{33}) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

O que pode ser reescrito da seguinte forma:

$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -a_{11} & -a_{12} & \dots & -a_{1n} \\ -a_{21} & -a_{22} & \dots & -a_{23} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -a_{31} & -a_{32} & \dots & -a_{33} \end{bmatrix} \right\} * \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

A partir da relação (5) tem-se:

$$(I - A) * X = Y \quad (6)$$

E, assim, pode-se “[...] obter a solução única do sistema a partir da equação [...]” (CHIANG; WAINWRIGHT, 2006, p. 112):

$$X = (I - A)^{-1} * Y \quad (7)$$

A relação apresentada em (7) resume a capacidade explicativa da análise de insumo-produto no tocante ao comportamento das economias nacionais. Contudo, verifica-se como um impacto na demanda final ( $Y$ ) afeta o valor da produção ( $X$ ) e este, por sua vez, afeta outras variáveis como emprego, salário, importação,

impostos e etc., assim, é possível observar a importância deste método para os países. É importante ressaltar a análise inter-regional de insumo-produto, conforme Quadro 8.

**Quadro 8** - Relações de Insumo-Produto em um sistema inter-regional com duas regiões

	Setores - País 1	...	Setores - País 40	Demanda Final			
Setores País 1	Insumos Intermediários 1-1	...	Insumos Intermediários 1-40	DF 1-1	...	DF 1-40	Produção Total 1
...	...	...	...	...	...	...	...
Setores País 40	Insumos Intermediários 40-1	...	Insumos Intermediários 40-40	DF 0-1	...	DF 40-40	Produção Total 40
	Importação do Restante do Mundo (1)	...	Importação do Restante do Mundo (40)				
	Impostos Indiretos Líquidos (IIL1)	...	Impostos Indiretos Líquidos (IIL40)				
	Valor Adicionado 1	...	Valor Adicionado 40				
	Produção Total País 1	...	Produção Total País 40				
	GEE 1	...	GEE 40				
	ER 1	...	ER 40				
	ENR 1	...	ENR 40				

**Fonte:** Adaptado de Moretto (2000).

Também denominado de “modelo Isard”, devido a aplicação de Isard (1951) o modelo inter-regional de insumo-produto, demanda grande quantidade de dados, reais ou estimados, principalmente, quanto às informações sobre fluxos intersetoriais e inter-regionais. É apresentado no Quadro 6, de forma esquemática, as relações dentro de um sistema de insumo-produto inter-regional com duas regiões. Complementando o sistema regional, no sistema inter-regional, há uma troca de relações entre as regiões, exportações e importações, sendo expressas por meio do fluxo de bens que se destinam ao consumo intermediário e à demanda final.

Os fluxos intersetoriais são determinados por fatores tecnológicos e econômicos em uma economia, segundo Leontief (1951 apud GUILHOTO, 2001), pode ser também representado matricialmente da seguinte forma:

$$x = Ax + y \quad (8)$$

Em que:

$x$  = vetor ( $n \times 1$ ) com o valor bruto da produção;

$y$  = vetor ( $n \times 1$ ) com a demanda final setorial e;

$A$  = matriz ( $n \times n$ ) com os coeficientes técnicos de produção, na qual o elemento  $a_{ij}$  representa a participação do produto do setor  $i$  sobre a produção do setor  $j$ .

Tomando as relações de compra e venda de insumo entre os setores presentes na economia constrói-se a matriz de consumo intermediário, por meio da qual se obtém a matriz  $A$ . Sendo  $Z$  a matriz de consumo intermediário, o elemento  $z_{ij}$  sinaliza o valor demandado pelo setor  $j$  do setor  $i$ . Desse modo, fazendo  $z_{ij}/x_j$  obtém-se o elemento  $a_{ij}$  da matriz  $A$ .

Isolando  $x$  obtém-se:

$$x = By \quad (9)$$

$$B = (I - A)^{-1} \quad (10)$$

A matriz  $B$  recebe o nome de inversa de Leontief. De acordo com Guilhoto 2001, a partir do modelo básico, é possível trabalhos que abordem as extensões como endogeneização do consumo das famílias para estudos relacionados à distribuição de renda e análises estruturais e de impacto.

### 3.2.2 Geradores

Miller e Blair (2009) identificam que por meio dos coeficientes diretos e da matriz de Leontief pode-se estimar para cada setor da economia, o quanto é gerado direta e indiretamente, no que diz respeito ao emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado e demais variáveis para cada unidade monetária produzida para a demanda final, ou seja:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} v_i \quad (11)$$

em que:

$GV_j$  é o impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;

$b_{ij}$  é o  $ij$ -ésimo elemento da matriz inversa de Leontief e

$v_i$  é o coeficiente direto da variável em questão.

### 3.2.3 Multiplicadores

A divisão dos geradores pelo coeficiente direto correspondente concebe os multiplicadores, que apontam o quanto é gerado, direta e indiretamente, em termos de emprego, importações, impostos ou qualquer outra variável para cada unidade diretamente gerada desses itens. Neste sentido, pode o multiplicador de emprego indicar a quantidade de empregos criados, direta e indiretamente, para cada emprego direto criado (MILLER; BLAIR, 2009). Portanto, o multiplicador do *i*-ésimo setor seria dado por:

$$MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \quad (12)$$

onde  $MV_i$  representaria o multiplicador da variável em questão e as outras variáveis são definidas conforme feito anteriormente.

Por sua vez, o multiplicador de produção que indica o quanto se produz para cada unidade monetária gasta no consumo final é definido como:

$$MP_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (13)$$

onde  $MP_j$  é o multiplicador de produção do *j*-ésimo setor e as outras variáveis são definidas segundo o exposto anteriormente.

Souza, Zapparoli, Sesso Filho *et al.* (2015), indica que quando o efeito de multiplicação se restringe somente à demanda de insumos intermediários, estes são chamados de multiplicadores do tipo I. Porém, quando a demanda das famílias é endogenizada no sistema, levando-se em consideração o efeito induzido, estes multiplicadores recebem a denominação de multiplicadores do tipo II. Assim, para fins desta pesquisa, os multiplicadores estão restritos ao tipo I.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

As ligações intersetoriais e inter-regionais de determinado sistema econômico são identificadas por meio do estudo das matrizes insumo-produto. Portanto, com o objetivo de analisar a estrutura produtiva dos países membros da Zona do Euro (Alemanha, Áustria, Bélgica, Chipre, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Finlândia, França, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Holanda, Portugal, Grécia e Espanha), e seus impactos no uso de energia, a seção trata da apresentação e análise dos resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior, a partir da base de dados disponibilizados pelo *World Input-Output Database* (WIOD). Para tanto, esta seção está dividida conforme descrito a seguir.

Primeiramente, procura-se contextualizar a situação econômica dos países que são foco desta pesquisa, destacando suas participações no uso de energia. Na sequência, apresentam-se os resultados a partir dos dados básicos, dos quais calculam-se as participações dos setores no valor da produção e no uso de energia, identificando a partir disso, a intensidade da utilização de energia de cada setor dos países da Zona do Euro. Logo em seguida, são apresentados os resultados do multiplicador de produção dos países selecionados. E finalmente, na seção seguinte, são descritos os resultados dos geradores de energia, de modo que, no intuito de complementar esta análise, são apresentados na sequência, os efeitos diretos e indiretos, bem como os seus transbordamentos.

### 4.1 ESTRUTURA PRODUTIVA DA ZONA DO EURO

A interação política no decorrer da história entre estados e sociedades com capacidade de ações diferenciadas e portadores de interesses econômicos, políticos e sociais diversos, geraram dinâmicas com o entendimento de que a Zona do Euro, ou a própria União Europeia é um produto da otimização do esforço de ampliar a eficiência econômica na região, ou de promover o progresso material em todas as regiões.

De Bem e Jubram (2016) identificam que, a criação do euro respondeu ao anseio imediato de alguns países mais fortes de manter (e ampliar) sua competitividade, como no caso da Alemanha, mas também de Países Baixos e

Áustria, ao mesmo tempo que possibilitava a segmentos econômicos na Grécia e em outros países periféricos uma possibilidade de obter maior acesso a crédito e financiamento a suas respectivas atividades econômicas.

