

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS SANT' ANA DO LIVRAMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**ENERGIA EÓLICA E HIDRELÉTRICA NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA:
ANÁLISE SOB A ÓTICA DA ECONOMIA ECOLÓGICA**

RODRIGO CHAVES PACHECO

Santana do Livramento, 2016

RODRIGO CHAVES PACHECO

**ENERGIA EÓLICA E HIDRELÉTRICA NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA:
ANÁLISE SOB A ÓTICA DA ECONOMIA ECOLÓGICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas pela
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Orientadora: PROF. PATRÍCIA EVELINE DOS
SANTOS RONCATO

Santana do Livramento, 2016

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

333

P116e Pacheco, Rodrigo Chaves

Energia eólica e hidrelétrica na matriz elétrica brasileira: Análise sob a ótica da economia ecológica / Rodrigo Chaves Pacheco.

71p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade Federal do Pampa, CIÊNCIAS ECONÔMICAS, 2016.
"Orientação: Patrícia Eveline dos Santos Roncato".

1. Desenvolvimento. 2. Energia. 3. Matriz elétrica. 4. Hídrica. 5. Eólica. I. Título.

RODRIGO CHAVES PACHECO

**ENERGIA EÓLICA E HIDRELÉTRICA NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA:
ANÁLISE SOB A ÓTICA DA ECONOMIA ECOLÓGICA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas pela
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Área de concentração: Ciências Econômicas

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em:

Banca examinadora:

Prof. Me. Patrícia Eveline dos Santos Roncato

Orientadora

UNIPAMPA

Prof. Me. Felipe Gomes Madruga

UNIPAMPA

Prof. Me. Diego Dorneles Goulart

UNIPAMPA

Dedico esse trabalho a meus pais, Miguel Francisco Tâmara Pacheco e Sirlei Tereza Reppeto Chaves Pacheco e também aos meus irmãos, Lorenzo Chaves Pacheco e Bruno Chaves Pacheco.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir a possibilidade de sonhar. A minha avó paterna Heloisa Tâmara Pacheco e ao meu avô materno Francisco de Paula Chaves por sempre me apoiarem. Agradeço também a toda minha família por sempre acreditarem em mim.

Agradeço também a minha orientadora Patrícia Eveline dos Santos Roncato, por sempre estar disposta a me ajudar e compartilhar do seu conhecimento. A todos os professores da UNIPAMPA, vocês são demais! Agradeço também aos meus irmãos, Lorenzo Chaves Pacheco e Bruno Chaves Pacheco, por compartilharem comigo todos os momentos.

E finalmente agradeço aos meus pais, a minha mãe Sirlei Tereza Reppeto Chaves Pacheco e ao meu pai, meu herói Miguel Francisco Tâmara Pacheco por me possibilitarem acesso ao conhecimento e sempre confiarem em mim, amo vocês.

“A força não provém da capacidade física, e sim de uma vontade indomável.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A busca pelo desenvolvimento é inerente ao ser humano e conseqüentemente às nações. Entretanto, o próprio conceito de desenvolvimento tem sofrido alterações ao longo da história, salientando-se que um fator determinante para o processo de desenvolvimento é a utilização da energia elétrica. Essa energia hoje tão importante para nossas vidas não está disponível na natureza na sua forma utilizável e para a obtenção dessa energia, é preciso um processo de transformação. E nesse contexto surge a necessidade de geração de energia elétrica através do uso de energias alternativas, como a utilização hídrica e eólica na geração de eletricidade. Sendo assim, o presente estudo teve a finalidade de avaliar a participação do uso de energia eólica e hidrelétrica na matriz elétrica brasileira, considerando os aspectos pertinentes ao desenvolvimento sustentável sob a ótica da economia ecológica. Para a elaboração do trabalho, foi utilizada uma pesquisa bibliográfica e documental com documentos oficiais de instituições reguladoras, livros e artigos relacionados ao tema. Desta forma, os resultados obtidos foram ao encontro dos objetivos propostos, sendo que a utilização hídrica como fonte geradora de energia sempre comporá a matriz elétrica brasileira, visto o grande potencial hídrico brasileiro. Já a utilização de energia eólica é algo muito recente, entretanto, estudos mostram que a médio e longo prazo a utilização desta fonte será de extrema importância, como energia complementar na matriz elétrica brasileira, levando em conta a preocupação com os recursos naturais da economia do país.

Palavras-chaves: Desenvolvimento, Energia, Matriz Elétrica, Hídrica, Eólica.

ABSTRACT

The search for development is inherent to the human being and consequently to the nations. However, the very concept of development has undergone changes throughout history, emphasizing that a determining factor for the development process is the use of electric energy. This energy so important to our lives today is not available in nature in its usable form, and in order to obtain this energy, a process of transformation is necessary. And in this context, the need to generate electricity through the use of alternative energies, such as the use of hydro and wind in the generation of electricity, arises. Therefore, the present study had the purpose of evaluating the participation of the use of wind and hydroelectric power in the Brazilian electrical matrix, considering the pertinent aspects to the sustainable development from the point of view of the ecological economy. For the elaboration of the work, a bibliographical and documentary research was used with official documents of regulatory institutions, books and articles related to the subject. In this way, the results obtained were in accordance with the proposed objectives, and the water use as an energy source will always be the Brazilian electrical matrix, considering the great Brazilian water potential. The use of wind energy is very recent, however, studies show that in the medium and long term the use of this source will be of extreme importance as complementary energy in the Brazilian electricity matrix, taking into account the concern with the natural resources of the country's.

Keywords: Development, Energy, Electrical Matrix, Hydro, Wind.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo do fluxo circular da renda e do produto.....	27
Figura 2: Variação do PIB e da variação do consumo de energia (1998-2007).....	33
Figura 3: Consumo mundial de energia fóssil.	36
Figura 4: Composição da matriz energética brasileira 2014.....	38
Figura 5: Matriz energética brasileira 2014.....	39
Figura 6: Resultados por setores 1995 a 2002.	41
Figura 7: Participação de energia renováveis na matriz elétrica 2015.	45
Figura 8: Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) 2016.....	46
Figura 9: Emissão de CO ₂ por MWh gerado (2013).....	47
Figura 10: Rede de transmissão atual 2007.	49
Figura 11: Consumo de eletricidade por classe (GWh) 2015.....	50
Figura 12: Capacidade instalada no mundo 2003.....	53
Figura 13: Potencial eólico brasileiro por região.....	56
Figura 14: Complementaridade entre a geração eólica e hidrelétrica.....	58
Figura 15: Energia eólica na matriz elétrica brasileira em (GW).....	61
Figura 16: Projeções de energia eólica no Brasil em (GW).	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferenças conceituais sobre Energia	32
Tabela 2: Potência mundial instaladas na última década (MW).....	54
Tabela 3: Empreendimentos no setor eólico.....	57

LISTA DE SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e Caribe
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO2 - Dióxido de Carbono
ECOECO - Sociedade Brasileira de Economia Ecológica
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
GWh - Gigawatt hora
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
KW - Quilowatts
MME – Ministério de Minas e Energia
MW – Megawatt
MWh - Megawatt hora
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIEE - Oferta Interna de Energia Elétrica
PCH - Pequena Central Hidrelétrica
PIB - Produto Interno Bruto
PND - Plano Nacional de Desestatização
PNE - Plano Nacional de Energia
PROINFA - Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia
SIN - Sistema Interligado Nacional
TWh - Terawatt hora

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos.....	18
1.1.1 Objetivo geral	18
1.1.2 Objetivos específicos	18
1.2 Justificativa	18
1.3 Metodologia	19
1.4 Estrutura do trabalho.....	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Desenvolvimento econômico.....	22
2.2 Desenvolvimento sob a ótica da economia ecológica	26
2.3 Desenvolvimento e energia.....	31
3 MATRIZ ENERGÉTICA	35
3.1 Matriz energética globais.....	35
3.2 Matriz energética brasileira	37
3.3 Matriz elétrica brasileira	39
3.3.1 Fases do setor elétrico brasileiro.....	39
3.3.2 Configuração atual do setor elétrico brasileiro	42
3.3.3. Estrutura do setor elétrico brasileiro	47
4 ENERGIA EÓLICA	52
4.1 História da energia eólica mundial	52
4.2 Energia eólica no Brasil.....	54
4.2.1 Potencial eólico brasileiro.....	55
4.2.2 Questões ambientais no uso da energia eólica.....	58
4.2.3 Perspectivas futuras no uso da energia eólica no Brasil	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
----------------------------------	----

1 INTRODUÇÃO

Desde a Pré-História, o *homo sapiens* tem usado a inteligência para criar mecanismos que reduzam os esforços e aumentem o seu bem estar. Ao dominar e aprender a técnica do fogo houve uma melhora na sua alimentação, iluminação e segurança, em seguida inventou a roda e outros mecanismos que multiplicaram sua força física e facilitaram as tarefas diárias. Posteriormente, descobriram a força das águas, dos ventos e domesticaram animais, usando a força de cavalos e bois para o trabalho pesado. Milhares de anos se passaram até que um fato distinguiu a história da humanidade e da energia: a invenção da máquina a vapor, um marco energético da revolução industrial (FARIAS, SELLITTO, 2011).

A chegada da Revolução Industrial trouxe uma implementação da energia elétrica como força geradora para o funcionamento das máquinas recém criadas, tendo como consequência um grande atrelamento desse insumo para o processo de desenvolvimento econômico (CAVALCANTE, SILVA, 2011).

Percebe-se, que ao longo do tempo a forte dependência da energia elétrica acarretou uma preocupação dos países com a necessidade de manter os suprimentos básicos de energia elétrica para assegurar o atendimento das atividades econômicas nas indústrias. Porém, com o passar do tempo essa preocupação se acentuou devido os avanços tecnológicos das grandes indústrias, necessitando maiores quantidades de energia para suas atividades. Para Smith ([1776],1983), a produção de energia em quantidades suficientes e com custos médios diminuídos consistiria uma das condições para a sustentabilidade da produção e a expansão do mercado. Visto que essa expansão no mercado seria determinante para o aumento da renda e na geração de emprego e, conseqüentemente, no processo de crescimento econômico.

Sabe-se, que a utilização da energia elétrica sempre foi determinada pelo o uso de combustíveis fósseis e pela utilização da fonte hidráulica. No entanto, a partir dos anos setenta com a crise do petróleo houve uma necessidade de ter uma revisão nas políticas energéticas no mundo, e essas modificações nas políticas trouxe a discussão sobre a necessidade de buscar fontes alternativas que pudessem suprimir a escassez destas fontes fósseis de combustível (PEREIRA, 2008).

Desta forma, a transformação na política energética se deu de forma mais rápida nos países desenvolvidos, devido a soluções tecnológicas mais avançadas. Já nos países

subdesenvolvidos, essas transformações ocorreram de forma muito mais lenta, devido a escassez de recursos destinados para investimento em pesquisa e desenvolvimento (GOLDENBERG, MOREIRA, 2005).

Com a maior dependência do uso da eletricidade no processo de desenvolvimento econômico e os consecutivos choques do petróleo, houve a necessidade de uma maior preocupação com o meio ambiente, no qual teve início na década de 1970, com a publicação do relatório do Clube de Roma. Esse relatório tinha a tarefa de conciliar o progresso econômico com as catástrofes ambientais oriundos do sistema produtivo vigente. Com a publicação do Clube de Roma, surge o conceito de Ecodesenvolvimento, ou Desenvolvimento sustentável que tem a proposta de conciliar o progresso econômico com o meio ambiente (ROMEIRO, 2009).

E nesse ambiente de preocupação ambiental, surge um dos acordos mais significativos da história da humanidade, o Protocolo de Kyoto, que foi criado em 1997, mas oficialmente atuando desde 2005, tinha o objetivo de estabelecer metas de controle de emissão de gases poluentes, com a intenção de diminuir o efeito estufa que vem modificando o clima da terra há décadas (MMA, 2016).

O Protocolo de Kyoto significou o primeiro documento em que os países assumiram compromissos específicos com relação à diminuição dos gases poluentes. Ele estabeleceu aos países industrializados uma redução média de 5% dos gases poluentes, sendo que uma das diretrizes do acordo era promover o aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia (SALINO, 2011).

Conforme o mesmo autor é cada vez mais crescente a preocupação mundial com a deterioração do nosso ecossistema, tendo como principal motivo a forma de consumo e de produção mundial vigente. Com relação a essa apreensão toda, um dos objetivos do Protocolo de Kyoto é a substituição de combustíveis fósseis “sujos” por fontes renováveis “limpas” de energia, com a finalidade de obter avanços na situação atual global. Não diferente dos aspectos colocados anteriormente, observou-se no Brasil nos últimos anos uma maior preocupação na substituição das políticas energéticas vigente, visto a necessidade de conciliar desenvolvimento econômico e a questão ambiental.

Segundo Castro (2009), historicamente e estruturalmente os investimentos na produção de energia elétrica no Brasil foram majoritariamente direcionados para a transformação de energia hídrica, devido ao imenso potencial brasileiro em energia elétrica provida dos rios. Contudo com a crise do apagão em 2001, surge a necessidade de rever a composição da matriz elétrica brasileira.

Deste modo, observa-se a necessidade de transformar energia elétrica através de outras fontes primárias e autossustentáveis de energia, aproveitando os recursos disponíveis no país. Nesse contexto, surge a oportunidade de geração e produção de energia elétrica através da energia eólica, sendo uma fonte de energia alternativa, renovável, limpa e de baixo impacto ambiental para o País. Com isso, o uso de novas fontes de energia renováveis em especial a fonte eólica pode ser sustentado pela corrente ecológica da economia, na qual entende que o sistema econômico é definido por um subsistema de um todo maior, sendo representado pela limitação e restrição dos recursos utilizados para a expansão do sistema econômico (ROMEIRO, 2009).

Todavia, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica a utilização da energia eólica no país é algo incipiente, mas estudos mostram que no período médio em longo prazo seu uso será de extrema importância na complementaridade da energia hídrica. Desta forma existindo planos de investimentos consideráveis e concretos para o setor que contemplará a matriz elétrica brasileira significativamente (ANEEL, 2008).

Contudo, o que cabe ponderar neste momento é qual a importância da energia eólica e hidrelétrica na matriz elétrica brasileira, considerando os aspectos pertinentes ao desenvolvimento sustentável sob a ótica da economia ecológica?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a participação do uso de energia eólica e hidrelétrica na matriz elétrica brasileira, considerando os aspectos pertinentes ao desenvolvimento sustentável sob a ótica da economia ecológica.

1.1.2 Objetivos específicos

a) Verificar as diferenças conceituais sobre Economia Ecológica e as abordagens sobre desenvolvimento sustentável;

b) Entender a estrutura atual da matriz elétrica brasileira, verificando a energia hidrelétrica na geração de energia elétrica;

c) Avaliar a utilização da energia eólica na matriz elétrica brasileira e avaliar o potencial eólico Brasileiro.

1.2 Justificativa

A escolha do tema em relação à participação da energia eólica e hidrelétrica na matriz elétrica brasileira se justifica a partir da compreensão de que a geração de energia baseada em fontes alternativas renováveis passa a ser uma opção tecnológica para iniciar o processo de transformação consistente de sistemas energéticos maduros e tradicionais para o uso de múltiplas fontes integradas. Sendo que as fontes não renováveis (convencionais) especialmente os combustíveis fósseis como o carvão e o petróleo, devem ser encarados como recursos para uma transição de modelos climaticamente obsoletos para aqueles que respeitem os ciclos da biosfera.

Portanto, o trabalho se justifica pela inserção de fontes energéticas alternativas renováveis no setor elétrico brasileiro, sendo que das fontes renováveis, a energia eólica é a de

maior expansão no país. Essa expansão se dá devido a necessidade de complementaridade da energia hídrica no processo de geração de energia elétrica, sendo assim recebendo volumes de investimentos consideráveis e recebendo o aporte de políticas públicas para o crescimento do setor.

Um exemplo que legitima o trabalho pode ser dado pela instalação dos parques eólicos de Osório-RS, que juntos formam o maior e mais moderno complexo gerador de energia a partir dos ventos da América Latina. Sendo que esse investimento foi premiado pelo melhor “Project Finance” da América Latina no segmento de energias renováveis na revista Euromoney (WESCHENFELDER E SCHAEFFER, 2016). Já como exemplo local do uso de energia eólica na geração de energia elétrica está os empreendimentos de Livramento *Holding*, localizado na região oeste do estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Santana do Livramento. Esse empreendimento tem um total gerado de 78MW de potência, desta forma contribuindo para a realização do presente trabalho (EÓLICAS DO SUL, 2016).