No segundo trimestre de 2008 é registrado a primeira contração do PIB da Zona do Euro desde 1995, sendo que na França o resultado foi decorrente de quedas de 1,5% dos investimentos e de 2% das exportações no período; já na Espanha o consumo das famílias recuou em meio ao colapso do setor de construção no país. A queda do consumo privado e dos investimentos em bens de capital e construção caracterizam a contração da economia da Alemanha.

Do ponto de vista econômico, o êxito da União Europeia, apresenta sinais claros de fragilidade no momento em que as dívidas dos governos grego, irlandês e português, bem como seus déficits persistentes, revelaram-se para o mundo, gerando incertezas e apreensões na capacidade de manutenção do euro. Esta foi a primeira crise econômica de maiores proporções da União, provocando desvalorização do Euro, abalo nos mercados mundiais e colocando em xeque a constituição da União Econômica e Monetária baseada nos critérios de convergência econômica entre os países definidos no Tratado de Maastricht (SANDER DINIZ, JAYME JUNIOR, 2013).

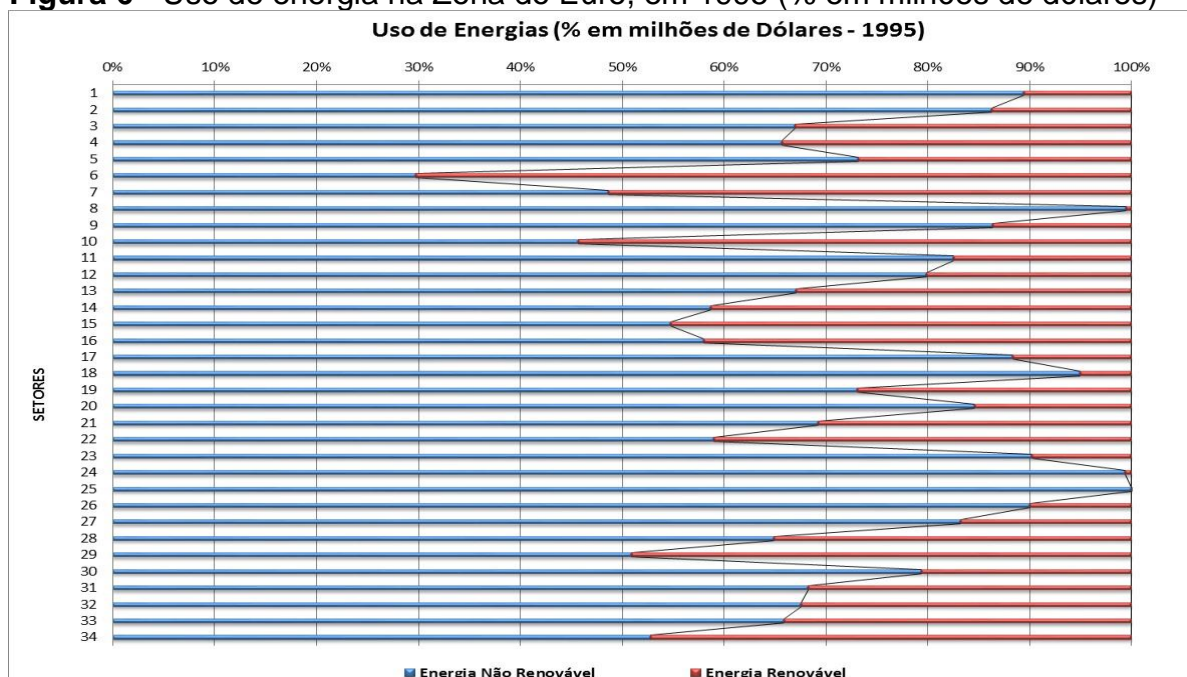
Na tabela 2 e nas Figura 6 e 7 é possível observar o uso de energia em milhões de dólares no ano de 1995 e 2009. Sendo que, os setores de madeira e produto de madeira (6), borracha e plástico (10) e aluguéis (29) destacam-se na utilização de energia renovável, enquanto a representatividade maior com relação ao uso em milhões de dólares de energia não renovável pertence aos setores de refino de petróleo e combustível nuclear (8), transporte aquático (24) e transporte aéreo (25).

**Tabela 2 - Uso de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 (US\$ milhões)**

N	SETORES	GASTOS COM ENERGIAS (EM US\$)			
		1995		2009	
		Energia Não Renovável	Energia Renovável	Energia Não Renovável	Energia Renovável
1	Agropecuária	1.090.619,55	129.281,37	823.493,70	188.593,12
2	Extrativismo mineral	717.425,00	113.912,57	488.781,45	91.874,13
3	Alimentos, bebidas e fumo	681.026,52	336.616,94	604.725,27	396.077,71
4	Têxteis	255.320,88	133.345,35	128.854,15	66.522,53
5	Vestuário	37.207,02	13.616,37	16.558,60	7.854,94
6	Madeira e produtos da madeira	60.327,16	142.386,05	46.269,89	271.559,75
7	Papel, celulose e gráfica	479.209,98	506.323,01	397.123,90	752.175,65
8	Refino de petróleo e combustível nuclear	23.854.244,71	130.550,01	22.511.333,14	183.478,29
9	Indústria química	4.398.703,97	693.706,60	4.285.093,62	815.001,64
10	Borracha e plástico	102.712,53	122.176,58	104.796,95	188.127,76
11	Outros minerais não metálicos	1.120.016,69	237.882,93	961.974,96	305.350,89
12	Metalurgia	2.597.462,29	652.712,12	1.940.082,59	664.708,42
13	Máquinas e equipamentos	188.413,21	92.421,12	160.190,03	110.758,15
14	Eletrônicos e equipamentos ópticos	144.963,05	102.071,07	115.248,28	106.903,47
15	Equipamentos de transporte	164.644,11	136.050,05	127.038,90	158.170,78
16	Manufatura e reciclagem	68.029,70	49.299,81	62.168,38	92.777,23
17	Eletricidade, gás e água	16.150.754,85	2.141.389,04	17.030.027,13	3.820.991,12
18	Construção	908.231,65	48.344,61	939.022,46	76.441,63
19	Venda e manutenção de veículos automotores	148.180,85	54.529,23	127.806,11	78.232,04
20	Atacado	512.981,23	93.488,28	438.145,38	168.428,88
21	Varejo	452.868,56	201.158,12	420.755,75	293.702,86
22	Hotéis e restaurantes	208.494,18	144.963,60	276.911,67	211.273,28
23	Transporte terrestre	1.549.940,70	167.462,16	1.783.872,86	246.067,78
24	Transporte aquático	691.401,33	4.710,27	932.468,84	593,61
25	Transporte aéreo	1.486.736,94	1.169,91	1.913.565,90	2.003,43
26	Outras atividades de suporte ao Transporte	357.047,64	39.672,28	328.245,51	100.698,29
27	Comunicações	230.128,89	46.556,93	193.078,59	96.719,58
28	Intermediação financeira	109.270,37	59.140,99	123.476,81	79.002,32
29	Aluguéis	89.713,14	86.317,10	83.817,96	142.979,57
30	Serviços prestados às empresas	413.385,31	107.179,67	581.298,13	219.620,91
31	Administração pública	422.603,47	196.901,38	529.113,09	248.488,59
32	Educação	245.052,94	117.683,24	263.994,76	159.854,77
33	Saúde	297.350,50	154.008,05	375.183,91	231.891,68
34	Outros serviços	305.653,49	273.293,38	350.699,61	432.750,55

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

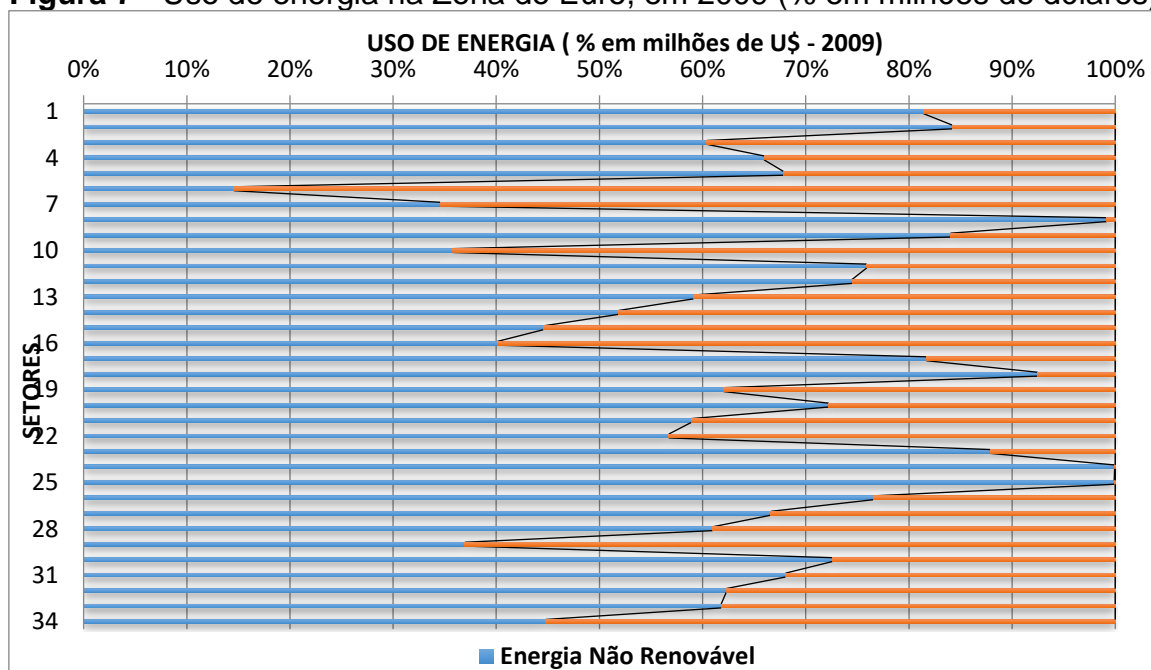
**Figura 6 - Uso de energia na Zona do Euro, em 1995 (% em milhões de dólares)**



**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

Os países da União Europeia destacam-se na aplicação das energias renováveis, deste modo, reduzem as importações energéticas estrangeiras e cumprem as metas fixadas pelo Protocolo de Quioto para redução de emissões de CO<sub>2</sub> e combate ao aquecimento global.

**Figura 7 - Uso de energia na Zona do Euro, em 2009 (% em milhões de dólares)**



**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

Contudo, destaca-se o aumento em 2009 da utilização de energia renovável para os setores de madeira (6), borracha (10) e alugueis (29).

Segundo Lourtie (2011), é importante ressaltar a redução da dependência energética para Portugal. Sendo que, a importação de energia contribui para quase metade do déficit da balança comercial. A recente aposta nas energias renováveis é, pois, uma contribuição importante para a correção dos desequilíbrios externos do país. A eletricidade gerada a partir de fontes renováveis constituiu em 2010 50,2% do total de produção elétrica acrescido de importações líquidas, um crescimento em relação aos 33,9% de 2003.

#### 4.1.1 Multiplicador de Energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009

A fim de avaliar a relação da estrutura produtiva dos países membros da Zona do Euro com a utilização de energia, foram calculados os multiplicadores de energia para cada setor de produção dos países deste grupo. Dessa forma, este multiplicador busca mensurar a utilização de energia em milhões de dólares de cada um dos 34 setores, seja de forma direta ou indireta. Portanto, quando houver um aumento na demanda final, por exemplo, há, conseqüentemente, mais utilização de energia renovável ou não renovável, tanto sobre o próprio setor que a atende (efeito direto), como também sobre todo o restante da economia, devido à necessidade de aquisição de insumos e transporte dos produtos (efeito indireto).

Sesso Filho, Rodrigues e Moretto (2017) indicam que as diferenças dos sistemas econômicos determinam os fluxos de bens e serviços inter-regionais e intra-regionais, fazendo com que variações da produção de determinado setor em dada região tenham impacto em todo o sistema indiretamente (efeito multiplicador de produção).

Silva (2016) indica que o grau de interdependência entre os setores produtivos de uma dada região, ou cadeia de produção, pode ser dada por meio do multiplicador de produção. Sendo que, os multiplicadores e geradores de produção incorporam os efeitos diretos e indiretos do impacto de um choque na demanda final setorial na produção total.

No entanto, Brene (2013) assinala que, o impacto direto ocorre dentro do próprio setor que atende ao aumento da demanda final, e o impacto indireto influencia os setores ofertantes de insumos da região local e dos setores de outras

regiões.

Os resultados importantes para o multiplicador de energia de cada setor dos países que compõem a Zona do Euro, no que tange ao uso da energia para os anos de 1995 e 2009 estão dispostos na tabela 3 e na figura 8.

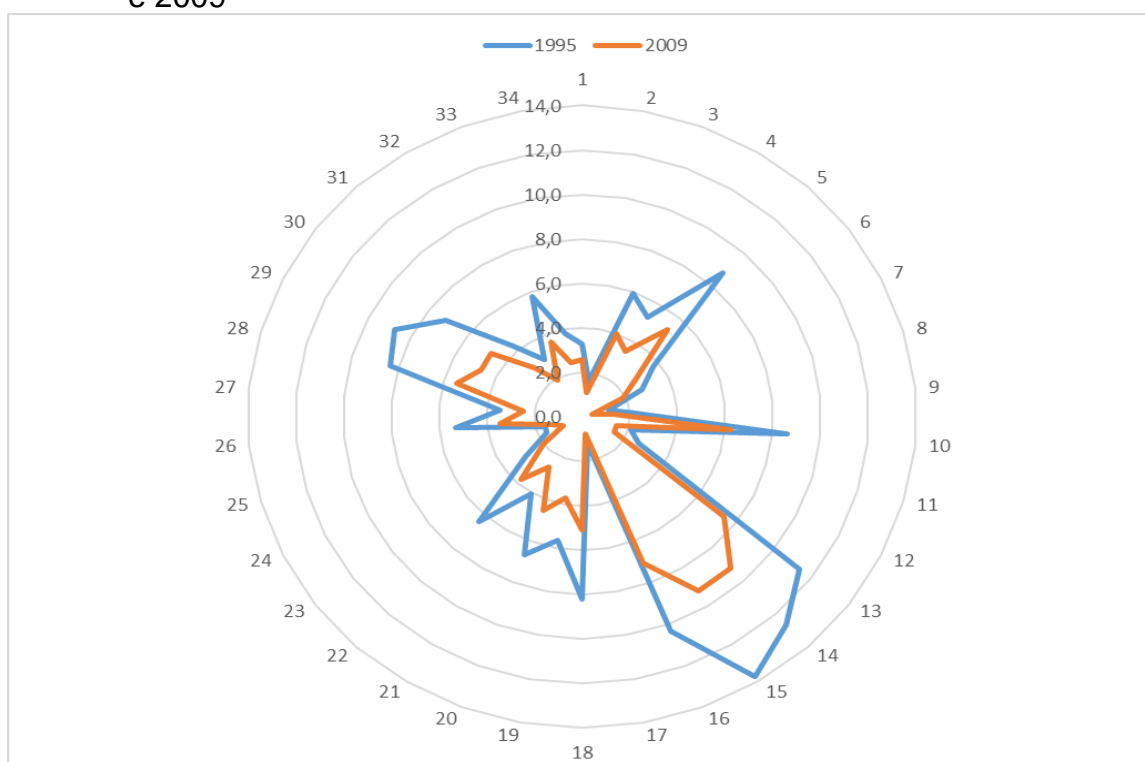
**Tabela 3** - Multiplicador de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009