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada para elaboração do presente trabalho foi o uso de uma pesquisa bibliográfica e documental, na qual foi utilizada a técnica de análise de conteúdo para a obtenção dos respectivos resultados.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em materiais já elaborados, principalmente por artigos e livros relacionados ao tema de pesquisa. Segundo Gil ([1946] 1989), uma das maiores vantagens da pesquisa bibliográfica é o fato de haver a possibilidade de permitir ao pesquisador uma gama de fenômenos muito além do planejado inicialmente.

Para Severino a pesquisa bibliográfica pode ser entendida como:

A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos (SEVERINO [1941] 2007, p.122).

Já a pesquisa documental é entendida como:

“A pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entra ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos de pesquisa” (GIL, [1946] 1989, p 71).

Contudo, o desenvolvimento do trabalho documental segue os mesmos ritos da pesquisa bibliográfica, apenas divergindo nas primeiras etapas da exploração de fonte de dados (GIL [1946] 1989).

Desta forma, a seguinte pesquisa possui uma revisão da literatura sobre a Economia Ecológica e o desenvolvimento sustentável de modo a estabelecer o referencial teórico desse trabalho. Na sequência, foi utilizado dados de *sites* oficiais como de Agências Reguladoras, no caso a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO), instituições como Eletrosul, entre outras, além de artigos e revistas relacionados ao assunto.

Como técnica de pesquisa foi utilizado a análise de conteúdo, que para Campos (2004), a “análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise de comunicações, assim sendo, é destacada neste campo, a importância da semântica para o desenvolvimento do método. Entendo-se por semântica aqui, a pesquisa do sentido de um texto” (CAMPOS, 2004, pg 612).

Desta forma, pode-se entender que a análise de conteúdo é basicamente balizado por duas etapas: De um lado está a parte linguística tradicional e do outro está a interpretação das palavras (CAMPOS, 2004).

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco seções. No primeiro capítulo estão estruturados a problemática do trabalho, os objetivos da pesquisa e a metodologia a ser empregada. No segundo capítulo está o referencial teórico, que apresenta toda a base teórica relativa ao tema a ser estudado. No terceiro capítulo está representada a estrutura atual da matriz elétrica brasileira.

No quarto capítulo, está a inserção da energia eólica como fonte geradora de eletricidade na matriz elétrica brasileira, descrevendo a situação atual, a sua potencialidade e suas futuras perspectivas no desenvolvimento do setor, como forma complementar na matriz elétrica. No capítulo final são apresentados os resultados e conclusões do presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo apresenta-se primeiramente o conceito sobre Desenvolvimento Econômico na visão “convencional” da economia, sendo representada basicamente pela teoria Neoclássica. Logo após, apresentará o surgimento da economia ecológica como forma sustentável no entendimento do desenvolvimento econômico. Depois de já conceituados ambas as teorias, se apresentará as divergências e as críticas mais relevantes dos economistas ecológicos em relação aos convencionais. E para finalizar se fará uma abordagem sobre a relação da energia com o processo de desenvolvimento econômico.

2.1 Desenvolvimento econômico

O estudo do processo de desenvolvimento econômico é retratado desde o século XVIII. Economistas como Adam Smith evidenciava o crescimento econômico pela acumulação de capital, aumento da oferta de mão de obra e dos salários em conjunto com o livre mercado internacional. Já David Ricardo, conota o desenvolvimento como um processo de acumulação autossustentável de capital, que seria interrompido com a escassez de terra disponível (SANTOS, 2013).

No entanto, foi apenas no período de acelerada expansão industrial, que teve início no pós II Guerra Mundial e durou até o primeiro choque do petróleo em 1973 que os debates sobre crescimento e desenvolvimento econômico voltaram à tona. E também foi nessa época, nos anos de 1973 que o relatório do Clube de Roma foi publicado, tendo o objetivo de conciliar o progresso econômico com os impactos ambientais (OLIVEIRA, 2012).

No que diz respeito à discussão sobre desenvolvimento e crescimento econômico, para muitos autores, ambos os conceitos são tratados praticamente como sinônimos, no entanto para outros são tratados como palavras com sentidos diferentes. Segundo Souza (1993), existem duas correntes de pensamento econômico sobre desenvolvimento e crescimento econômica. A primeira corrente acredita que o crescimento é sinônimo de desenvolvimento, já a segunda corrente entende que o crescimento é condição indispensável para o desenvolvimento.

Segundo Moraes (2004), desenvolvimento e crescimento podem ser entendidos como:

“O crescimento e o desenvolvimento econômico, em seu plano teórico, por muito tempo tinham conceitos idênticos, determinando-se que o alcance do crescimento econômico resultaria naturalmente no desenvolvimento econômico, ou seja, se um país adquirisse crescimento econômico significava que esse país estava se desenvolvendo. Porém, somente em meados do século XX, através de teorias econômicas e publicações de indicadores socioeconômicos foi possível se diferenciar os conceitos” (MORAES, 2014, p. 14)

Já para Silva (2016), o desenvolvimento é entendido como:

“O desenvolvimento pode ser encarado como um processo de alargamento das liberdades reais de que uma pessoa goza. A tônica nas liberdades humanas contrasta com perspectivas mais restritas de desenvolvimento, que o identificam com o crescimento do produto nacional bruto, com o aumento das receitas pessoais, com a industrialização, com o progresso tecnológico, ou com a modernização social” (SILVA, 2016, p. 3).

Para Oliveira (2002), o processo de desenvolvimento deve ser entendido como um processo de mudanças e transformações de ordem econômica, política, humana e social. Sendo que o desenvolvimento nada mais é do que incrementos positivos na renda e no produto para satisfazer as necessidades do ser humano, tais como: educação, transporte, habitação, saúde, alimentação, dentre outras.

De acordo com Souza (1993), o desenvolvimento econômico se define pela existência de crescimento econômico contínuo em ritmo superior ao crescimento demográfico, envolvendo mudanças nas estruturas e melhoria de indicadores econômicos e sociais per capita.

Já para Roman (1996):

“A diferença básica entre crescimento e desenvolvimento econômico (...) é que aquele depende apenas da elevação de variáveis quantitativas, tais como Produto Nacional Bruto, e esse inclui também, ou principalmente, a melhoria de variáveis de bem estar, tais como expectativa de vida, taxa de alfabetização, saneamento básico, saúde pública, entre outros” (ROMAN, 1996, p. 104).

Furtado, argumenta que o desenvolvimento econômico pode ser entendido como “esquemas explicativos dos processos sociais em que a assimilação de novas técnicas e o consequente aumento de produtividade conduz à melhoria do bem estar de uma população com crescente homogeneização social” (FURTADO, 1992, pg 39). Desta forma, o processo de crescimento econômico pode vir a tornar-se desenvolvimento quando provocar transformações estruturais e expandir a produção e o emprego no meio em que está inserido (FURTADO, 2000).

Segundo Ribeiro (2010), ao passo que o desenvolvimento foi sendo perseguido pelos países como meta do progresso econômico, político e social, foram constatados que nem todos os governos conseguiram os mesmos resultados positivos de alguns países. Sendo que alguns obtiveram elevadas taxas de crescimento, mas não alteraram sua situação de dependência tecnológica ou financeira frente aos países mais desenvolvidos, como foi o caso do Brasil, sendo que esses desequilíbrios constitui a base do subdesenvolvimento. Segundo Furtado (2009), o processo de desenvolvimento no mundo todo tende a formar desigualdades, pois é uma lei universal inerente ao processo de crescimento econômico: a lei da concentração.

Nesse sentido, sobre as desigualdades oriundas do processo de desenvolvimento e crescimento econômico entre os países que surge as contribuições acerca do subdesenvolvimento e o atraso latino americano em relação aos países mais desenvolvidos, foi discutida pela Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL). A CEPAL foi criada no ano de 1948, com o objetivo de coordenar as políticas direcionadas à promoção do desenvolvimento econômico e social dos países da América Latina (BOCCHI E GARGIULO, 2016).

De acordo com a CEPAL, o sistema econômico é composto por centro e periferia e que o progresso técnico se desenvolve de forma desigual. Segundo Bocchi e Gargiulo (2016), a CEPAL procurou demonstrar que a difusão internacional do progresso técnico teria ocorrido de modo diferenciado entre os países do centro (de industrialização avançada) e da periferia (primário-exportadores). O centro se desenvolveu mais rápido devido ao setor industrial que elevou a produtividade de outros setores da economia, proporcionando a formação das economias de forma bem mais homogênea e avançada. Já nos países periféricos o processo foi exatamente ao contrário, aos quais restou a condição de ofertante de produtos de matéria prima para abastecer as economias centrais (MORAES, 2004).

Para Moraes (2004), a CEPAL fez diversos estudo empíricos na América Latina, identificando alguns fatores internos e externos considerados os principais causadores do subdesenvolvimento dos países chamados de periféricos. Em relação aos fatores externos, foi identificado a forte dependência econômica dos países latinos americanos em relação a economia americana. Sendo que esta dependência estava fortemente ligada a necessidade de compra de produtos industrializados. E como fatores internos, foram identificados uma forte

concentração fundiária, um reduzido mercado interno e uma taxa de crescimento populacional muito alta que pressionava os gastos do governo.

Desta forma, a ideia principal e fundamental da CEPAL revelou-se principalmente na questão da mudança de paradigma do processo de desenvolvimento econômico dos países periféricos. É nesse contexto, que surge a chamada substituição de importação que se encaixaria perfeitamente nos ideais nacionalistas cepalinos. Assim, o planejamento econômico voltado para a industrialização tornou-se uns dos caminhos para o crescimento e desenvolvimento econômico da América Latina (MORAES, 2004).

De acordo com Couto (2007), é nesse momento na história do Brasil que há uma necessidade de um programa de desenvolvimento balizado por um programa de aumento do capital brasileiro, com o objetivo de imprimir mais regularidade e força ao crescimento econômico do País. Nesse sentido, as contribuições e recomendações da CEPAL influenciaram fortemente a condução das políticas econômicas dos países latinos americanos, acerca do subdesenvolvimento oriundo do processo descontínuo de desenvolvimento e crescimento econômico das economias emergentes.

Segundo Silva (2016), o processo de crescimento econômico causa um aumento nos rendimentos privados, acarretando um alargamento dos serviços sociais, de tal maneira a contribuir para o desenvolvimento econômico. Já para Sachs ([1927] 2004), o crescimento econômico em ritmo acelerado não traz o desenvolvimento econômico, a menos que traga emprego, reduza a pobreza e as desigualdades sociais.

Bresser-Pereira (2006) entende que, o desenvolvimento econômico pode ser compreendido como um processo histórico de crescimento sustentado da renda ou do valor adicionado por habitante, implicando a melhoria no padrão de vida da população, tendo como consequência uma acumulação de capital e incorporação de conhecimento técnico à produção. Desta forma, o desenvolvimento econômico é um processo de transformação que implica mudanças em três níveis da sociedade: cultural, institucional e estrutural.

Entretanto, o processo de desenvolvimento não deve ser entendido e analisado sob o viés restritivo do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e da renda (SEN, 1999). Para Georgescu-Roegen (1974), o requisito mais importante para o desenvolvimento é ter uma vida boa e uma quantidade substancial de lazer usado de maneira inteligente.

O processo de desenvolvimento deve partir da ideia de liberdade. O desenvolvimento como liberdade, segundo Sen (1999, pg. 18) pode ser entendido como um processo “mediante a liberdade de participar da escolha social e da tomada de decisões públicas que atraem o progresso dessas oportunidades”. Dando continuidade a esse pensamento, Sen (1999) acredita que o desenvolvimento econômico pode ser entendido como um processo de expansão das liberdades reais das pessoas e que a busca do bem estar deve ser entendido dentro de uma abordagem que privilegie as capacidades individuais dos agentes econômicos.

Já para Daly (2004), crescimento e desenvolvimento podem ser entendidos como:

“Crescer significa “aumentar naturalmente em tamanho pela adição de material através de assimilação ou acréscimo”. Desenvolver-se significa “ expandir ou realizar os potenciais de; trazer gradualmente a um estado mais completo, maior ou melhor”. Quando algo cresce fica maior. Quando algo se desenvolve torna-se diferente” (DALY, 2004, p. 198).

Essa abordagem de Daly, encontra-se sob uma nova concepção que será apresentada no próximo tópico sobre economia ecológica, onde se observa a preocupação mais acentuada com as questões ambientais e de energias renováveis para o processo de desenvolvimento dos países.

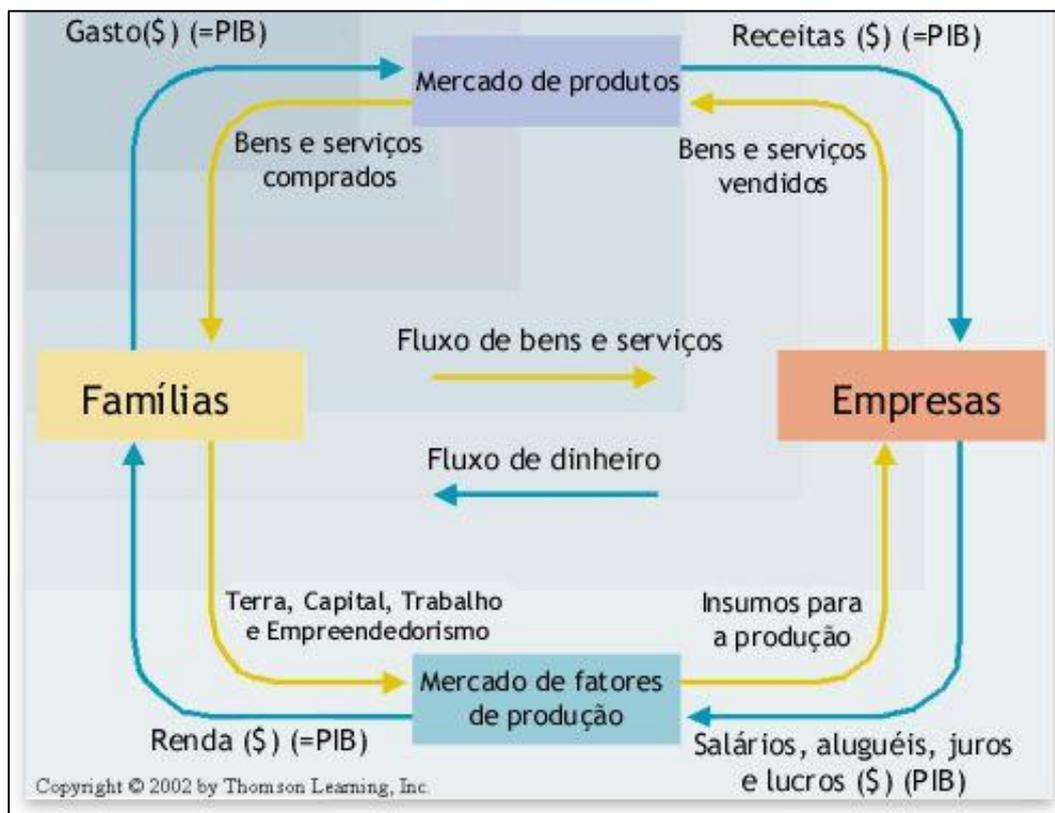
2.2 Desenvolvimento sob a ótica da economia ecológica

No entendimento da economia, o conceito de desenvolvimento econômico pode ser definido por várias correntes de pensamentos, sendo que uma das correntes mais influentes é a corrente de pensamento convencional, representada basicamente pela Teoria Neoclássica. Segundo Cavalcanti (2010), essa corrente de pensamento acredita que o progresso econômico não encontra limites a onde esbarrar, sendo considerado um sistema independente e autossuficiente, dependendo apenas dos fatores de produção (terra, capital, trabalho e tecnologia).

Para Nogami (2012), a teoria econômica convencional pode ser entendida pelo seguinte sistema: as firmas contratam a mão de obra existente, compram a matéria prima e os bens de investimentos, produzem os bens que são posteriormente vendidos a outras firmas que as transformam no produto final, até que seja vendido ao consumidor final. Durante todas

essas etapas, ha uma constante transferência de bens e serviços entre os agentes econômicos, que representa o fluxo real da economia.

Figura 1: Modelo do fluxo circular da renda e do produto



Fonte: MURPHY, 2016

Ao analisar o diagrama de fluxo circular da renda e produto, fica evidente que a teoria econômica convencional dispensa o tratamento relacionado aos impactos ambientais oriundos do sistema econômico. Uma vez que na busca de alternativas para um crescimento econômico de longo prazo, não existe o entendimento de que o sistema ambiental possui grandes limitações físicas, seja como fonte de recursos naturais ou como repositório de rejeitos produtivos do sistema econômico.

Segundo Cavalcanti (2010), a visão econômica da economia pode ser entendida como:

“O sistema econômico não encontra limites onde esbarrar. Ele pode tudo. É autossuficiente. Sua expansão não envolve custos de oportunidade. Ou seja, não há trocas ou desgastes decorrentes de mais economia que precise destruir recursos, seja para extração, seja para despejo do lixo em que irremediavelmente termina o processo econômico. A economia ortodoxa trata impactos ambientais, se porventura deles se ocupa, como fenômenos externos ao sistema econômico, vistos como falhas de mercado. Para ela, as externalidades podem, com métodos adequados, ser internalizadas no sistema de preços: uma forma supõe, de corrigir as falhas de mercado” (CAVALCANTI, 2010, p. 54).

Nesse contexto, começam a surgir estudos relacionados aos impactos ambientais sobre o processo de desenvolvimento econômico. Como destaca Mueller (2007), o aparecimento desses estudos relaciona-se ao crescimento da poluição nos grandes centros urbanos das economias industrializadas, a crise do petróleo da década de 1970 e ao relatório do Clube de Roma, que tinha o objetivo de apontar a necessidade urgente de conter e rever o crescimento econômico e demográfico como forma de se evitar uma catástrofe ambiental num curto espaço de tempo, devido as limitações impostas pelo ecossistema. Segundo Rbpke (2004), o crescimento da economia irá encontrar barreiras e limites na natureza e o desenvolvimento e crescimento econômico atingirão a escala máxima sustentáveis do ecossistema.

Observa-se, que é neste ambiente de desconforto econômico que surge uma das mais importantes escolas dentro da ciência econômica: A economia ecológica que recebe aporte de estudiosos de várias áreas das ciências como, por exemplo, Georgesco Roegen, Herman Daly, Clóvis Cavalcanti e entre outros autores.

Para Souza (2008), a economia ecológica parte do princípio de que se devem alocar de forma eficiente os recursos naturais, sendo que uma das grandes inovações da economia ecológica é a hipótese de que a economia é um subsistema que faz parte de um ecossistema global e fechado e que há trocas de materiais e energia entre o subsistema e o sistema, acarretando efeitos sobre ambos os componentes do sistema.

No centro de toda essa discussão sobre a crise ecológica mundial, a crise do petróleo e o advento do relatório do clube de Roma na década de 1970, surgem o conceito de eco desenvolvimento, sendo mais tarde entendido por sustentabilidade. De acordo com Romeiro (2010), o estudo da sustentabilidade surge num contexto de controvérsia sobre as relações entre crescimento econômico e o meio ambiente. Para Daly (2004), desenvolvimento sustentável deve ser entendido como desenvolvimento sem crescimento, ou crescimento nulo.

Já Sachs ([1927]2004), acredita que o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser entendido pela eliminação do crescimento selvagem, obtido ao preço de elevadas taxas de externalidades negativas, tanto ambientais como sociais.

Sustentabilidade pode ser entendida como:

“Sustentabilidade significa a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema. Numa situação sustentável, o meio ambiente é menos perceptivelmente degradado, embora, como sabemos, o processo entrópico nunca cesse, procedendo a invisível e irrevogavelmente e levando ao declínio inflexível do estoque de energia disponível na terra. Esta é essencialmente a natureza do problema ecológico (...)” (CAVALCANTI, 1994, p. 99).

Para Cavalcanti a concepção de sustentabilidade pode ser entendida como:

”Trata-se de uma preocupação justificada com o processo econômico na sua perspectiva de fenômeno de dimensão irremediavelmente ecológica, sujeito a condicionamentos ditados pelas leis fixas da natureza, da biosfera. É uma forma de exprimir a noção de desenvolvimento econômico como fenômeno cercado por certas limitações físicas que ao homem não é dado elidir” (CAVALCANTI, 2009, p.17).

O desenvolvimento sustentável não é um estado de harmonia permanente. Trata-se de um processo de mudança onde os usos dos recursos devem estar de acordo com as necessidades do presente e do futuro. Já para a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), entende que o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. Sendo assim, desenvolvimento sustentável não significa somente a conservação dos recursos naturais, mas, sobretudo um planejamento territorial, das áreas rurais e urbanas, um controle e estímulo às práticas culturais, à saúde, alimentação e, sobretudo, qualidade de vida com distribuição justa de renda per capita (OLÍVIO *et al* 2010).

Daly (2004) entende que:

“Uma economia em desenvolvimento sustentável adapta-se e aperfeiçoa-se em conhecimento, organização, eficiência técnica, e sabedoria; ela faz isso sem assimilar ou acrescentar uma porcentagem cada vez maior de matéria-energia do ecossistema para si, mas, antes, para a uma escala na qual o ecossistema remanescente pode continuar a funcionar e renovar-se ano após ano. A economia de crescimento nulo não é estática – ela está sendo continuamente mantida e renovada como um subsistema de estado estacionário do meio ambiente” (DALY, 2004, p 200).

Nesse sentido, para a sustentabilidade surge a oportunidade da utilização de energia limpa e renovável no meio ambiente. Sendo que a utilização de energia fóssil é praticamente inviável no âmbito de um contexto sustentável, pois a ideia de sustentabilidade equivale a manutenção do nosso ecossistema e procura respeitar e obedecer as leis da natureza (CAVALCANTI, 1996).

Assim, com base no que foi explicado anteriormente, o funcionamento do sistema econômico deve ser entendido, tendo em vista as condições do mundo biofísico sobre o qual ele se realiza, uma vez que é dele que se origina a energia e matérias primas para o funcionamento da economia. Sendo que o processo econômico também é um processo físico e as relações físicas não podem deixar de fazer parte da análise final do sistema econômico, o que a tornaria incompleta. Com isso, a natureza do problema envolve elementos tanto econômicos quanto relações biofísicas e sustentáveis (AMAZONAS, 2016).

Por conseguinte, conclui-se que a economia ortodoxa ou convencional acredita que o progresso econômico não é determinado pelo meio ambiente, visto que os recursos naturais são ilimitados devido ao progresso técnico, mas sim é determinado pelo seu “custo de oportunidade”, pois é considerado o indivíduo como a força motriz e dominante do sistema econômico. Já a escola ecológica acredita que o progresso econômico tem um custo que pode tornar-se mais alto que o próprio benefício, gerando um “crescimento antieconômico”, logo seu foco é encontrar preços corretos para a alocação ótima dos recursos, sendo situações de máximo benefício e mínimo custo (CECHIN, VEIGA, 2010).

Uma das críticas mais relevantes da economia ecológica pode ser representada pela Figura 1, sendo que o fluxo circular da economia mostra uma representação da movimentação interna de produtos, insumos e dinheiro entre empresas e famílias de uma determinada economia. Com isso, a crítica dos economistas ecológicos entende que o fluxo não contabiliza a liberação de resíduos e de novas entradas de matéria e energia no sistema. Para a economia ecológica esse fluxo contradiz umas das leis mais básicas da física, a lei da termodinâmica, instrumento que estuda as relações entre energia, trabalho e calor. De acordo com ela, nem toda energia pode ser transformada em trabalho, sempre uma parte se dissipará e energia desperdiçada e dissipada não pode ser mais reaproveitada no sistema (CECHIN, VEIGA, 2010).

Dessa maneira, conclui-se que as duas correntes de pensamento possui concepções e visões econômicas distintas, posto que o pensamento convencional enxergue a economia como um todo, entendendo os fatores ambientais como partes ou setores da macroeconomia. Já para a economia ecológica, o meio ambiente é parte de um todo bem mais amplo, sendo fator fundamental e limitante na busca pelo progresso econômico das economias (CECHIN, VEIGA, 2010).

Dando continuidade a essa análise, relacionaremos a questão do desenvolvimento com a utilização da energia, para melhor compreender a utilização dos recursos voltados à produção de energia elétrica e a preocupação com o desenvolvimento sustentável.

2.3 Desenvolvimento e energia

A energia é um termo que deriva do grego, cujo significado original é trabalho, dado que a energia na física está associada à capacidade de qualquer corpo produzir trabalho, ação ou movimento. Um dos pilares fundamentais do estudo da energia é que ela não pode ser criada, mas apenas transformada (primeiro princípio da Termodinâmica). Sabe-se que a energia é um termo amplamente utilizado na explicação e na descrição de fatos cotidianos e é considerado um fator de produção fundamental para o desenvolvimento econômico da sociedade moderna (BUCUSSI, 2007).

Para melhor compreensão do trabalho será necessário estabelecer e conceituar quatro grupos de fontes de energia: as renováveis e as não renováveis e as convencionais e as não convencionais.

As energias renováveis são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta. Já as fontes de energias não renováveis, são aquelas que se encontram na natureza em quantidades limitadas e se extinguem com a sua utilização. Uma vez esgotadas, as reservas não podem ser regeneradas (PACHECO, 2006).

Para Goldemberg (1979), as fontes chamadas de convencionais podem ser entendidas por aquelas cuja tecnologia já está completamente desenvolvida a custos consideráveis aceitáveis pelo atual padrão vigente de consumo. Neste grupo se encontra as principais fontes de energia, representando a maior parte da matriz energética mundial. São elas: petróleo, carvão, gás natural e hidráulica. Já as fontes de energias não convencionais são aquelas cuja tecnologia está em desenvolvimento, pois são tecnologias muito recentes ainda. São elas: energia das marés, dos ventos, do xisto dentre outras (GOLDEMBERG, 1979 apud THEIS, 1996). Essas diferenças conceituais podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1: Diferenças conceituais sobre Energia

TIPOS DE ENERGIA	CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
ENERGIA RENOVÁVEIS	São energias praticamente inesgotáveis	Energia Hídrica, Energia Eólica
ENERGIA NÃO RENOVÁVEIS	São energias disponíveis na natureza em quantidades limitadas	Petróleo, Gás natural
FONTES CONVENCIONAIS	São fontes no qual a tecnologia está totalmente desenvolvida	Energia Hidráulica
FONTES NÃO CONVENCIONAIS	A tecnologia está em desenvolvimento	Energia Eólica

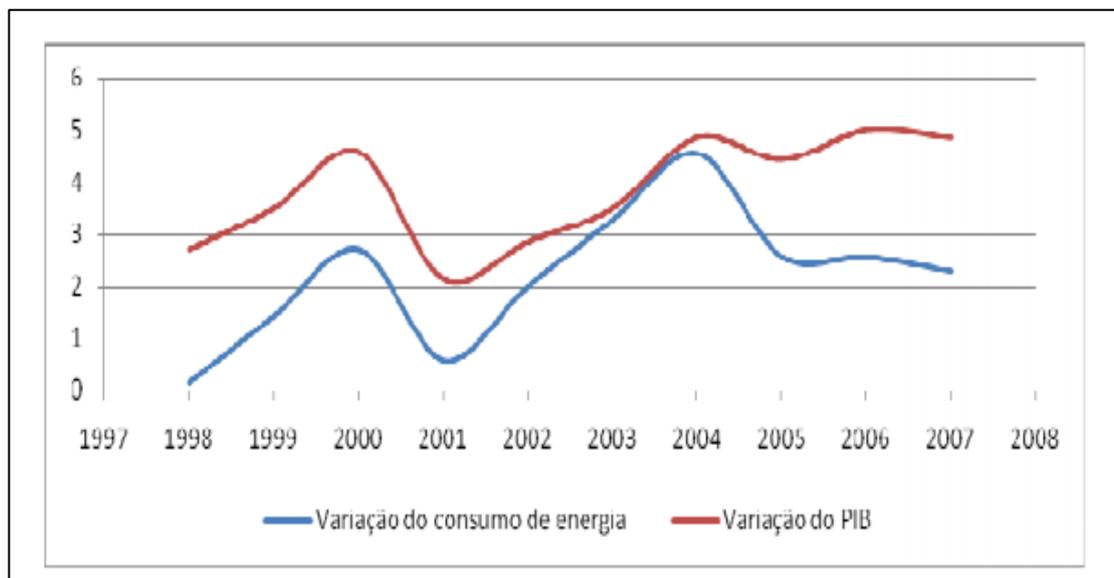
Fonte: Elaboração própria, baseado no Pacheco (2006) e Goldemberg (1979) apud Theis (1996).

A importância da energia, assim como outras fontes de infraestrutura como ferrovias, estradas, portos e aeroportos no processo produtivo e em outras atividades complementares para o processo de desenvolvimento econômico é algo fundamental dentro da teoria econômica. Conforme Teixeira e Santos (2016), o uso da energia é um dos principais fatores para o processo de desenvolvimento econômico, sendo que esta relação é determinada pela presença da energia como principal insumo ou fator de produção no processo de transformação industrial.

Para Bueno (2002), a energia é o meio para obter desenvolvimento de uma economia, pois sem a energia a atividade econômica não se desenvolve. A energia também traz a qualidade de vida, por possibilitar o desenvolvimento e a criação de novos produtos e serviços. Sendo assim, fica evidente que as relações energéticas e suas implicações sobre o crescimento e o desenvolvimento econômico é de grande importância, por isso a necessidade de criar energias alternativas voltadas para impulsionar o crescimento sustentado do país.

Segundo a ANEEL (2008), o consumo de energia é considerado um dos principais indicadores de desenvolvimento e crescimento econômico de uma sociedade. Ainda segundo a ANEEL no Brasil, esse indicador reflete tanto a atividade dos setores comercial, industrial e de serviços, quanto a possibilidade da sociedade adquirir bens e serviços mais evoluídos.

Figura 2: Variação do PIB e da variação do consumo de energia (1998-2007)



Fonte: ANEEL, 2008

De acordo com a Figura 2, o resultado da crise do apagão ocorrido nos anos 2001 impactou diretamente no crescimento do país. Conforme Gomes (2007), a crise do apagão foi um forte desequilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica e que entre as principais causas do apagão está a falta de chuvas nos rios de Minas Gerais, onde se encontra cerca de 65% dos reservatórios hidrelétricos do Brasil.

Segundo Gomes (2007), com a crise do apagão o governo tornou-se imprescindível à reestruturação e melhoria no aumento de oferta de energia elétrica brasileira. Segundo Pacheco (2006), é nesse sentido que começa a surgir uma busca pela autossuficiência em geração de energia elétrica, aliada a uma reestruturação e diversificação na matriz energética brasileira, ou seja, a procura por outras fontes de energias alternativas que supram a necessidade do país, essa reestruturação na matriz energética trará mais segurança para o país.

Nesse sentido, a energia eólica vem se tornando uma realidade como fonte geradora de energia elétrica brasileira, visto que a necessidade de diversificar a matriz elétrica brasileira. Desta forma, o uso da eólica vem se tornando uma alternativa viável para suprir parte do abastecimento de energia elétrica brasileira, sendo caracterizada por ser uma energia renovável, limpa e disponível em quase todos os lugares. Estudos mostram que o território brasileiro é extremamente adequado para o uso e conversão de energia eólica em energia elétrica (PACHECO, 2006).

Com base no que foi referenciado, observa-se a relação de desenvolvimento econômico e energia. Desta forma, torna-se necessário aprofundar-se na produção e geração de energia elétrica, sendo fundamental entender a configuração atual da matriz elétrica brasileira. Sendo assim, o capítulo três abordará esse tópico.