N	SETORES	MULTIPLICADOR DE ENERGIA NÃO RENOVÁVEL		MULTIPLICADOR DE ENERGIA RENOVÁVEL	
		1995	2009	1995	2009
1	Agropecuária	3,29	2,56	1,38	1,41
2	Extrativismo mineral	1,63	1,10	1,23	1,19
3	Alimentos, bebidas e fumo	5,94	3,99	1,09	1,95
4	Têxteis	5,25	3,48	1,10	1,80
5	Vestuário	8,74	5,28	1,57	1,15
6	Madeira e produtos da madeira	3,72	2,87	1,40	1,82
7	Papel, celulose e gráfica	2,80	1,91	1,00	1,03
8	Refino de petróleo e combustível nuclear	1,14	0,41	1,02	1,01
9	Indústria química	1,98	1,35	1,28	1,22
10	Borracha e plástico	8,61	6,24	1,85	1,72
11	Outros minerais não metálicos	2,12	1,49	1,35	1,34
12	Metalurgia	2,64	1,52	1,50	1,36
13	Máquinas e equipamentos	11,39	7,44	2,16	1,73
14	Eletrônicos e equipamentos ópticos	12,70	9,22	2,48	2,13
15	Equipamentos de transporte	13,76	9,23	2,77	2,24
16	Manufatura e reciclagem	10,32	7,05	2,28	2,13
17	Eletricidade, gás e água	1,22	0,76	1,15	1,16
18	Construção	8,19	5,09	2,15	1,91
19	Venda e manutenção de veículos automotores	5,66	3,71	1,93	1,80
20	Atacado	6,68	4,53	1,80	1,73
21	Varejo	4,10	2,67	1,72	1,67
22	Hotéis e restaurantes	6,39	3,80	1,26	1,97
23	Transporte terrestre	2,97	2,04	1,22	1,19
24	Transporte aquático	1,64	0,87	1,05	1,03
25	Transporte aéreo	1,58	1,29	1,04	1,04
26	Outras atividades de suporte ao Transporte	5,32	3,44	1,51	1,48
27	Comunicações	3,44	2,47	1,48	1,56
28	Intermediação financeira	8,37	5,45	1,50	1,25
29	Aluguéis	8,76	4,70	1,70	1,30
30	Serviços prestados às empresas	7,17	4,75	1,10	1,97
31	Administração pública	4,28	2,97	1,80	1,66
32	Educação	3,02	1,95	1,63	1,51
33	Saúde	5,79	3,61	1,09	1,84
34	Outros serviços	3,80	2,45	1,94	1,81

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

Em 1995 e 2009, os setores que se destacam são: máquinas e equipamentos (13), eletrônicos e equipamentos ópticos (14) e equipamentos de transporte (15), uma vez que apresentam os maiores multiplicadores de energia no período analisado. Assim, por exemplo, em 1995 no setor de equipamentos e transportes, um aumento de 1 TJ no setor gera a necessidade de 13,76 TJ na economia como um todo. Já em 2009, no setor de equipamentos e transportes, o aumento de 1 TJ no setor gera a necessidade de 9,23 TJ na economia como um todo.

**Figura 8** - Multiplicador de energia não renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009

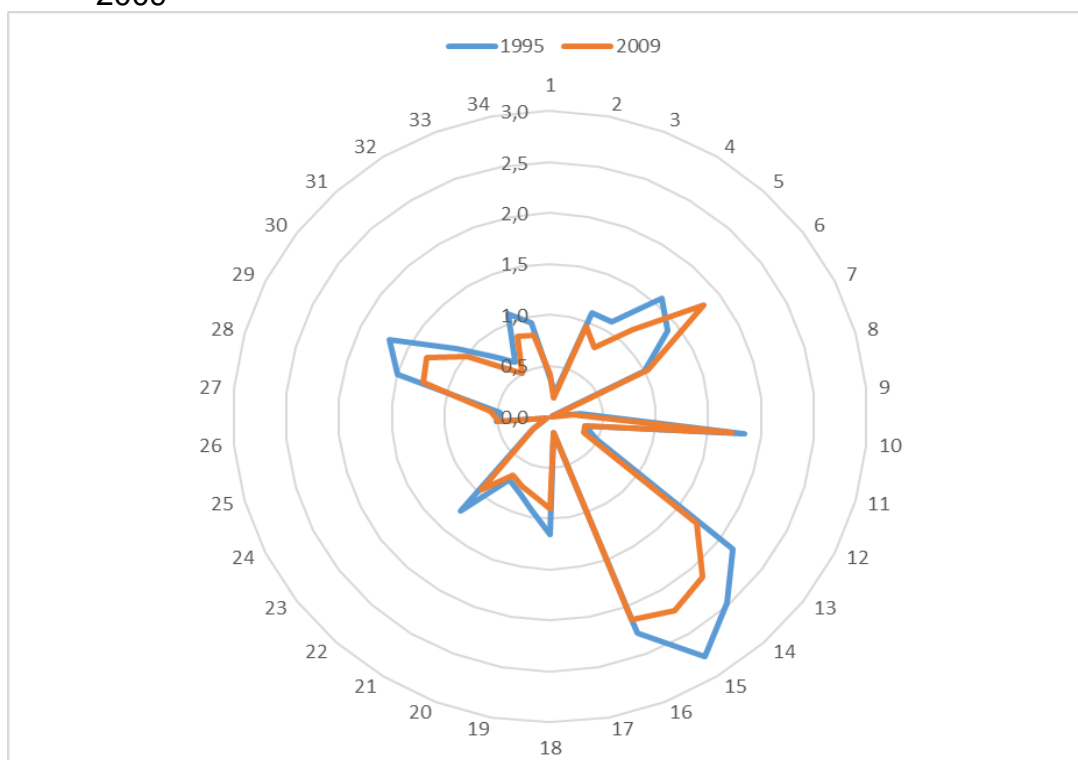


**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

É evidenciado na tabela 3 e na Figura 9 os resultados para o multiplicador de energia para cada setor dos países da Zona do Euro no que diz respeito ao uso da energia renovável para os anos de 1995 e 2009. Portanto, os setores que se destacam devido à apresentarem os maiores multiplicadores de energia no período analisado são: eletrônicos e equipamentos ópticos (14), equipamentos de transporte (15) e manufatura e reciclagem (16). Assim, em 1995 no setor de equipamentos e transportes, um aumento de 1 TJ no setor gera a necessidade de 2,77 TJ na economia como um todo. Já em 2009, o aumento de 1 TJ no setor de equipamentos

e transportes gera a necessidade de 2,24 TJ na economia como um todo.

**Figura 9** - Multiplicador de energia renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009



**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

Em síntese, os setores que apresentaram os maiores multiplicadores de energia dos países da Zona do Euro em relação ao uso de energia não renovável, cuja mensuração foi efetuada em terajoule (TJ) para os anos de 1995 e 2009, foram: máquinas e equipamentos (13), eletrônicos e equipamentos ópticos (14) e equipamentos de transporte (15). Portanto o destaque para os setores no uso de energia renovável para os anos de 1995 e 2009 foram: eletrônicos e equipamentos ópticos (14), equipamentos de transporte (15) e manufatura e reciclagem (16). Sendo esses, portanto, os setores-chave na produção dos países do bloco analisado, bem como, os setores da economia que mais contribuíram para o aumento do uso de energia durante o período analisado.

De modo geral, tais resultados possibilitam identificar os setores mais intensivos em utilização de energia renovável e não renovável, uma vez que, quando há um aumento na produção de um deles, isso faz com que essa atividade demande uma produção adicional dos demais setores, sendo justamente esse aumento no produto dos demais setores e conseqüentemente sua utilização de energia, que

exerce impacto relativamente forte na economia.

#### 4.1.2 Gerador de Energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009

O gerador de produção de energia indica a quantidade gerada direta e indiretamente de energia que corresponde a uma unidade monetária de demanda final. Dessa forma, o cálculo da geração de energia renovável e não renovável para a Zona do Euro, foi realizado a fim de identificar os efeitos sobre o uso da energia correspondente a cada setor. Provocados por uma variação na demanda final em US\$ 1 milhão, cujos resultados estão em terajoule (TJ) de energia por milhão de dólares em 1995 e 2009.

Miller e Blair (2009), identificam que, cada setor da economia pode estimar o quanto é gerado direta e indiretamente de emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado ou outra variável de interesse para cada unidade monetária produzida para a demanda final.

A Tabela 4 e a figura 10 apresentam alguns resultados importantes quanto aos geradores de energia não renovável de cada um dos setores que compõem a Zona do Euro para os anos de 1995 e 2009.