3 MATRIZ ENERGÉTICA

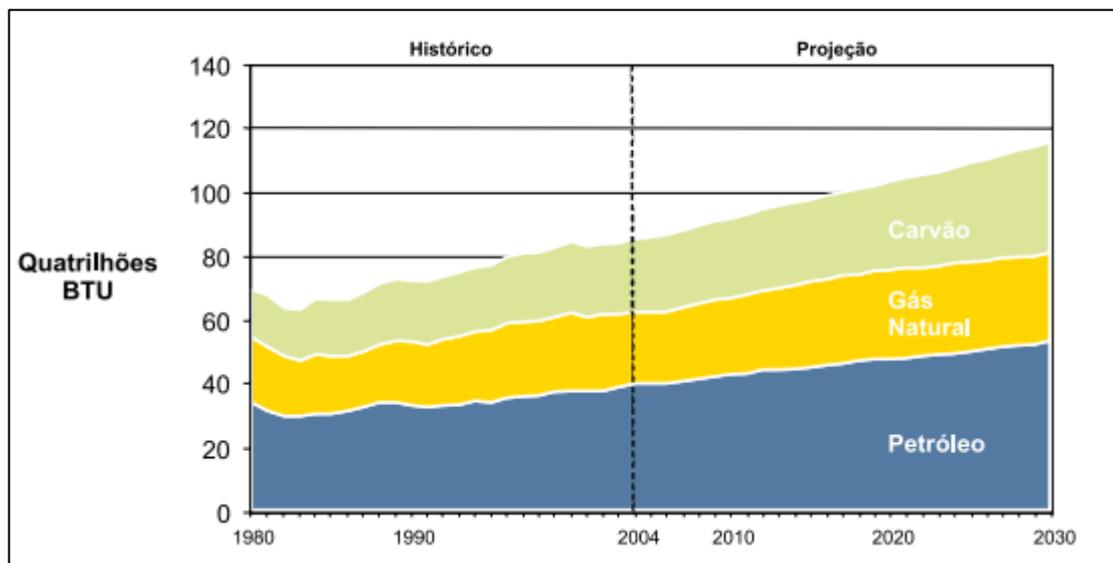
O seguinte capítulo tem a finalidade de apresentar e diferenciar conceitualmente a matriz energética e a matriz elétrica. Desta forma o capítulo está dividido em basicamente em dois tópicos principais, onde o primeiro tópico abordará a matriz energética global e brasileira. E o segundo tópico estudará a matriz elétrica brasileira, onde será feita subseções. No qual a primeira seção estudará a regulamentação do setor elétrico brasileiro, a segunda seção abordará a estrutura atual da matriz elétrica brasileira. E por fim, a última seção estudará a configuração da matriz elétrica brasileira.

3.1 Matriz energética global

“A matriz energética consiste, numa definição simplificada, de uma descrição de toda produção e consumo de energia de um país, discriminado por fonte de produção e setores de consumo” (VICHI E MANSOR, 2009). Contudo, há uma diferença conceitual entre matriz energética e matriz elétrica. O conceito de matriz energética é amplo e se refere ao uso da energia para outros fins que não seja para a geração de energia elétrica, como a queima de combustíveis para automóveis ou uso intensivo para a indústria. Já a Matriz Elétrica, por sua vez, tem um sentido mais restrito e se refere ao uso da energia elétrica.

Segundo a Confederação Nacional de Indústria (2007), os principais insumos energéticos globais é formada majoritariamente pelos combustíveis fósseis, sendo eles: petróleo, gás natural e carvão.

Figura 3: Consumo mundial de energia fóssil



Fonte: CNI, 2007.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2007), esses insumos energéticos tem alcançados elevadas taxas de crescimento no seu consumo, principalmente pelo desempenho das economias emergentes, lideradas pela Índia e China. Contudo, esse acelerado crescimento na demanda, aliado à uma instabilidade geopolítica dos produtores de gás natural, petróleo e carvão e as constantes pressões do relatório do Clube de Roma e posteriormente do Protocolo de Kyoto para a redução dos gases causadores do “efeito estufa” vem trazendo preocupações sobre o equacionamento da oferta e geração de energia elétrica mundial.

Outro fator determinante que leva a utilização de outros tipos de energias, é a queda na produção de petróleo (BARROS, 2007). Bem como Santos (2009), os combustíveis fósseis ainda são as principais fontes de geração de energia no mundo. Contudo, sua utilização está diretamente associada a impactos ambientais, produzindo grandes quantidades de gases poluentes que afetam o ecossistema do planeta.

E é nesse sentido que começa a haver pressões públicas para mitigar os problemas ambientais oriundos da utilização dos combustíveis fósseis, havendo a possibilidade do uso de energias alternativas e renováveis na matriz energética, das quais se destacam: energia eólica, biomassa e hidroeletricidade.

Para Rondinelli e Silva (2015), a energia provida por usinas hidrelétricas representa uma parcela significativa na geração de energia elétrica, sendo responsável por cerca de 16% de toda eletricidade gerada no planeta. Em termos absolutos, os maiores produtores desse tipo de energia são o Canadá, China, Brasil, Estados Unidos e Rússia, respectivamente.

No entanto, para Rondinelli e Silva (2015), a exploração dos recursos hídricos para produção de energia elétrica requer a formação de reservatórios, ou seja, inundações de áreas florestais com grande biodiversidade, afetando a flora e fauna da região alagada. Assim os impactos ambientais de uma usina hidrelétrica são levados em consideração na expansão desse tipo de geração de energia elétrica (ANEEL, 2008).

3.2 Matriz energética brasileira

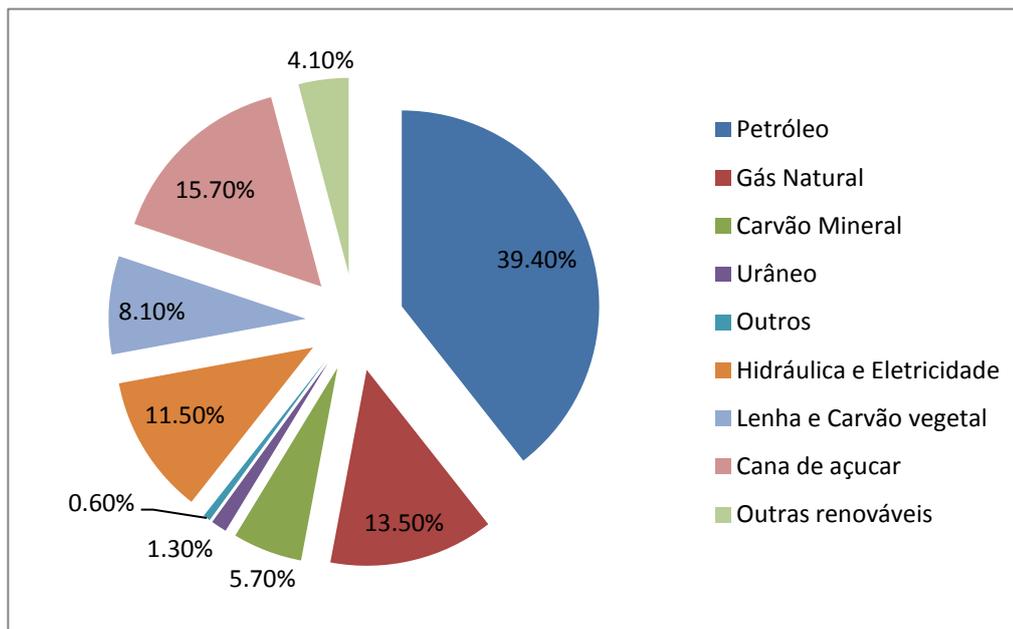
Para Bronzatti e Neto (2008), no ano de 1970, o principal insumo na matriz energética brasileira era a lenha, correspondendo cerca de 48% da geração de energia. Já o petróleo no mesmo ano correspondia um total de 36% na matriz energética. Entre os anos de 1970 e 1990, o consumo de lenha caiu, ocasionando uma crise energética entre os anos de 1970 e 1990. Com a crise energética e eclosão do choque do petróleo, houve a necessidade de investimentos nos setores energéticos, principalmente nas fontes hidráulica, devido o grande potencial brasileiro.

Conforme Bronzatti e Neto (2008), o Brasil tem um enorme potencial na produção de combustíveis fósseis para sua matriz energética. Para Goldemberg e Lucon (2007), a busca pela autossuficiência na produção de petróleo é uma política histórica do setor energético brasileiro, visto a necessidade de reduzir as despesas financeiras com as importações. Contudo, cabe ressaltar que a autossuficiência na produção de petróleo é apenas física e não econômica, ou seja, o petróleo brasileiro não é de boa qualidade e são necessárias alguns percentual de importações para o próprio consumo, criando uma dependência externa definida pela relação de volume de importação líquida, sendo a diferença entre importação e exportação.

E na produção de gás, para viabilizar o seu uso é necessário um montante muito elevado de investimentos, sendo fundamental a criação de gasodutos e compressores para o transporte do produto (GOLDEMBERG E LUCON, 2007).

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2007), a participação das fontes renováveis na matriz energética global é de aproximadamente de 14%. Já no Brasil, este percentual atinge a matriz energética em torno de 40%. Segundo dados da Resenha Energética Brasileira (2014), a composição atual da matriz energética brasileira está representada na Figura 4.

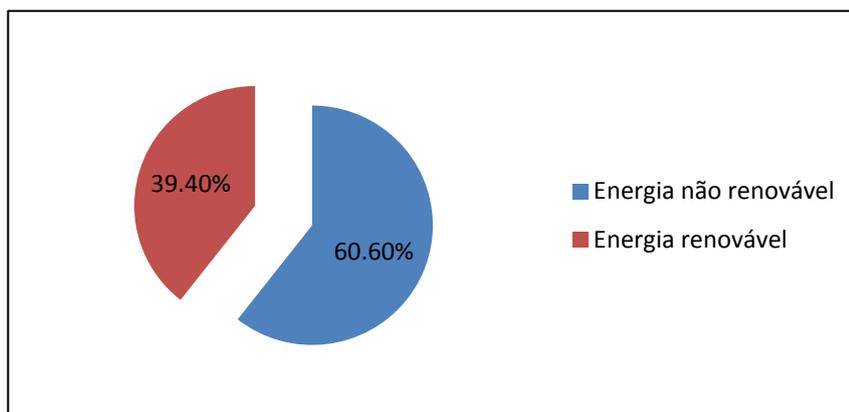
Figura 4: Composição da matriz energética brasileira 2014



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da Resenha Energética Brasileira (MME), 2014.

Conforme mencionado anteriormente, o Brasil é um dos países com um dos maiores índices de utilização de energia limpa na sua matriz energética. E também é considerado um dos países com maior potencial de fontes alternativas de energia renovável do mundo, tendo uma média muito acima dos países do resto do mundo como mostra a Figura 5.

Figura 5: Matriz energética brasileira 2014



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da Resenha Energética Brasileira (MME), 2014.

De acordo a Figura 5, a matriz energética brasileira é formada em sua maior parte por fontes de energia não renovável, totalizando 60,6% no ano de 2014. Já as fontes de energia limpas e renováveis totaliza um montante de 39,4% da matriz energética. Ao comparar com a média global de participação de energia renovável na matriz energética, o Brasil pode ser considerado uma referência no uso destas fontes de energias.

3.3 Matriz elétrica brasileira

O tópico a seguir abordará a matriz elétrica brasileira, passando pela regulação do setor elétrico até a configuração atual da matriz elétrica brasileira. E para finalizar, se abordará a estrutura do setor elétrico brasileiro.

3.3.1 Fases do setor elétrico brasileiro

De acordo com Malaguti (2009), o surgimento e a regulação do setor elétrico brasileiro podem ser analisados em três períodos distintos. O primeiro momento foi de 1879 até meados dos anos de 1930. Esta fase inicial está caracterizada por uma regulamentação muito incipiente e precária. O segundo momento começa em 1930 até a década de 1990, período conhecido como “época de ouro”. Este período esta caracterizado pelo crescimento em escala e pelo poder de monopólio estatal do setor elétrico, verticalizando a geração,

transmissão e distribuição da energia elétrica. Já a terceira fase começa a partir dos anos de 1993 com o Plano Nacional de Desestatização (PND).

Com o período conhecido de “época de ouro”, entre as décadas de 30 até 90, o setor elétrico brasileiro teve um crescimento a taxas consideráveis, devido a seu poder de monopólio¹ estatal. Entretanto, após o milagre econômico ocorre no país uma grande desaceleração no crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e consequentemente há uma queda na geração e produção de energia elétrica que afeta diretamente o consumo da eletricidade. “Nos últimos trinta anos, o aumento da produção de energia primária no Brasil tem acompanhado de perto o crescimento do PIB, mas o consumo de eletricidade tem aumentado mais rapidamente (...)” (GOLDEMBERG E LUCON, 2007, pg 3 e 4). Desta maneira, a configuração tradicional do setor elétrico estabelecido nos anos de 1930 à 1990 começa a entrar em colapso no país.

Com o possível colapso do sistema elétrico brasileiro, há uma tentativa do governo de manter baixo os custos de energia no país, na tentativa de reaquecer a economia brasileira e promover e incentivar o processo de desenvolvimento e crescimento econômico brasileiro. Contudo, esse modelo praticado pelo governo em longo prazo cria vários problemas estruturais no fornecimento interno de energia elétrica, tais como: tarifas artificialmente baixa para o setor elétrico e o uso das políticas para as empresas de geração e transmissão de eletricidade com viés político e garantia mínima de retorno financeiro e econômico (GOLDEMBERG e LUCON, 2007)

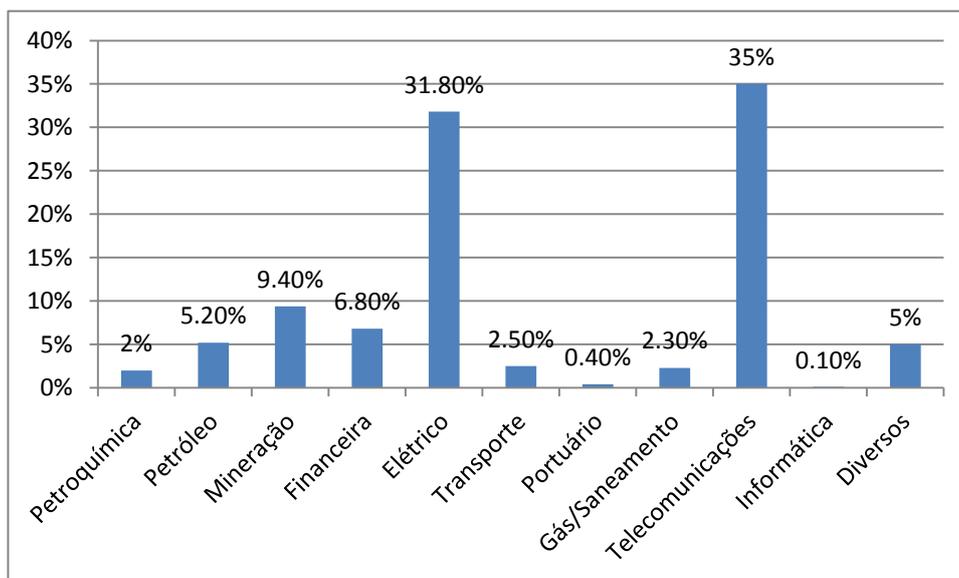
Na tentativa de corrigir tais distorções do setor elétrico brasileiro e enfrentar o esgotamento do modelo estatal vigente na indústria elétrica nacional, o governo iniciou na década de 1990 um processo de desestatização parcial do setor elétrico brasileiro, o chamado Programa Nacional de Desestatização (PND). Essas privatizações tinham o objetivo de: desverticalização da produção, geração, transmissão e distribuição da energia elétrica, reestruturando as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) e suas subsidiárias. Maior nível de competição no setor de eletricidade e a adoção de Agências reguladoras públicas (Agencia Nacional de Energia Elétrica, ANEEL) para o controle e monitoramento do setor elétrico brasileiro (GOLDEMBERG e LUCON, 2007; CORREIA *et al*, 2006; LANDI, 2010).

¹“Nesses mercados, cada empresa assume como premissa o preço ou a demanda, sem preocupar-se com os concorrentes” (SAUAIA E KALLÁS, 2007, p. 82). Nesses mercados os preços tendem a se ajustar o mais alto possível, tornando as taxas de lucros elevadas.

Já para Landi, as privatizações tinham o seguinte sentido: “o objetivo da privatização acabou se limitando a ser um ajuste fiscal de curto prazo associado a um discurso neoliberal de modernização da economia, tendo sido excluída e/ou abandonado a perspectiva de sua relação com uma escolha industrial e de crescimento” (LANDI, 2010, pag. 131).