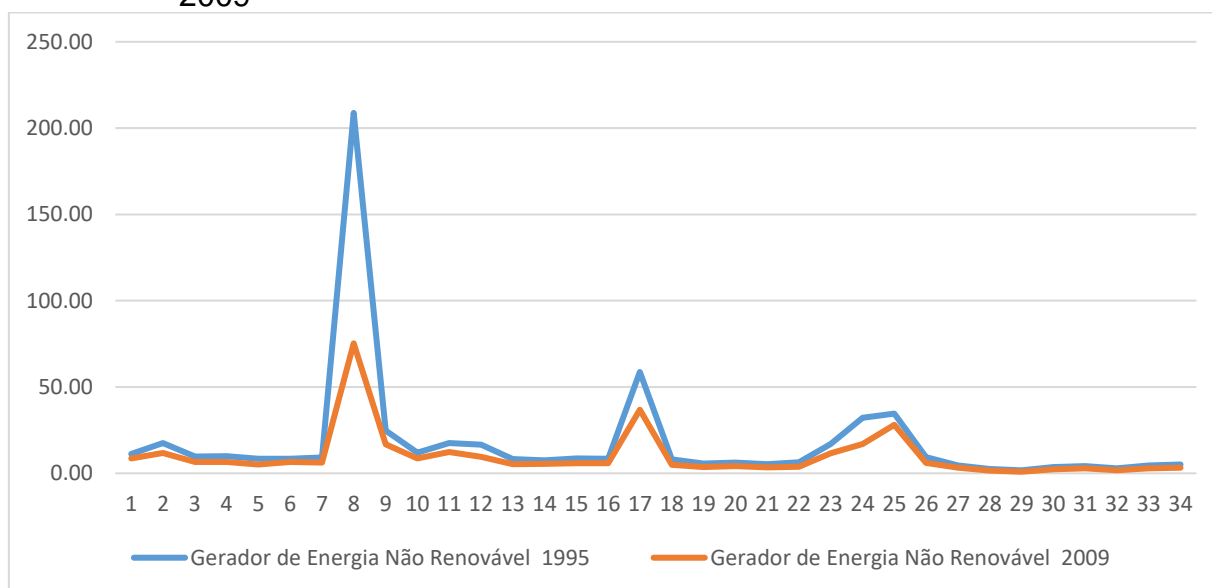
Em 1995 e 2009, observa-se que o setor de Refino de Petróleo e Combustível Nuclear (8) se destaca como o setor que mais utiliza energia não renovável, por aumento da demanda final deste bloco. Assim, por exemplo, em 1995 uma variação da demanda final deste setor em US\$ 1 milhão, provoca um aumento de 208,84 TJ na utilização de energia não renovável em toda a economia, e em 2009 uma variação da demanda final deste setor em US\$ 1 milhão, provoca um aumento de 75,31 TJ, uma vez que, no intuito de atender este aumento da demanda final, o setor de Refino de Petróleo e Combustível Nuclear irá aumentar sua produção, assim como os demais setores que fornecem os insumos, causando, portanto, um efeito adicional na utilização de energia não renovável. Seguidamente, temos que os setores de Eletricidade, Gás e Água (17) e Transporte Aéreo (25) que mais contribuíram para o aumento total da utilização de energia não renovável no período analisado.

**Tabela 4** - Gerador de Energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 (US\$ 1 milhão)

Nº	SETORES	Gerador de Energia Não Renovável		Gerador de Energia Renovável	
		1995	2009	1995	2009
1	Agropecuária	11,17	8,68	1,30	1,41
2	Extrativismo mineral	17,48	11,85	2,49	2,05
3	Alimentos, bebidas e fumo	9,78	6,58	1,80	1,57
4	Têxteis	9,90	6,56	2,07	1,50
5	Vestuário	8,40	5,08	1,51	1,11
6	Madeira e produtos da madeira	8,52	6,59	3,20	4,17
7	Papel, celulose e gráfica	9,20	6,28	3,28	3,38
8	Refino de petróleo e combustível nuclear	208,84	75,31	3,63	2,14
9	Indústria química	24,72	16,87	3,56	2,76
10	Borracha e plástico	11,98	8,69	2,57	2,40
11	Outros minerais não metálicos	17,55	12,33	2,88	2,81
12	Metalurgia	16,69	9,63	3,13	2,26
13	Máquinas e equipamentos	8,21	5,36	1,56	1,25
14	Eletrônicos e equipamentos ópticos	7,57	5,50	1,48	1,27
15	Equipamentos de transporte	8,67	5,82	1,75	1,41
16	Manufatura e reciclagem	8,52	5,82	1,88	1,76
17	Eletricidade, gás e água	58,64	36,90	7,39	7,71
18	Construção	8,03	4,99	1,13	0,89
19	Venda e manutenção de veículos automotores	5,62	3,69	0,93	0,79
20	Atacado	6,15	4,18	0,74	0,67
21	Varejo	5,35	3,49	0,94	0,88
22	Hotéis e restaurantes	6,32	3,76	1,24	0,96
23	Transporte terrestre	16,96	11,64	1,25	1,08
24	Transporte aquático	32,25	17,06	0,97	0,67
25	Transporte aéreo	34,54	28,18	0,77	0,81
26	Outras atividades de suporte ao Transporte	9,46	6,10	0,90	0,86
27	Comunicações	4,48	3,22	0,62	0,73
28	Intermediação financeira	2,46	1,60	0,44	0,37
29	Aluguéis	1,72	0,92	0,33	0,26
30	Serviços prestados às empresas	3,60	2,38	0,55	0,49
31	Administração pública	4,12	2,85	0,77	0,63
32	Educação	2,83	1,83	0,59	0,48
33	Saúde	4,47	2,79	0,84	0,65
34	Outros serviços	5,18	3,34	1,28	1,11

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

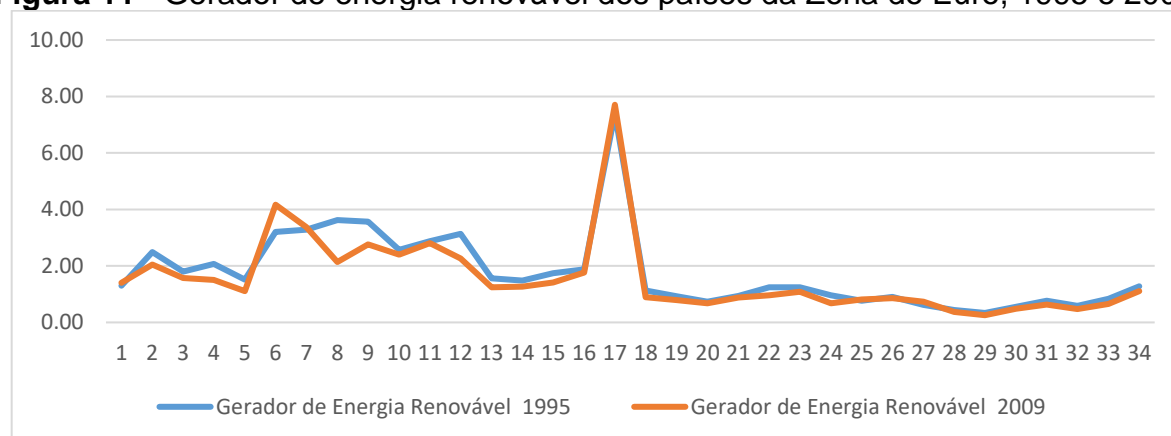
**Figura 10** - Gerador de energia não renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009



**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

É possível observar na tabela 4 e na figura 11 os geradores de produção de energia renovável para os anos de 1995 e 2009, com destaque para o setor de Eletricidade, Gás e Água (17) que mais utiliza energia renovável, por aumento da demanda final deste bloco.

Portanto, em 1995, uma variação da demanda final deste setor em US\$ 1 milhão, provoca um aumento de 7,39 TJ na utilização de energia renovável em toda a economia, e em 2009 uma variação da demanda final deste setor em US\$ 1 milhão, provoca um aumento de 7,71 TJ, uma vez que, no intuito de atender este aumento da demanda final, o setor de Eletricidade, gás e água irá aumentar sua produção, assim como os demais setores que fornecem os insumos, causando, portanto, um efeito adicional na utilização de energia renovável. Seguidamente, em 1995 temos que os setores de Refino de Petróleo (8) e Indústria Química (9) e em 2009 Madeira e Produtos de Madeira (6) e Papel, Celulose e Gráfica (7) são os setores localizados na Zona do Euro que mais contribuíram para o aumento total da utilização de energia renovável no período analisado.

**Figura 11** - Gerador de energia renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

Em síntese, os setores que apresentaram os maiores geradores de energia renovável e energia não renovável dos países da Zona do Euro em 1995 e 2009 foram: Refino de Petróleo e Combustível Nuclear (8) e Eletricidade, Gás e Água (17), sendo que, contribuíram para a utilização de energia no período analisado.

#### 4.1.3 Transbordamento da utilização de Energia dos Países da Zona do Euro, 1995 e 2009

Um estudo complementar ao gerador de energia é o efeito transbordamento, o qual mensura o aumento da utilização de energia renovável e não renovável do setor sobre as atividades econômicas que estão fora de sua região de origem. Nesse sentido, este indicador evidencia o quanto o uso de energia fica dentro do bloco e o quanto é transbordado para fora dele.

No entanto, a tabela 5 e a figura 12 apresentam os resultados do transbordamento da utilização da energia não renovável para cada setor da Zona do Euro, para os anos de 1995 e 2009 em valores percentuais

Em 1995 e 2009, os setores que se destacam são: Eletrônicos e equipamentos ópticos (14) e Equipamentos de transporte (15) indicando que grande parte da utilização da energia não renovável proveniente do aumento da produção desses setores, é transbordado para fora do bloco, impactando, portanto, a economia do restante dos países do mundo. Assim, por exemplo, em 1995 no setor de Eletrônicos e Equipamentos Ópticos observa-se que aproximadamente 41% da utilização de energia não renovável foram geradas fora da Zona do Euro, enquanto em 2009 o percentual foi de aproximadamente 54%, o que significa que quando a

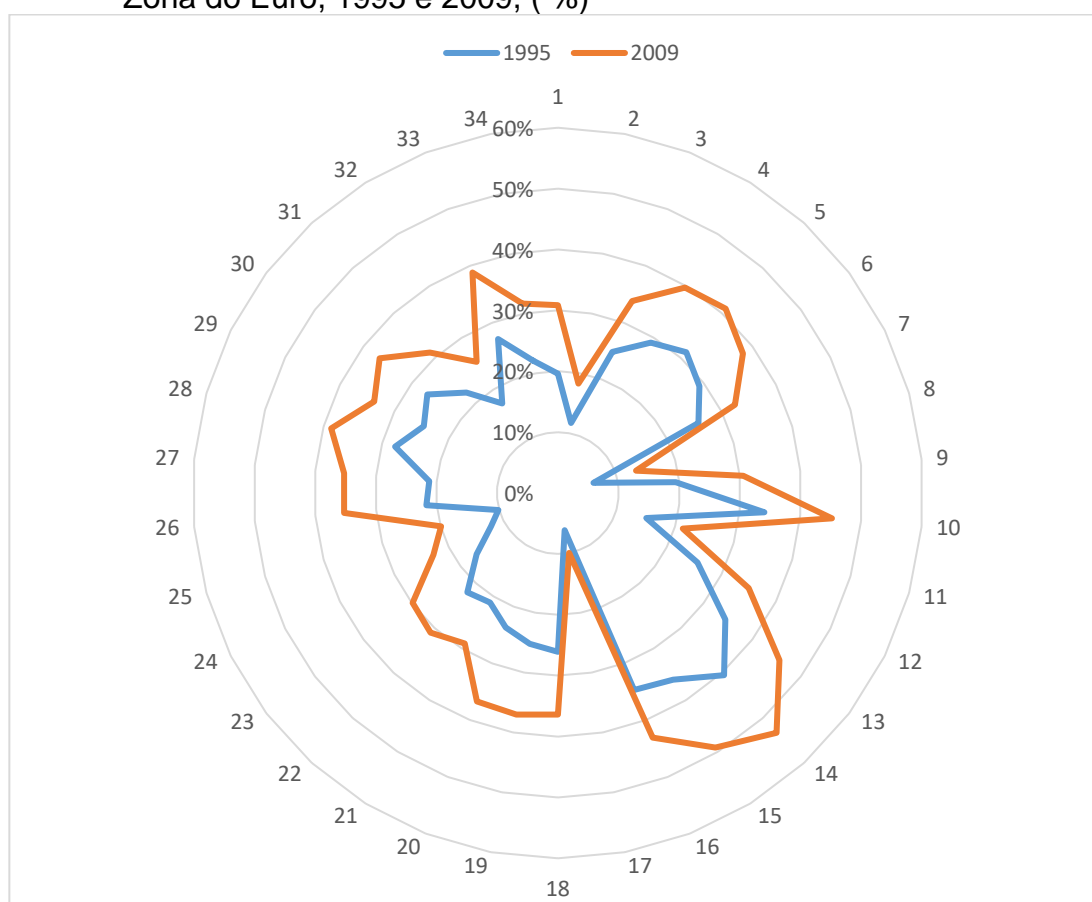
produção deste setor aumenta, cerca da metade da utilização de energia não renovável gerada são de setores instalados fora desse bloco.

**Tabela 5** - Transbordamento da utilização de energia dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009 (%)

Nº	SETORES	Transbordamento de Energia Não Renovável		Transbordamento de Energia Renovável	
		1995	2009	1995	2009
1	Agropecuária	19,59	30,86	28,05	24,89
2	Extrativismo mineral	11,73	18,30	13,26	13,93
3	Alimentos, bebidas e fumo	24,84	33,82	25,45	23,17
4	Têxteis	29,03	39,71	28,70	32,36
5	Vestuário	31,30	40,94	36,09	34,52
6	Madeira e produtos da madeira	29,14	38,06	18,47	10,99
7	Papel, celulose e gráfica	25,82	32,51	17,15	12,94
8	Refino de petróleo e combustível nuclear	6,09	13,36	52,86	56,39
9	Indústria química	19,43	30,58	25,64	29,24
10	Borracha e plástico	34,07	45,22	33,85	31,72
11	Outros minerais não metálicos	15,09	21,31	15,45	13,43
12	Metalurgia	25,65	35,03	26,79	27,01
13	Máquinas e equipamentos	34,50	45,59	36,14	36,58
14	Eletrônicos e equipamentos ópticos	40,52	53,31	41,36	44,11
15	Equipamentos de transporte	36,03	49,17	36,10	39,14
16	Manufatura e reciclagem	34,70	43,06	34,86	26,83
17	Eletricidade, gás e água	6,20	10,01	6,99	6,72
18	Construção	26,08	36,39	33,99	32,16
19	Venda e manutenção de veículos automotores	25,22	37,02	25,72	25,36
20	Atacado	23,69	36,71	29,26	26,51
21	Varejo	21,13	29,06	18,56	15,86
22	Hotéis e restaurantes	22,05	31,04	20,46	18,71
23	Transporte terrestre	16,70	29,92	20,54	21,88
24	Transporte aquático	12,24	22,84	39,51	44,04
25	Transporte aéreo	10,13	19,93	44,54	51,07
26	Outras atividades de suporte ao Transporte	21,67	35,28	29,10	25,55
27	Comunicações	21,19	35,24	23,13	23,89
28	Intermediação financeira	27,79	38,71	25,71	27,39
29	Aluguéis	24,61	33,72	22,01	18,96
30	Serviços prestados às empresas	26,83	36,68	28,61	26,16
31	Administração pública	22,31	31,19	19,64	20,25
32	Educação	17,32	25,34	13,53	13,02
33	Saúde	27,12	38,85	27,87	29,53
34	Outros serviços	22,15	31,67	15,07	14,26

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

**Figura 12** - Transbordamento da utilização de energia não renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009, ( %)