De acordo com a Landi (2010), foi o Ministério de Minas e Energia e a Eletrobrás que contrataram um consórcio liderado pela companhia *Coopers & Lybrand*, com a finalidade de: implementar um novo desenho de financiamento para o setor elétrico e propor uma nova organização institucional vinculado ao Governo Federal. Com a instalação do PND, houve uma expressiva participação dos setores de infraestrutura no volume total arrecadado. Conforme a Figura 6, o setor elétrico foi um dos mais atingidos no montante total de privatizações na década de 1990.

Figura 6: Resultados por setores 1995 a 2002



Fonte: Elaboração própria a partir do Landi 2010.

Conforme Goldemberg e Lucon (2007), o processo de privatizações do setor elétrico brasileiro ocorreu de forma parcial, no qual foi privatizado cerca de 70% da capacidade de distribuição e 30% na capacidade de geração de energia elétrica. Isso levou a uma crise parcial no planejamento elétrico, ocasionando a crise do apagão no ano de 2001. De acordo com Giambiagi (2011), a crise de 2001 foi causada principalmente pela falta de investimentos estatal do setor elétrico brasileiro, pois prevendo que as empresas de energia elétrica seriam

privatizadas o governo praticamente não ampliou os investimentos no setor elétrico, desta forma influenciando diretamente a produção e geração de energia elétrica brasileira.

Assim sendo, com a crise do apagão de 2001 houve a necessidade do Brasil diminuir a dependência dos recursos hídrico em relação a produção de energia elétrica e ampliar a matriz elétrica brasileira, sendo assim abrindo a possibilidades para a utilização de novas fontes de energia no país.

3.3.2 Configuração atual do setor elétrico brasileiro

De acordo com estudos realizados pelo ANEEL (2008), o Brasil é o país com maior potencial hidrelétrico no mundo. Sendo que a grande parte das usinas hidrelétricas brasileiras em potencial está localizada nas bacias do Paraná e São Francisco e Amazonas. Já as usinas localizadas nas bacias da região Sudeste, Nordeste e Sul estão quase que integralmente exploradas. De acordo com Bronzatti e Neto (2008), as usinas hidrelétricas localizadas nas regiões mais desenvolvidas estão quase que esgotadas. No entanto, segundo o Plano Decenal de Energia Elétrica, com o futuro aproveitamento total da bacia Amazônica será possível suprir a demanda crescente de energia elétrica.

Para Rondinelli e Silva (2015), o Brasil é um país extremamente rico em recursos naturais e detentor da maior bacia hidrográfica do planeta. Desta forma, pela própria configuração hidrográfica, o país optou pela utilização em massa da energia hidroelétrica na geração de energia elétrica, sendo sua principal fonte de geração de energia em sua matriz. Segundo dados da Confederação Nacional da Indústria (2007), o potencial hidroelétrico do Brasil é de aproximadamente de 260 mil MW de potência, tornando o país em uma das maiores potencias de energia hídrica no mundo (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2007).

Melo (2016), argumenta que o Brasil é um dos países com maior destaque na produção e geração de energia elétrica limpa e renovável do mundo, sendo prioritariamente e majoritariamente a energia hídrica, como antes mencionada. No entanto, a construção de uma usina hidrelétrica compreende diversas fases na sua elaboração. Sendo que o desenvolvimento de um projeto hidrelétrico abrange diversas áreas do conhecimento, como: geologia aplicada, hidrologia, mecânica dos solos, hidráulica e etc. Com a resolução do Conselho Nacional do

Meio Ambiente (CONAMA) no ano de 1986, houve a necessidade de um estudo prévio na elaboração e construção de uma usina hidrelétrica. Esse estudo tem que atender os seguintes requisitos: viabilidade financeira, econômica, jurídica, política, social e ambiental, também entendido como sustentabilidade (SILVA, 2014).

Para a ANEEL (2008), os maiores problemas na expansão de hidrelétricas são de natureza judicial e ambiental, sendo que os opositores e ambientalistas acreditam que uma construção de um complexo hidrelétrico numa região como a Amazônia provoca um impacto na flora e fauna imensurável, pois a construção de uma usina hidrelétrica interfere o volume de água e o traçado natural dos rios, gerando problemas ambientais consideráveis.

Por conta dessas dificuldades, os empreendedores tem buscado desenvolver projetos de maneira mais sustentáveis, na busca de otimizar seus resultados econômicos em equilíbrio aos impactos socioambientais provocados pelas construções das usinas hidrelétricas (ANEEL, 2008). Para Fleury Almeida (2013), o complexo de Belo Monte pode ser usado como exemplo claro da grande problemática que envolve a construção de uma usina hidrelétrica em território nacional, pois.

“o conflito em torno da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte é um conflito ambiental justamente no sentido em que é um conflito no qual, mais do que disputas materiais e simbólicas pelo uso de recursos, estão em jogo experiências da relação sociedade-natureza atravessadas pela noção de desenvolvimento” (FLEURY E ALMEIDA, 2013, p. 2).

Sendo assim, a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2007), argumenta que a relação da economia versus meio ambiente é extremamente ruim para o País na busca pelo desenvolvimento econômico, visto as divergências e contraposições dos dois lados.

Nesse sentido, Melo (2016) acredita que diversidade da matriz elétrica brasileira é extremamente essencial para o país, visto a necessidade de novas energias complementares na produção e geração de eletricidade para o país.

“A experiência do Brasil com a crise de suprimento no biênio 2001-2002, trouxe lições importantes no que diz respeito à diversificação da matriz. A partir de então houve uma busca para a transformação do sistema, ora fortemente fundamentado em um sistema hidrelétrico, para um sistema hidrotérmico, além da introdução do PROINFA, que teve o objetivo de inserir na matriz as fontes renováveis não convencionais de energia como a eólica, biomassa e PCHs (...)” (MELO, 2016, p. 1).

De acordo com Dutra e Szklo (2016), o Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia (PROINFA), nasceu com a finalidade de incentivar as fontes de energia alternativa no país. O PROINFA tem o objetivo de aumentar a participação de fontes renováveis como a Eólica, pequenos Centros Hidrelétricos e Biomassa.

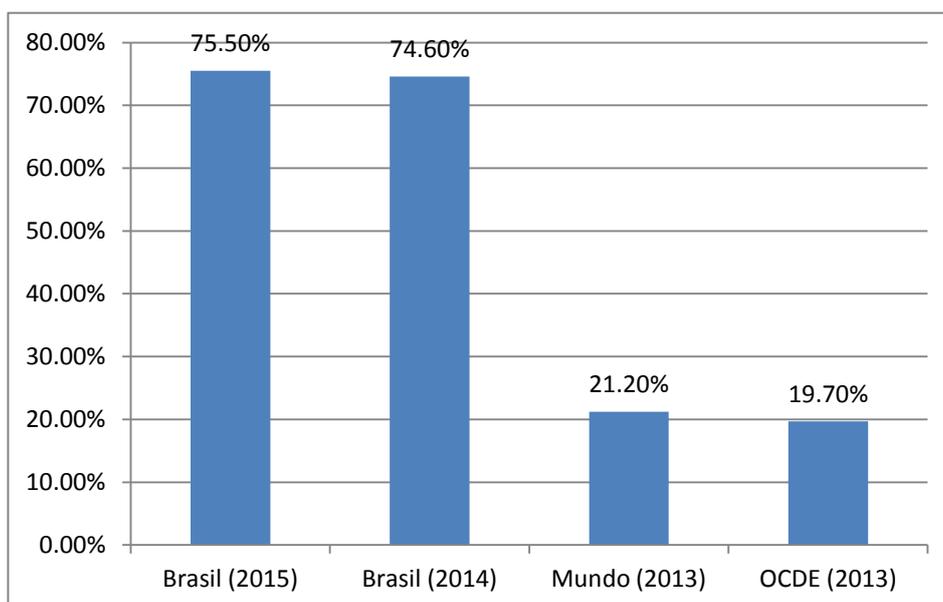
Segundo o artigo 3º da lei 10.348 caracteriza o PROINFA como:

“Fica instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa, com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional (...)” (PLANALTO, 2002).

O PROINFA é considerado um dos mais importantes programas para o fomento e desenvolvimento de fontes alternativas de geração de energia para o Brasil. O programa é dividido em 2 fases: a primeira fase é para a implementação de projetos de curto prazo e a segunda etapa é para a implementação em longo prazo (DUTRA E SZKLO, 2016).

Desta forma, o Brasil é considerado umas das nações com maior potencial de energia limpa e renovável do mundo, sendo que sua geração e transformação de energia efetiva provem de cerca de 75% de fontes alternativas e renováveis do país. Esse avanço na participação de energia limpa e renovável na matriz elétrica brasileira é consequência do fomento de políticas públicas de incentivo a utilização de energias limpas e renováveis, o PROINFA, da queda de geração térmica a derivados de combustíveis fósseis e a crescente implementação das gerações de eólica e biomassa na matriz elétrica brasileira (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2016). De acordo com a Figura 7, o Brasil é uma referência em relação ao uso de fontes de energia limpa e renovável em sua matriz elétrica.

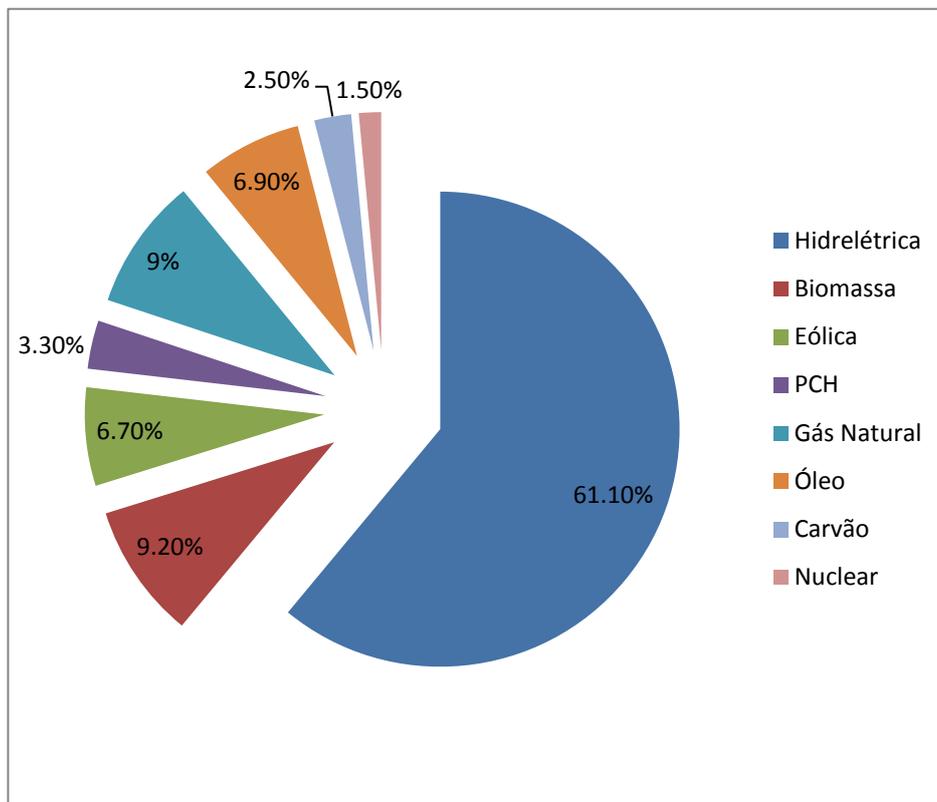
Figura 7: Participação de energia renováveis na matriz elétrica 2015



Fonte: Elaboração própria, dados do Balanço Energético Nacional, 2016.

Com o surgimento de políticas públicas de incentivos para o financiamento e redução de impostos federais, adequados para o fomento de novas fontes de energia alternativas, o PROINFA. E o vasto território brasileiro com um grande potencial em geração de energia limpa e renovável, fez com que a matriz elétrica brasileira tenha a seguinte configuração, conforme a Figura 8.

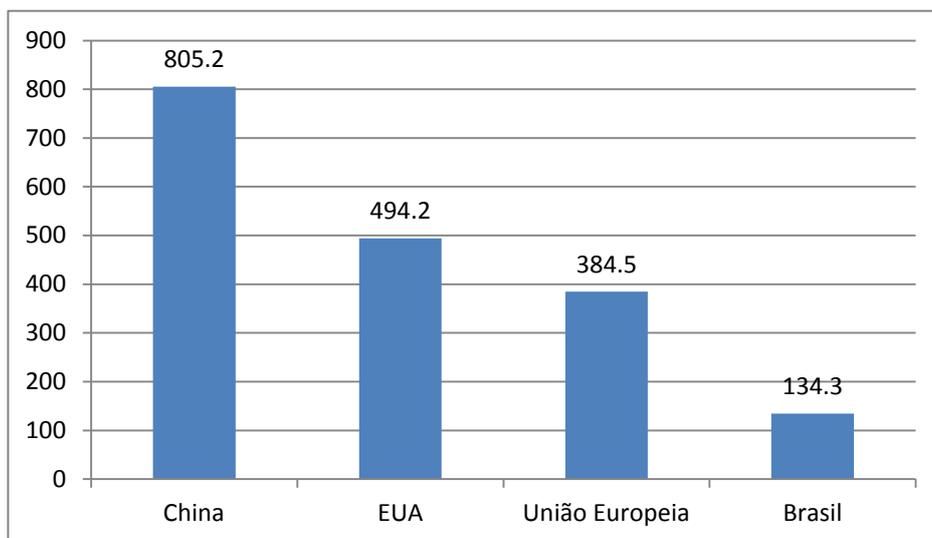
Figura 8: Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) 2016



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da ANEEL, 2016.

Ao analisar a Figura 8, percebe-se que a oferta interna de energia elétrica é em sua maior parte oriunda de fontes alternativas de energia, sendo que de todas as fontes de energia, a hidrelétrica corresponde mais do que a metade, tendo um total de 61,1% na matriz elétrica brasileira. Para a Resenha Energética Brasileira (2015), a expressiva participação da utilização da energia hídrica na matriz elétrica brasileira e a criação do PROINFA proporcionaram ao país indicador de emissões de CO₂ bem menores do que a média global, conforme a Figura 9 ilustra.

Figura 9: Emissão de CO₂ por MWh gerado (2013)



Fonte: Elaboração própria, dados do Balanço Energético Nacional, 2016.

Portanto, de acordo com a Figura 9 a baixa emissão de gases poluentes no Brasil é devido a grande participação das fontes de energias limpas e renováveis na matriz elétrica brasileira, trazendo uma segurança a de médio em longo prazo do ponto de vista ambiental, social e econômico ao país (MELO, 2016).

Desta forma, com a grande diversidade na matriz elétrica brasileira e o grande crescimento na utilização de fontes de energia limpa e renovável na geração de eletricidade do Brasil, surge o Plano Nacional de Energia 2030 elaborado pelo Ministério de Minas e Energia e pela Empresa de Pesquisa Energética. Esse Plano tem o objetivo de criar expansão para reconfigurar a matriz elétrica brasileira a médio e longo prazo, na tentativa de diminuir a grande dependência da fonte hídrica na produção de energia elétrica brasileira (MME, 2007).

3.3.3 Estrutura do setor elétrico brasileiro

Com o advento da revolução industrial “o fator energia assumiu uma dimensão essencial e determinante na competitividade econômica dos países e na qualidade de vida de seus cidadãos” (TOLMASQUIM, 2009, pg. 7). Sendo assim, é justo imaginar que países que buscam o desenvolvimento social e econômico demandem maiores quantidades de energia para este desenvolvimento (TOLMASQUIM, 2009).

De acordo com a ANEEL (2008), uma das variáveis mais importantes para definir um país como desenvolvido, é o acesso e a facilidade da população aos serviços básicos de infraestrutura, como energia, transportes e saneamento básico. A energia é considerada o fator determinante para o processo de desenvolvimento econômico e social, pois é a energia que fornecerá apoio mecânico, elétrico e térmico às atividades humanas. Para Martins *et al* (2008), a qualidade de vida de uma sociedade está diretamente ligada ao consumo de energia.