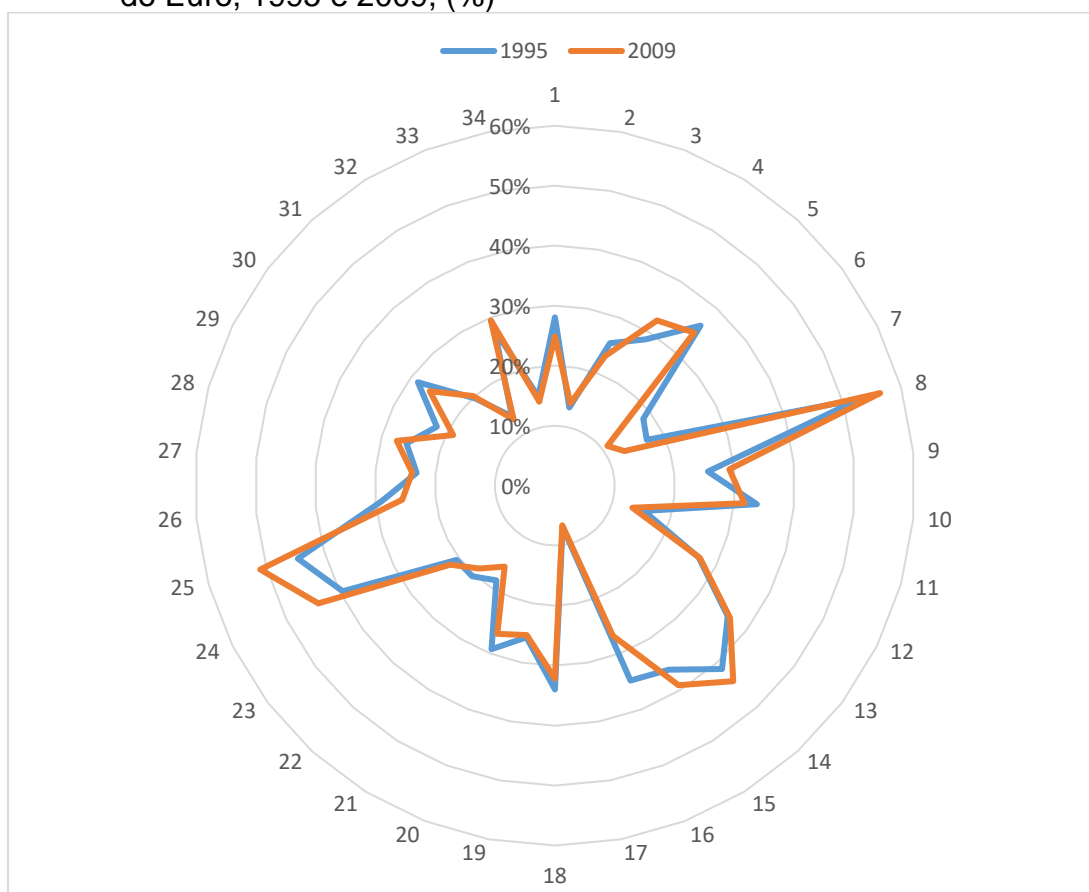


**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

A figura 13 e a tabela 5 evidenciam os resultados importantes do transbordamento da utilização da energia renovável para cada setor da Zona do Euro, para os anos de 1995 e 2009 em valores percentuais.

Em 1995 e 2009, os setores que se destacam são: Refino de Petróleo e Combustível Nuclear (8) e Transporte Aéreo (25), os quais indicam que grande parte da utilização da energia não renovável proveniente do aumento da produção desses setores, é transbordado para fora do bloco, impactando, portanto, a economia do restante dos países do mundo. Portanto, em 1995 no setor de Refino de Petróleo e Combustível Nuclear verifica-se que aproximadamente 53% da utilização de energia não renovável foram geradas fora da Zona do Euro, sendo que, em 2009 este percentual é aproximadamente 57%, o que significa que quando a produção deste setor aumenta, mais da metade da utilização de energia não renovável gerada são de setores instalados fora desse bloco.

**Figura 13** - Transbordamento da utilização de energia renovável dos países da Zona do Euro, 1995 e 2009, (%)



**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de dados do WIOD (2017).

Assim, é possível observar que a Zona do Euro possui grande transbordamento em relação à utilização de energia renovável e não renovável, confirmando assim que as cadeias produtivas da Zona do Euro são limpas, em comparação aos demais países de fora do bloco. Ou seja, importam insumos para a produção, aplicando assim, uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos e produtos, no sentido de aumentar a eficiência e reduzir os riscos a sociedade e ao meio ambiente.

## 5 CONCLUSÃO

Essa pesquisa teve como objetivo correlacionar as estruturas produtivas dos países da Zona do Euro e seus impactos no uso da energia renovável e não renovável nos anos de 1995 e 2009. Para tanto, foram realizados cálculos no intuito de demonstrar a intensidade da utilização de energia, bem como os impactos diretos e indiretos causados pelo uso de cada setor. Por meio da metodologia insumo-produto foram calculados os multiplicadores e geradores de energia, além do transbordamento da utilização referente a cada setor produtivo dos países selecionados.

Os resultados mostraram o uso de energia em milhões de dólares no ano de 1995 e 2009. Foi possível observar que o setor de refino de petróleo e combustível nuclear se destaca na utilização de energia renovável e não renovável no período analisado.

No que diz respeito ao cálculo dos multiplicadores de produção o setor de Equipamentos de Transporte apresentou os dados mais significativos dos países da Zona do Euro em relação ao uso de energia renovável e energia não renovável, cuja mensuração foi efetuada em terajoule para os anos de 1995 e 2009. Sendo este, o setor-chave na produção dos países do bloco analisado, bem como, o setor da economia que mais contribuiu para o aumento do uso de energia durante o período analisado.

Quanto à identificação do gerador de energia, observa-se com relação a energia não renovável que, em 1995 e 2009, o setor de Refino de Petróleo e Combustível Nuclear se destaca como o setor que mais utiliza energia por aumento da demanda final deste bloco. No entanto, no que se refere à relação do gerador de energia renovável, o setor de destaque é Eletricidade, Gás e Água. Neste sentido os setores irão aumentar sua produção, assim como os demais setores que fornecem os insumos, causando, portanto, um efeito adicional na utilização de energia.

No que se refere a estimativa do efeito transbordamento da utilização de energia não renovável, em 1995 e 2009, o setor que se destaca é Eletrônicos e Equipamentos Ópticos. Porém, no que é pertinente ao transbordamento de energia renovável, o setor que se destaca é Refino de Petróleo e Combustível Nuclear indicando que grande parte da utilização de energia proveniente do aumento da

produção desses setores, é transbordado para fora do bloco, impactando, assim, a economia do restante dos países do mundo.

Portanto, o estudo verificou que na Zona do Euro os resultados observados mostram que grande parte da utilização de energia, provenientes do aumento da produção, é transbordada para fora desse bloco. Porém, cabe destacar que este é um importante indicativo da dependência da Zona do Euro de insumos importados, devido, sobretudo, à sua insuficiente infraestrutura interna. Desse modo, em razão de tal dependência, utiliza menos energia em relação aos demais países, pois a medida que importa tais insumos, conseqüentemente, utiliza energia em outros países.

Cabe, ainda, destacar que a partir da análise dos resultados, pôde identificar a presença de um *trade-off* que os países membros da Zona do Euro enfrentam, entre o aumento da produção e a utilização de energia. Resta, portanto, descobrir quais são as vantagens e desvantagens de cada país quanto a estas escolhas, ficando essa discussão como sugestão para trabalhos futuros. Outra análise interessante seria analisar a variação da utilização de energia na matriz mundial do WIOD, por meio da decomposição estrutural da variação de energia em efeito intensidade.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EUROPÉIA DO AMBIENTE. **Energia**. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/pt/themes/energy/intro>>. Acesso em: 01 ago.2017.
- ALVES, Andressa; BOLIGIAN, Levon. **Geografia: espaço e vivência**. São Paulo: Atual, 2004.
- ANNEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Carvão mineral. In: \_\_\_\_\_. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008a. Cap. 9. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2017.
- ANNEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Energia hidráulica. In: \_\_\_\_\_. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008b. Cap. 3. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par2\\_cap3.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap3.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2017.
- ANNEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia solar**. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia\\_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2017.
- BARBOSA, Gabriela Gonçalves. Recursos naturais renováveis e produção de energia. **Revista Política Hoje**, Recife, v. 23, n. 1, p. 193-215, 2015.
- BERMANN, Célio. **Crise ambiental e as energias renováveis**. 2008a. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v60n3/a10v60n3.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- BJORK, Isabel et al. **Encouraging renewable energy development: a handbook for international energy regulators**. Washington: National Association of Regulatory Utility Commissioners, 2011. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=108EC647B45DEB287931836AD2BF1B6C?doi=10.1.1.225.2259&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Efeito estufa e aquecimento global**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 18 abr. 2017.
- BRENE, Paulo, Rogério, A. **Ensaio sobre o uso da matriz insumo-produto como ferramenta de políticas públicas municipais**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Curitiba, 2013.
- CAPRIGLIONE. Paulo Sérgio. **A energia renovável na matriz energética brasileira**. São Paulo: FGV, EESP, 2006.
- CARVALHO, Joaquim Francisco de. Combustíveis fósseis e insustentabilidade. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 60, n. 3, p. 30-33, 2008.

CASLER, Stephen D.; BLAIR, Peter D. Economic structure, fuel combustion, and pollution emissions. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 22, p. 19-27, 1997.