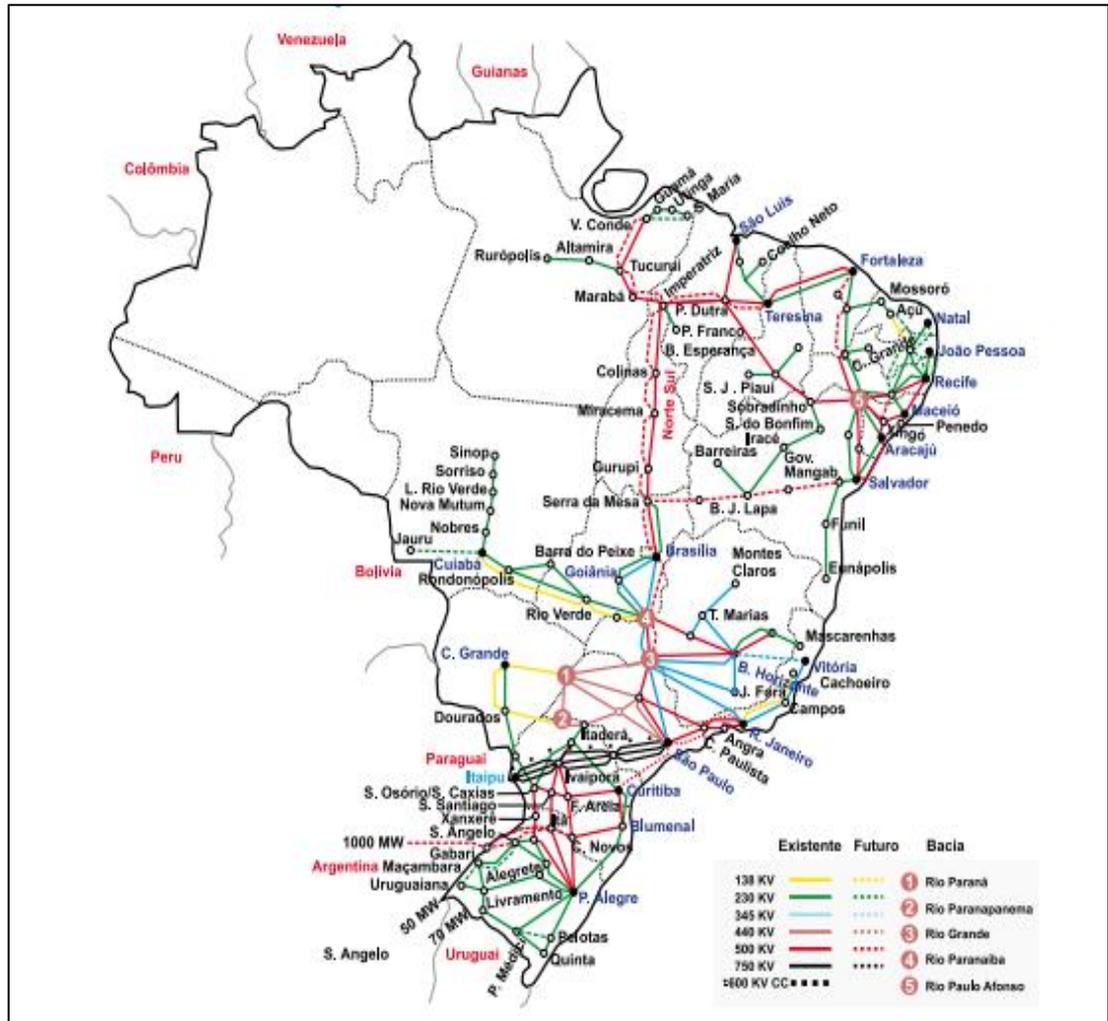
Segundo a ANEEL (2008), estas características e especificações fazem com que o setor de energia elétrica conviva com dois extremos: um deles existe a ação social que visa aumentar o número de fornecimento de energia elétrica à população. Já no outro extremo está o desenvolvimento tecnológico, que auferir maior eficiência e qualidade na aplicação e na produção de energia elétrica. Estas características podem ser observadas no Brasil como no exterior.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o Brasil possui cerca de 190 milhões de habitantes, desse total há cerca de 95% da população com acesso a energia elétrica (ANEEL, 2008). Desta forma, de todos os segmentos de infraestrutura, a energia elétrica é a mais universalizada no país.

“Para geração e transmissão de energia elétrica, por exemplo, o país conta com um sistema (conjunto composto por usinas, linhas de transmissão e ativos de distribuição) principal: o Sistema Interligado Nacional (SIN). Essa imensa “rodovia elétrica” abrange a maior parte do território brasileiro e é constituída pelas conexões realizadas ao longo do tempo, de instalações inicialmente restritas ao atendimento exclusivo das regiões de origem: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte” (ANEEL, 2008, p. 23).

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Brasil é um dos países com maior intensidade de transmissão do mundo. De acordo com a figura abaixo, o sistema de transmissão tem cerca de 90 mil km de linhas de transmissão de alta tensão, abrigando cerca de 96,6% de toda capacidade de produção de energia elétrica do país. Sendo que está previsto nos próximos dez anos a construção de mais 40 mil km de linhas de transmissão (CNI, 2007; ANEEL, 2008).

Figura 10: Rede de transmissão atual 2007



Fonte: CNI. 2007.

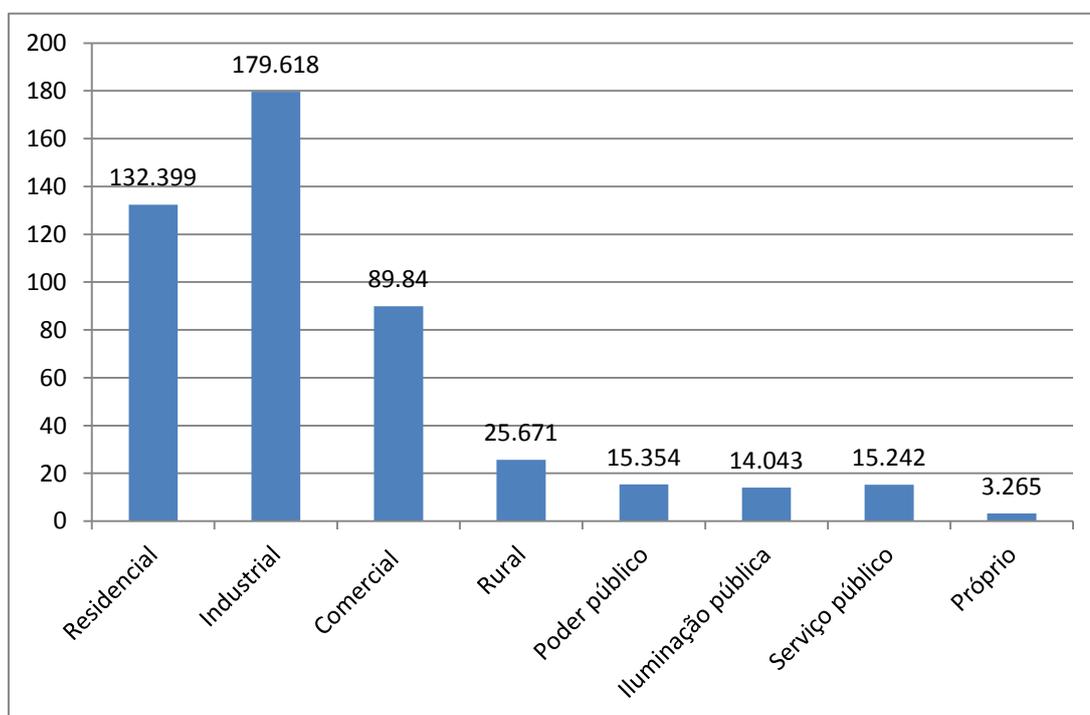
A Figura 10 ilustra a ligação e a integração entre as usinas e as unidades consumidoras, todas elas interligadas por um enorme sistema de transmissão. O mercado de distribuição de energia elétrica brasileiro é um monopólio natural formado em média por 64 concessionárias. Essas empresas que conseguem as concessões por meio de leilões públicos realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Ministério de Minas e Energia (MME), são responsáveis pelo atendimento de mais de 61 milhões de consumidores, sendo que o controle dessas empresas de distribuição podem ser privado ou estatal.

Para a ANEEL, as distribuidoras são empresas oligopolistas de grande porte que funcionam como um elo entre a sociedade e o setor de energia elétrica. Sendo atribuição das distribuidoras, as atividades de P & D (pesquisa e desenvolvimento) e projetos de

implementação de eficiência energética. As concessões de transmissão são válidas por 30 anos, podendo ser prorrogadas por o mesmo período (ANEEL, 2008).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as faturas mensais emitidas pelas distribuidoras é a soma de três componentes: os encargos do setor elétrico, o resultado da multiplicação do volume consumido pela tarifa (valor do quilowatt-hora, expresso em reais) e os tributos determinados por lei. Para efeito de aplicação dessas tarifas de energia elétrica, os consumidores são classificados por subclasses de consumo, conforme a Figura 11 (ANEEL, 2008).

Figura 11: Consumo de eletricidade por classe (GWh) 2015



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2015.

Segundo a ANEEL (2008), o consumo interno de eletricidade é fortemente baseado em três classes de consumo. Sendo elas, o setor industrial, o setor residencial e o setor comercial respectivamente. Contudo, em todos os setores a demanda por eletricidade é significativo, conforme a Figura 11 ilustrou.

Com base no que foi referenciado sobre a matriz elétrica brasileira, passando pela sua regulação, pela sua configuração e pela estruturação do sistema elétrico brasileiro. Torna-se

imprescindível aprofundar-se na geração e utilização da energia eólica, sendo abordado no próximo capítulo.

4 ENERGIA EÓLICA

Uma das grandes questões da década tem haver com o uso da energia, sendo que a qualidade de vida da sociedade está diretamente ligada ao consumo de energia elétrica. Contudo, o crescimento mundial de energia traz preocupações de médio a longo prazo em relação ao planejamento energético. Dentre essas preocupações estão: a segurança no suprimento de energia necessário para o processo de desenvolvimento econômico e os custos ambientais para atender o aumento na demanda por energia (MARTINS, GUARNIERI E PEREIRA, 2007). Então, é nesse sentido que a inserção de recursos complementares na matriz energética e elétrica de um país vem se tornando realidade, com a utilização de fontes limpas e renováveis de um país, como, por exemplo, a utilização da energia dos ventos na produção de energia elétrica.

O seguinte capítulo tem a finalidade de apresentar a inserção e a utilização da energia eólica na produção e geração de eletricidade. O capítulo está dividido em dois tópicos, onde o primeiro ponto está relacionado com a utilização global da energia eólica. E o segundo tópico esta relacionado à sua utilização em território nacional, onde foi feito três subseções para melhor entendimento. A primeira seção abordará o potencial eólico brasileiro, já a segunda seção estudará as questões ambientais relacionadas ao uso da fonte eólica na geração de energia elétrica. E por fim, a última seção avaliará as perspectivas futuras do setor eólico brasileiro.

4.1 História da energia eólica mundial

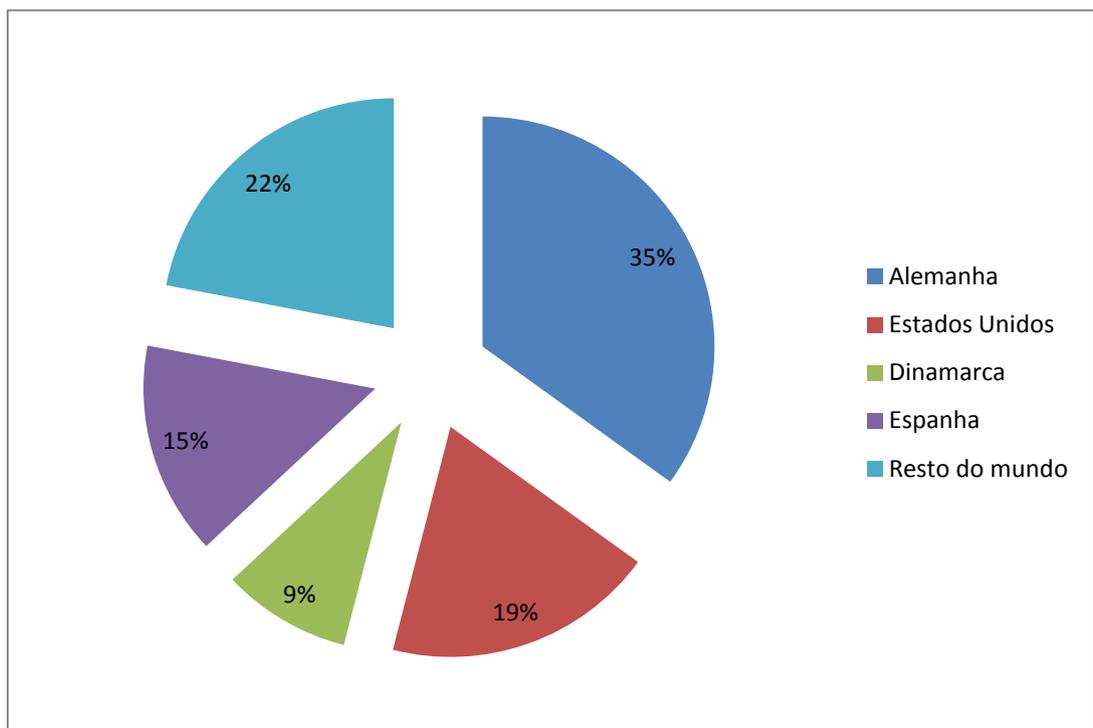
Segundo Martins, Guarnieri e Pereira (2007), o uso da energia cinética dos ventos vem sendo utilizado pela sociedade há mais de três mil anos. Com a evolução da agricultura, o ser humano cada vez mais precisou de tecnologias que o auxiliasse no manejo e na produção de alimentos. Desta maneira utilização da energia cinética provinda dos ventos foi desenvolvida para a utilização de moinhos para o bombeamento de água e moagem de grãos nas atividades agrícolas da época. Mas, foi no início do século XIX que se deu início na utilização de energia eólica na produção e geração de energia elétrica (SALINO, 2011).

Sendo assim, energia eólica pode ser entendida como:

“Energia eólica é a energia que provém do vento, uma abundante fonte de energia, limpa, renovável e disponível em todos os lugares. O termo eólico vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo a *Éolo*, Deus dos ventos na mitologia grega e, portanto, pertencente ou relativo ao vento” (RAMOS E SEIDLER, 2011, p, 109).

O grande desenvolvimento da utilização da energia eólica na produção de eletricidade, teve início na Dinamarca, em meados de 1980 quando foram fabricados as primeiras turbinas por companhias de equipamentos agrícolas. Essas turbinas tinham uma capacidade de 30 a 55 KW (MARTINS, GUARNIERI E PEREIRA, 2007). Entretanto, foi a partir dos anos de 1990 que o setor de energia eólica veio apresentando um alto crescimento em todo o mundo, esse crescimento foi devido principalmente pelo choque do petróleo na década de 70, que provocou uma forte busca por fontes de energia limpa e renovável. De acordo com a Figura 12, os países da Europa lideraram o uso dos ventos na geração de energia.

Figura 12: Capacidade instalada no mundo 2003.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da WIND POWER NEWS MAGAZINE, V19, 2003

De acordo com a ANEEL (2008), no ano de 2007, a Alemanha, Estados Unidos e Espanha, juntos concentravam quase que 60% da capacidade total instalada do mundo, sendo

considerados os grandes expoentes da utilização de energia eólica na geração de energia elétrica.

Desta forma, segundo dados da ANEEL (2008), a capacidade mundial de energia eólica aumentou em torno de 1.155% entre os anos de 1997 e 2007. A Tabela 2 deixa claro essa evolução na capacidade mundial instalada das usinas eólicas.

Tabela 2: Potência mundial instaladas na última década (MW)

Anos	Potência (MW)	Crescimento (%)
1997	7.475	-
1998	9.663	29,3
1999	13.696	41,7
2000	18.039	31,7
2001	24.32	34,8
2002	31.164	28,1
2003	39.29	26,1
2004	47.693	21,4
2005	59.033	23,8
2006	74.153	25,6
2007	93.849	26,6

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do Atlas de Energia Elétrico (2008).

Conforme a Tabela 2, a evolução do setor de energia eólico teve seu auge nos anos de 1999, 2000 e 2001, onde teve um crescimento de 41,7%, 31,7% e 34,8% respectivamente. No Brasil não diferente do resto do mundo, ocorreu esse crescimento em consequência de políticas de fomento a inserção de utilização de novas fontes renováveis de energia na matriz elétrica brasileira, com destaque à criação do PROINFA.

4.2 Energia eólica no Brasil

A energia eólica é basicamente obtida através do movimento cinético, ou seja, a energia é obtida pelo movimento do ar.

“A geração eólica ocorre pelo contato do vento com as pás do cata-vento, elementos integrantes da usina. Ao girar, essas pás dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, que produz a eletricidade. A quantidade de energia mecânica transferida e, portanto, o potencial de energia elétrica a ser produzida – está diretamente relacionado à densidade do ar, à área coberta pela rotação das pás e à velocidade do vento” (ANEEL, 2008, p. 81).

Historicamente, este tipo de energia é algo bem recente no país, sendo que o principal marco de incentivo de utilização dessa fonte de energia no Brasil foi a instalação do PROINFA, que tem o objetivo de incentivar novos investimentos e empreendimentos na geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e limpas de energia.

Para Alves (2009), o uso da energia eólica pode ser entendido como:

“A importância do potencial eólico no Brasil tem despertado o interesse de vários fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com energia eólica. A excelente qualidade nos níveis de radiação solar e ventos fortes, principalmente na costa nordestina, fazem com que o Brasil seja um ponto estratégico para a entrada de novas tecnologias para a América Latina. A própria presença da Wobben Wind Power no Brasil mostra o grande interesse no mercado eólico da América do Sul dentro das perspectivas de expansão desse mercado” (ALVES, 2009, p. 168).

Desta forma, a própria configuração do território brasileiro associado com um promissor mercado fez do Brasil um país geograficamente e economicamente favorável a utilização deste tipo de fonte de energia na geração e produção de energia elétrica.

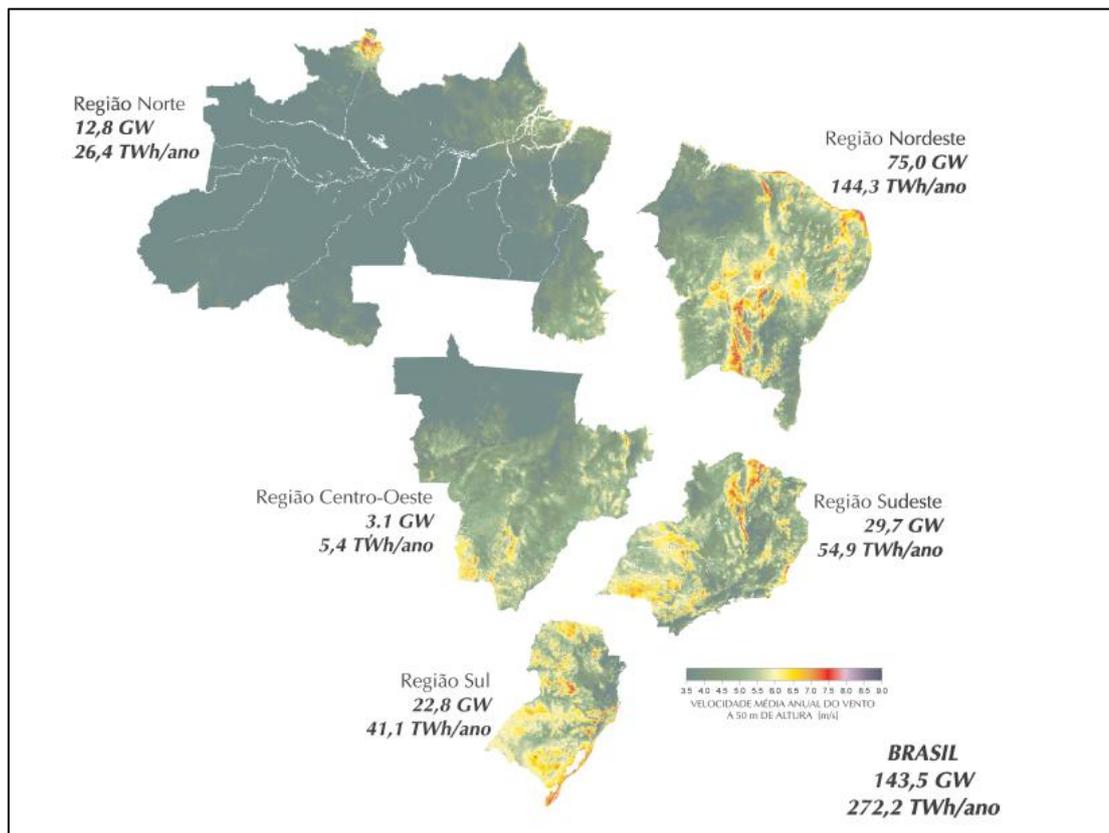
4.2.1 Potencial eólico brasileiro

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial, apresenta diversas regiões com grande potencial e aproveitamento eólico (Plano Nacional de Energia, 2007). De acordo com o Atlas de Energia Elétrica (2008), o Brasil é um país favorecido em termos de vento, sendo que o país possui uma presença de vento duas vezes maior do que a média global. Outro aspecto importante que contribui para a utilização de energia eólica no Brasil é o fato de que a velocidade dos ventos brasileiros costuma ser maior em períodos de estiagem, sendo possível operar as usinas eólicas de forma complementar as usinas hidrelétricas. Desta forma minimizando os riscos de um novo apagão.

Para Ortiz e Kampel (2011), o potencial eólico brasileiro foi estimado em torno de 146 GW. Sendo que as regiões com maior potencial eólico são: o Nordeste, com um total estimado de 12,8 GW. Logo atrás vem a região Sudeste, com um total estimado de 29,7 GW e

por fim a região Sul, que tem um total estimado de 22,8 GW. A Figura 13 detalhará o potencial eólico brasileiro por região.

Figura 13: Potencial eólico brasileiro por região.



Fonte: Atlas do Potencial Eólico brasileiro, 2001.

Ao analisar a Figura 13, percebe-se o grande potencial eólico do país, em especial as regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde são consideradas as regiões com maior potencial eólico do país. Sendo que na região Sul foi instalado o primeiro parque eólico a entrar em operação no país e o primeiro complexo eólico a receber a licença de instalação da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). Além disso, está sendo considerado um dos maiores parques eólico do Brasil, o parque de Osório, no Rio Grande do Sul, com um total estimado de 150 MW de potência (ANEEL, 2008).

Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016), o Brasil conta com um total de 394 complexos eólicos em operação, não sendo considerados os

empreendimentos em construção e outorgados pelas autoridades competentes. A Tabela 3 detalhará esses empreendimentos.

Tabela 3: Empreendimentos no setor eólico

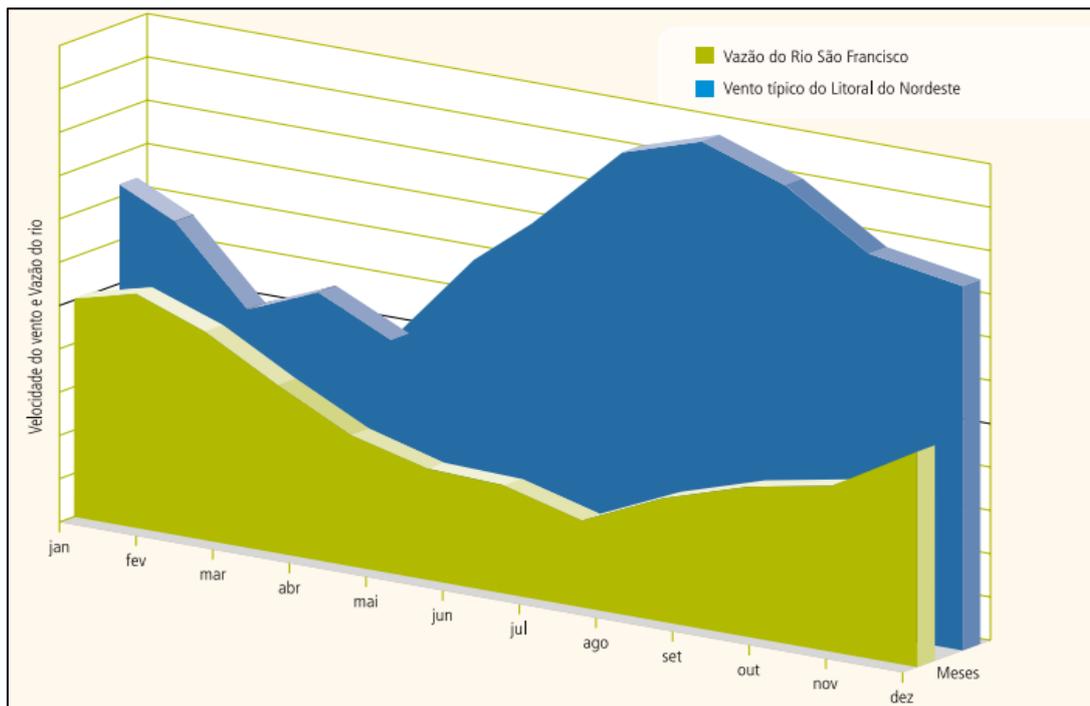
SITUAÇÃO	QUANTIDADE
EMPREENDIMENTOS EM OPERAÇÃO	394
EMPREENDIMENTOS EM CONSTRUÇÃO	133
EMPREENDIMENTOS OUTORGADOS	225

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da ANEEL, 2016.

Com base na Tabela 3, fica evidente a expansão do setor eólico como fonte geradora de energia elétrica no Brasil, tendo um total de 358 novos empreendimentos nos próximos anos e um total de 394 complexos eólicos já em operação.

De acordo com o que já foi referenciado anteriormente, a utilização de energia eólica na geração de energia elétrica brasileira está principalmente balizado pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA) e pela complementaridade entre a geração hidrelétrica e a geração eólica de energia elétrica, sendo que o período com maior potencial eólico na região Nordeste ocorre durante o época de menor volume hídrico, conforme a ilustração da Figura 14.

Figura 14: Complementaridade entre a geração eólica e hidrelétrica



Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica, 2000.

Nesse sentido, ao observar a Figura 14, percebe-se que os investimentos neste tipo de tecnologia na geração de energia elétrica são balizados não só por políticas públicas de fomento a utilização de energias limpa e renováveis, mas também por questões climáticas. Sendo que o período com maiores quantidades de vento coincidem com o período de seca nas principais bacias hidrográficas brasileiras, contribuindo diretamente para novos empreendimentos no setor de energia eólica.

4.2.2 Questões ambientais no uso da energia eólica

Para o Plano Decenal de Expansão de Energia (2021), elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (2012), os aspectos ambientais na utilização e produção de energia devem estar em harmonia com as questões de sustentabilidade. Sendo que essas questões estão balizadas nos seguintes pontos.

- À redução nos impactos globais e locais no uso de fontes de energia, principalmente à utilização de hidrelétricas;

- Ao incremento de novas fontes alternativas de energias;
- E à compensação dos impactos ambientais.

“No Brasil, o potencial promissor das fontes renováveis não tradicionais as coloca como principais alternativas de complementação à geração hídrica (...)” (MME, 2012, pg 329) e para a diversificação da matriz elétrica brasileira. Desta forma o Plano Nacional de Energia (PNE, 2007), entende que entre os motivos mais favoráveis a expansão do setor eólico para a produção de energia elétrica no Brasil está a questão ambiental, sendo uma resposta eficiente a sociedade por uma melhor qualidade ambiental e sustentável no suprimento energético do país.

O Ministério de Minas e Energia (2012) entende que o uso de energias alternativas como a energia eólica é de extrema importância para a diversificação e complementaridade da matriz elétrica brasileira.

“O desenvolvimento tecnológico e políticas públicas de incentivo ao uso de fontes renováveis têm contribuído para garantir espaço para essas fontes na matriz elétrica brasileira. De fato, especialmente a energia eólica e a bioeletricidade vêm gradativamente aumentando suas participações na matriz elétrica brasileira, inclusive com evidências de efetiva competitividade, como se depreende dos resultados dos leilões de expansão da oferta de energia realizados nos últimos anos” (MME, 2012, p. 329).

Entretanto, como toda tecnologia de geração de energia existe aspectos negativos e desfavoráveis ao meio ambiente. Como o impacto visual causado pelas torres, a interferência eletromagnética dos geradores, os ruídos audíveis das hélices e os pequenos danos à fauna em consequência a acidentes envolvendo pássaros, mesmo sendo em pequena escala.

Os ruídos provenientes das turbinas eólicas foram de grande importância para a prática de barreiras e proibições do uso desse tipo de energia nos anos de 1980 e 1990 (INATOMI E UDAETA, 2016). Para o MME (2007), os ruídos das turbinas eólicas têm duas origens, uma mecânica e outra aerodinâmica. Contudo, esses problemas foram minimizados atualmente, pois as turbinas atuais são desenvolvidas com níveis de ruídos bem menores, devido ao grande avanço tecnológico na produção de geradores eólicos.

Já o impacto visual causado pelos grandes complexos eólicos, são consequências das grandes dimensões das torres eólicas, atingindo aproximadamente 40 metros de altura (torre) e 20 metros de largura (hélice), causando impactos visuais onde estão inseridos, contudo, estudos mostram que esse tipo de impacto está sendo minimizado pela conscientização sobre

as vantagens da utilização da energia eólica. E sobre a fauna, destacam-se principalmente os acidentes com pássaros nas estruturas eólicas.

Contudo, estudos realizados comprovam que os acidentes dos pássaros nas estruturas eólicas são fatos isolados e pequenos. No entanto, essas características negativas do uso dos parques eólicos na geração de energia elétrica pode ser facilmente eliminadas através do uso de tecnologias de ponta e um planejamento mais eficiente de forma a maximizar as potencialidades do uso eólico (INATOMI E UDAETA, 2016).

E o lado positivo do uso da energia eólica referente ao meio ambiente, está a não emissão de gases poluentes durante a sua operação. Desta forma, contribuindo diretamente para a redução dos gases de efeito estufa e da concentração de CO₂ na atmosfera conforme mencionado anteriormente na Figura 10, proporcionando ao país indicador de emissões de CO₂ bem menores do que a média global, trazendo uma segurança em longo prazo do ponto de vista ambiental, social e econômico ao país. Outro aspecto importante na utilização da energia eólica na produção de eletricidade é a possibilidade do uso de quase toda a totalidade da área do parque eólico, como o uso para atividades agrícolas e pecuárias. Desta forma a utilização eólica torna-se uma alternativa viável na produção de eletricidade, contribuindo para a sustentabilidade de todo o processo produtivo, desde sua etapa inicial até a etapa final (MME, 2012).

Então é nesse sentido que o setor eólico pelas suas próprias características, como as questões ecológicas e ambientais, a diversificação e reconfiguração da matriz elétrica brasileira e a complementaridade em relação a energia hídrica, possibilita e justifica a maciça intervenção do governo através de políticas públicas como o PROINFA para incentivar e fomentar estas fontes alternativas de energia, as tornando mais competitivas frente ao cenário nacional e internacional na busca de novos empreendimentos e do desenvolvimento nesse setor.

4.2.3 Perspectivas futuras no uso da energia eólica no Brasil

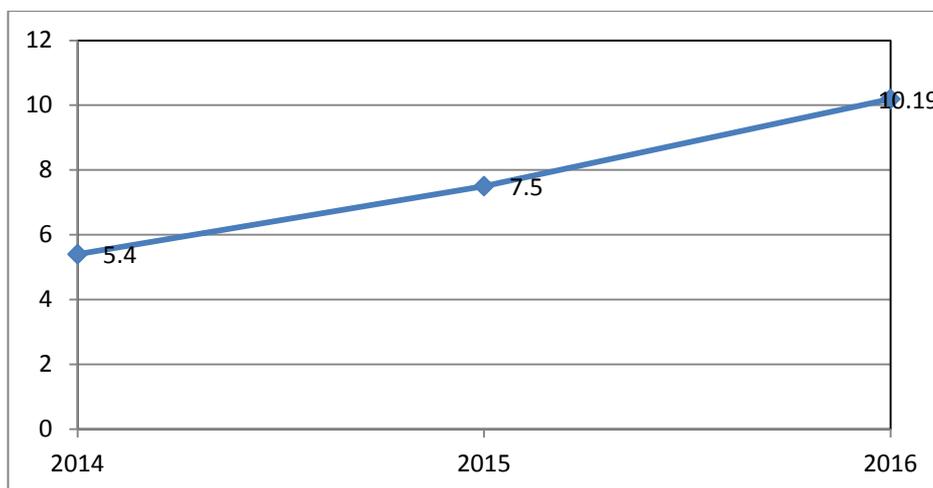
De acordo com um estudo realizado pelo Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE, 2021), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2012), aponta que as

fontes renováveis de geração de energia tem em média uma expansão de 10% ao ano, sendo que de todas as fontes alternativas na geração de energia limpa, as usinas eólicas são as que mais vêm se destacando no país. Nesse sentido, a utilização de energia eólica no Brasil foi a fonte que mais cresceu no país nos leilões desde 2009. As contratações volumosas de parques eólicos dos últimos anos demonstraram que o setor eólico atingiu preços bastante competitivos, desta forma fomentando a indústria nacional de equipamentos para atendimento desse mercado.