CHIANG, Alpha; WAINWRIGHT, Kevin. **Matemática para economistas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

CUMBERLAND, John H. A regional interindustry model for analysis of development objectives. **Papers in Regional Science**, Rotterdam, v. 17, p. 65-94, 1966.

DALY, Herman E. On economics as a life science. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 76, n. 1, p. 392-406, 1969.

DE BEM, Augusto Pinho; JUBRAN, Bruno Mariotto. A ampliação das assimetrias na Zona do Euro como fator da crise grega. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. 27-44, 2016.

DUARTE, André Esteves Alves Freire. **Previsão de preços de energia eléctrica em mercados de electricidade**: horizonte de uma semana. Tese (Mestrado integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores - Major Energia) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/59020>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

ECOD. Ecodesenvolvimento. **Energia, 2010**. Disponível em <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/energia-renovavel-responde-por-20-do-consumo-na/#>>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

ESCOBAR, Edson Castro. Panomara regional del desarrollo sostenible em América Latina. **Luna Azul**, Manizales, n. 40, p. 195-212, jun. 2015.

ESTEVES, Emerson Guzzi Zuan. **Dinâmica mundial do uso da energia renovável, energia não renovável e da emissão de CO<sub>2</sub> por níveis de IDH: 1995 a 2009**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2017.

FERREIRA NETO, Amir Borges; PEROBELLI, Fernando Salgueiro; BASTOS, Suzana Quinet de Andrade. Estrutura de demanda e uso de energia: uma análise de insumo-produto para países selecionados (1995 e 2005). In: **Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 40., Porto de Galinhas, 2012. Anais... Porto de Galinhas: ANPEC, 2012.

FIRME, Vinicius Azevedo Couto; PEROBELLI, Fernando Salgueiro. O setor energético brasileiro: uma análise via indicadores de insumo-produto e o modelo híbrido para os anos de 1997 e 2002. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, v. 39, p. 123-153, jul./dez. 2012.

FONSECA, Eduardo G. Meio ambiente e contas nacionais: a experiência internacional. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Contabilização econômica do meio ambiente**. São Paulo, 1992. p. 29-43.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

GREENPEACE. **Energias renováveis contra o aquecimento global**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/?gclid=CK3-wY36rdMCFUSAkQodcRUMKg>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

GUARIREIRO, Lilian L. N.; VASCONCELLOS, Pérola C.; SOLCI, Maria Cristina. Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão. **Virtual Química**, Niterói, v. 3, n. 5, 2011, p.434-445.

GUILHOTO, Joaquim et al. **Estimação da Matriz Insumo-Produto** Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005 (Using Data from the System of National Accounts to Estimate Input-Output Matrices: An Application Using Brazilian Data for 2005). 2010.

GUILHOTO, Joaquim José Martins. **Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos**. São Paulo: FEA, Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <[https://mpr.aub.uni-muenchen.de/32566/2/MPRA\\_paper\\_32566.pdf](https://mpr.aub.uni-muenchen.de/32566/2/MPRA_paper_32566.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2017.

GUILHOTO, Joaquim José Martins. **Leontief e insumo-produto: antecedentes, princípios e evolução**. Piracicaba: ESALQ, 2001.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico. **Energia e meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

IBP-INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCMBUSTÍVEIS. Evolução da produção de energia primária no Brasil. Disponível em: <<https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/producao-de-energia-primaria-brasil/>>. Acesso em: 6 ago. 2017.

ISARD, Walter. Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy. **The Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 33, n. 4, p. 318-328, 1951.

LEONTIEF, Wassily. **A economia do insumo-produto**. 3. ed. São Paulo: Nova cultural, 1988.

LEONTIEF, Wassily. **The structure of the American economy**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1951.

LEONTIEF, Wassily; FORD, Daniel. **Air pollution and economic structure: empirical results of input-output computations**. In: BRODY, András, CARTER, Alvin P. (Ed.). **Input-output techniques**. Amsterdam: North-Holland Publishing, 1972. p. 9–30.

LIU, Huan et al. Energy embodied in the international trade of China: an energy input–output analysis. **Energy Policy**, Surrey, v. 38, n. 8, p. 3957-3964, 2010.

LOURTIE, Pedro. Portugal no contexto da crise do euro. **Relações Internacionais**

R: I, Lisboa, n. 32, p. 61-105, 2011.

MACHADO, Giovani; SCHAEFFER, Roberto; WORRELL, Ernst. Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input–output approach. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 39, n. 3, p. 409-424, 2001.

MATTOS, Rogério Silva et al. Integração de modelos econométrico e de insumo-produto para previsões de longo prazo da demanda de energia no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 675-699, out./dez. 2008.

MAY, Peter H. Economia ecológica e o desenvolvimento equitativo no Brasil. In: CAVALCANTI, Clovis (Org.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2009. p. 235-255

MENTONE, Fernando Augusto. **Energia renovável e desenvolvimento**. São Paulo: PUC, 2015.

MILLER, Ronald; BLAIR, Peter. D. **Input-output analysis**: foundations and extensions. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MIRANDA, Cláudio Rocha. Economia e meio ambiente: uma abordagem de insumo-produto. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 601-636, ago. 1980.

MONTOYA, Marco Antonio; PASQUAL, Cássia Aparecida. O uso setorial de energia renovável versus não renovável e as emissões de CO<sub>2</sub> na economia brasileira: um modelo insumo-produto híbrido para 53 setores. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 289-334, ago. 2015.

MOREIRA, João Carlos; SENE, Eustáquio. **Geografia**: ensino médio: volume único. São Paulo: Scipione, 2009.

PACHECO, Fabiana. Energias renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador, n. 149, p. 4-11, out. 2006.

PARLAMENTO EUROPEU. Energias Renováveis. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuld=FTU\\_5.7.4.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.4.html)> Acesso em: 1 ago. 2017.

PORTAL ENERGIA. **Vantagens e desvantagens da energia solar**. 2016. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

PORTAL ENERGIA. **União Europeia comprometida com metas de energias renováveis**. 2011. Disponível em < <https://www.portal-energia.com/uniao-europeia-comprometida-com-metas-nas-energias-renovaveis/>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

RAMOS, Luiz Pereira et al. Biodiesel. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, ed. 31, p. 28-37, jul./dez. 2003.

REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. **Renewables**: Global Status Report, Paris, 2010. Disponível em: Disponível em:

<<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SANDER DINIZ, André; JAYME JUNIOR, Frederico G. Competitividade e restrição externa na Zona do Euro. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 17, 2013. Disponível em: <<http://www.rep.org.br/PDF/130-2.PDF>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos et al. Gás natural: a construção de uma nova civilização. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 67-90, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a06v2159.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

SANTIN, Maria Fernanda C de Lima; ALVIM, Augusto Mussi. Os impactos da demanda por crédito de carbono sobre o mercado de certificações de reduções de emissões no Brasil. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p. 531-564, 2008.

SESSO FILHO, Umberto Antonio; RODRIGUES, Rossana Lott; MORETTO, Antonio Carlos. **Decomposição do efeito multiplicador de produção e emprego no sistema inter-regional sul-restante do Brasil**. Disponível em > <[http://www.ecopar.ufpr.br/artigos/a7\\_032.pdf](http://www.ecopar.ufpr.br/artigos/a7_032.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

SILVA, Renato José. **Evolução das interligações produtivas do Brasil nas cadeias globais de valor de 1995 a 2009**. 2016. 111f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SIMIONI, Carlos Alberto. **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis**. Tese. (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUZA, Adriano Martins de; ZAPPAROLI, Irene Domenes; SESSO FILHO, Umberto Antonio, BRENE Paulo Rogério Alves. Estrutura produtiva do Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) e seus impactos nas emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Vol. 34, p.27-50, ago. 2015.

TANG, Xu; SNOWDEN, Simon; HÖÖK, Mikael. Analysis of energy embodied in the international trade of UK. **Energy Policy**, Surrey, v. 57, p. 418-428, 2013.

TAVARES, Wagner Marques (Coord.). **Energias renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012. (Cadernos de Altos Estudos, 10). Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/714>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

TIMMER, Marcel P. (Ed.). **The world input-output database (WIOD): contents, sources and methods**. 2012. (WIOD Working Paper N. 10). Disponível em: <<http://www.wiod.org/database/index.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

VICHI, Flavio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

WIOD. **World Input-Output Database**. Disponível em: <<http://www.wiod.org>>. Acesso em: 13 jan. 2017.