Contudo, com a consolidação do mercado eólico nacional, existem estudos que mostram que a capacidade eólica instalada do Brasil chegará a um total de 16 GW até 2020, sendo assim firmando ainda mais o mercado eólico brasileiro, de tal maneira a corroborar com o grande potencial do país.

Para o Plano Nacional de Energia (PNE, 2030), o potencial eólico brasileiro tem originado grande interesse por parte dos principais países envolvidos com essa tecnologia. Desta forma, proporcionando uma real expansão do setor eólico brasileiro na matriz elétrica conforme a Figura 15.

Figura 15: Energia eólica na matriz elétrica brasileira em (GW).



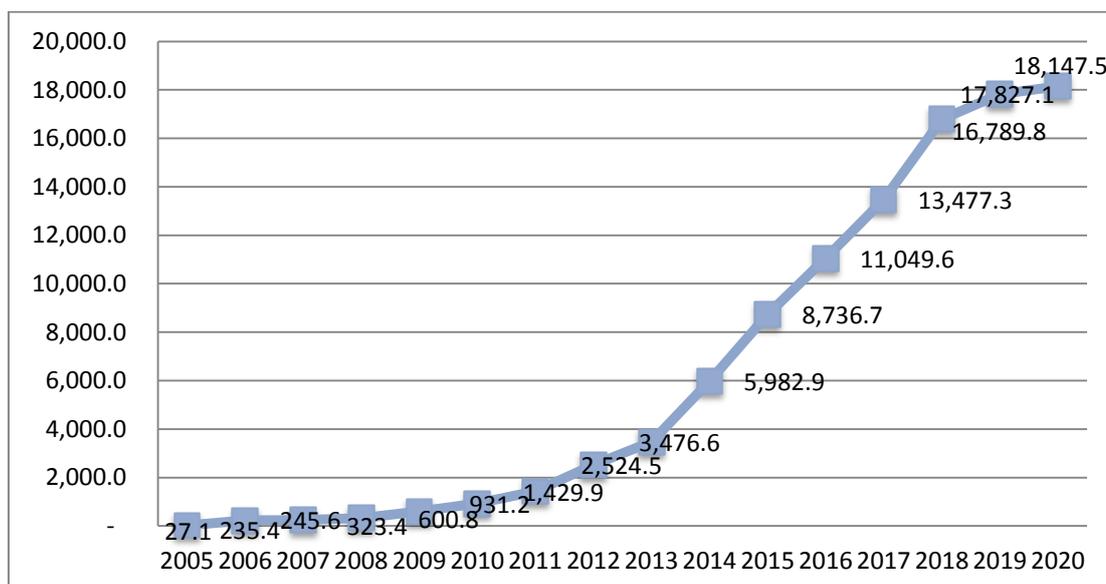
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da ANEEL (2014, 2015, 2016).

Ao analisar a Figura 15, fica evidente a crescente oferta de energia eólica na produção de energia elétrica do país. Como já foi mencionado anteriormente, esse crescimento é devido principalmente pela inserção de políticas públicas como o PROINFA e pelo grande potencial

nacional em relação a utilização das forças dos ventos na produção de energia limpa e renovável no país.

De acordo com o relatório da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA), elaborado pela ANEEL (2016), até o ano de 2020 a capacidade eólica total instalada em território brasileiro será de aproximadamente de 18,15 GW, como mostra a figura 16.

Figura 16: Projeções de energia eólica no Brasil em (GW)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANEEL (2016).

Desta forma, comparando a projeção de capacidade de geração de energia eólica no ano de 2020 com a capacidade atual do ano presente de 10,19 GW, há um crescimento linear de aproximadamente 77% da capacidade total de oferta interna de energia eólica no país. Desta forma, comprovando as estimativas de crescimento referentes ao uso de energia eólica como fonte complementar na matriz elétrica brasileira.

Sendo assim, viabilizando o presente estudo na avaliação da fonte eólica na geração de energia elétrica do Brasil. Ficando evidente que a energia eólica sempre comporá a matriz elétrica brasileira de forma complementar, devido ao seu imenso potencial em território brasileiro e a devida participação governamental na fomentação de energias alternativas como fonte de produção de energia elétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve a finalidade de avaliar a participação do uso de energia eólica e hidrelétrica na matriz elétrica brasileira, considerando os aspectos pertinentes ao desenvolvimento sustentável sob a ótica da economia ecológica. Ao estudar a matriz elétrica brasileira, ficou claro que o uso de energias alternativas e renováveis no país é realmente significativo em comparação aos outros países, porém não sendo exatamente por uma política de preocupação com questões ambientais, mas sim por existir um grande potencial dos recursos naturais.

Como objetivo específico do trabalho, procurou-se em entender e conceituar as diferenças fundamentais sobre as abordagens da economia ecológica e desenvolvimento sustentável. Com esse estudo, ficou evidente que o modelo tradicional e convencional da condução da economia não considerou os aspectos pertinentes ao meio ambiente e a sustentabilidade, tornando problema fundamental em longo prazo dos países na busca do progresso econômico.

Já o segundo objetivo do trabalho procurou entender a estrutura do setor elétrico brasileiro. Como foi referenciado, o Brasil é considerado um dos países com o maior potencial de energia renovável do mundo, tendo em seu território as maiores bacias fluviais do planeta. Desta forma, pode-se concluir que devido a sua grande condição hidrográfica, a geração e produção de energia elétrica via hidrelétricas não deve ser negligenciada. No entanto, nos aspectos pertinentes ao desenvolvimento ecológico, o uso dos recursos hídricos possui efeitos degradantes ao meio ambiente, visto que construções de novas usinas hidrelétricas causam efeitos ambientais devastadores ao ecossistema, dificultando o crescimento do setor em longo prazo.

Com o entendimento do setor elétrico brasileiro, mais especificamente a matriz elétrica brasileira ficou evidente que a grande dependência de uma única fonte de energia se mostrou desastrosa ao transcorrer do tempo, desta forma torna-se necessário e essencial para o país uma futura diversificação da matriz elétrica brasileira. Sendo assim, a utilização da energia eólica como fonte geradora de eletricidade no Brasil é considerada algo muito recente ainda, desta forma tornou-se necessário o estabelecimento de políticas de fomento e incentivo a utilização destas fontes alternativas de energia. E é nesse contexto que surge o PROINFA, que tem a finalidade de fomentar o uso de energias renováveis na geração de eletricidade no

país. Por se tratar de algo recente no país, a fonte eólica apresenta um crescimento muito restrito ainda, contudo projeções realizadas pela ANEEL mostra que num período de médio a longo prazo a participação da energia eólica será de extrema importância, tornando-se fonte de energia complementar na matriz elétrica brasileira. No ponto de vista ambiental, a utilização da energia eólica é considerada uma das mais limpas, contribuindo pela não emissão dos gases poluentes. Desta forma, tornando-se uma tendência positiva futuramente.

Nesse sentido, a análise apresentada nesse trabalho pode concluir que a utilização e a grande dependência em uma única fonte de geração de energia elétrica trouxeram problemas imensuráveis para o país, tornando-se imprescindível a reestruturação da matriz elétrica brasileira. E que a utilização da energia eólica sempre comporá a matriz elétrica brasileira, devido principalmente pelo seu grande potencial em território nacional e pelos incentivos do governo na utilização deste tipo de fonte de energia, com destaque à criação do PROINFA.

Outro ponto que não deve ser deixado de lado como resultado da pesquisa é que, percebeu-se ao longo do trabalho que o Brasil não teve como prioridade a preocupação ambiental efetivamente, ou seja, a sua utilização de energias renováveis na sua matriz elétrica se deu porque o país se aproveitou e usufruiu dos recursos disponíveis em seu território. Nesse sentido, a sua preocupação ambiental parece ter sido algo muito recente como, por exemplo, a criação do PROINFA nos anos de 2004.

Em vista disso, percebe-se claramente que a sua preocupação ambiental venho de forma tardia para o país. Contudo, tornam-se necessários novos estudos para o aprofundamento do tema para que os resultados possam contribuir ainda mais com o desenvolvimento da referida área estudada, pois como afirma Lavoisier (1785) “Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.J.A. **Análise regional da energia eólica no Brasil**. Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional, 2009.

AMAZONAS M. C. **O que é economia ecológica**. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/sobre/a-ecoeco>>, acessado em 02/05/2016.

ANEEL. **Banco de Informação de Geração (BIG)**. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>, acessado em 14/10/2016.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>, acessado em: 27/07/2016.

ANEEL. **Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA)**, 2016. Disponível em <<http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/dados.html>>, acessado em 01/09/2016.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. **Relatório síntese**. Empresa de Pesquisa Energética, 2016. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%c3%adntese%20do%20Relat%c3%b3rio%20Final_2016_Web.pdf>, acessado em 05/09/2016.

BARROS, E.V. **A matriz energética mundial e a competitividade das nações: Bases de uma nova geopolítica**. UFF, Departamento de Eng. de Produção, Engevistas, 2007.

BUENO, T. **Relações entre energia e desenvolvimento não é apenas questão econômica**, 2002. Disponível em: <<http://www.usp.br/aun/exibir.php?id=293>>, acessado em 06/06/2016.

BUCUSSI, A. A. **Texto de apoio ao professor de física -IF-UFRGS: introdução ao conceito de energia**. Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física Mestrado Profissional em Ensino de Física, 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf> , acessado em 27/05/2016.

BOCCHI, J.I; GARGIULO, F.F. **Desenvolvimentismo e a CEPAL: Da industrialização por substituição de importação à transformação produtiva com equidade**, 2016. Disponível em: <http://www.pucsp.br/iniciacaoocientifica/21encontro/artigos-premiados-20ed/FELIPE_FREITAS_GARGIULO.pdf>, acessado em 25/07/2016.

BRONZATTI, F.L; NETO, A.I. **Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010-2030**. XXVIII encontro nacional de engenharia da produção, Rio de Janeiro, 2008.

BRESSER-PEREIRA, L.C. **O conceito histórico de desenvolvimento econômico**. Trabalho originalmente preparado para curso de desenvolvimento econômico na Fundação Getúlio Vargas, 2006.

CAMPOS, C.J.G. **Métodos de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde**, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reben/v57n5/a19v57n5.pdf>>, acessado em 08/11/2016.

CASTRO, Nivaldo José, outros. **A importância das Fontes Alternativas e Renováveis na Evolução da Matriz Elétrica Brasileira**, 2009.

CAVALCANTE, V.Z; SILVA, S.L.M. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia**. (VIII EPCC Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar), 2011. Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf>, acessado em 05/04/2016.

CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo, 2009.

CAVALCANTI, C. **Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental**, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100007>, acessado 09/05/2016.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da Economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil, 1994.

CECHIN, A; VEIGA, J.E. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 33-47.

Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Matriz energética: cenários, oportunidades e desafios**, CNI. Brasília, CNI, 2007. Disponível em: <<ftp://ftp.mct.gov.br/Biblioteca/16454-Matriz.pdf>>, acessado em 23/08/16.

CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA – CBEE / UFPE. 2000. Disponível em: <www.eolica.com.br>, acessado em: 15/10/2016.

CORREIA, T.B; MELO, E; COSTA, A.M; SILVA, A.J. **Trajetória das Reformas Institucionais da Indústria Elétrica Brasileira e Novas Perspectivas de Mercado**. Revista economia, 2006. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/revista/vol7/vol7n3p607_627.pdf>, acessado em 08/09/16.

COUTO, J.M. **O pensamento desenvolvimentista de Raúl Prebisch. Economia e sociedade**. Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ecos/v16n1/a03v16n1.pdf>>, acessado em 08/08/16.

DALY, H. **Crescimento sustentável? Não, obrigado**. Ambiente e sociedade, 2004.
DUTRA, R.M; SZKLO, A.S. **A energia eólica no Brasil: Proinfa e o novo modelo do setor elétrico**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Disponível em:
<http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_3.pdf>, acessado em 30/08/16.

Eólicas do Sul, 2016. Disponível em: <<http://www.eolicasdosul.com/>>, acessado em 12/12/16.

FARIAS, M.L; SELBITTO, A.M. **Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectiva futuras**. (Revista Liberato), 2011. Disponível em:
<[http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2012,%20n%2017%20\(2011\)/1.%20Uso%20da%20energia%20ao%20longo%20da%20hist%F3ria.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2012,%20n%2017%20(2011)/1.%20Uso%20da%20energia%20ao%20longo%20da%20hist%F3ria.pdf)>, acessado 05/04/2016.

FURTADO, C. **Brasil a construção interrompida**. 3ª ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992ª.

FURTADO, C. **A saga da SUDENE: (1958-1964)**. Arquivos Celso Furtado, v. 3, Rio de Janeiro: Contraponto: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, 2009.

FURTADO, C. **Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico estrutural**. 3ª ed., São Paulo: Paz e Terra, 2000.

FLEURY, L.C; ALMEIDA, J. A construção da usina hidrelétrica de Belo Monte: conflito ambiental e o dilema do desenvolvimento, 2013. Disponível em
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2013000400009>, acessado em 04/11/2016.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Universidade Católica de Campinas. São Caetano do Sul, SP, [1946] 1989.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas (1974). **Energy and economic myths** . In: BURCH, W. & BORMAN, F. H. (orgs.). *Growth limits and the quality of life*. São Francisco, Freeman.

GIAMBIAGI, F. **Estabilização, reformas e desequilíbrios macroeconômicos: os anos FHC (1995 – 2002)**. In: Fábio Giambiagi et al. *Economia contemporânea: 1945 – 2010*. Rio de Janeiro, Elsevier, 2011.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas S.A. (1989 [1987]).

GOLDEMBERG, J; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos avançados**, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>>, acessado em 08/09/16.

GOLDEMBERG, 1979 apud THEIS I.M. **Limites energéticos do desenvolvimento**. Blumenau: FURB, 1996.

GOLDENBERG, J.; MOREIRA, J. R. **Política energética no Brasil. Estudos Avançados**, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000300015>, acessado em 15/05/2016.

GOMES, V.J.F. **O meio ambiente e o risco do apagão no Brasil**. II seminário internacional, UFRJ, 2007. Disponível em: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/seminariointernacional2007/artigos/pdf/victorjose_omeioambiente.pdf>, acessado em: 27/07/2016.

INATOMI, T.A.H; UDAETA, M.E.M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado dos recursos**, 2016. Disponível em: <http://seeds.usp.br/portal/uploads/INATOMI_TAHI_IMPACTOS_AMBIENTAIS.pdf>, acessado em 13/10/16.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>, acessado em 15/09/2016.

LANDI, M. **A evolução do programa Nacional de Desestatização (PND): seus principais resultados e desdobramentos na infraestrutura**. In: MAEQUES, R.M; FERREIRA, M.R.J. O Brasil sob a nova ordem: a economia brasileira contemporânea: uma análise dos governos Collor a Lula. São Paulo: Saraiva, 2010, pag. 119-167.

LAVOISIER, A.L. **A lei de conservação das massas**. Lei de Lavoisier, 1785.

MALAGUTI, G.A. **Regulação do setor elétrico brasileiro: da formação da indústria de energia elétrica aos dias atuais**, 2009. Disponível em: <http://www.uff.br/econ/download/tds/UFF_TD254.pdf>, acessado em 15/09/2016.

MARTINS, F.R; GUARNIERI, R.A; PEREIRA, E.B. **O aproveitamento da energia eólica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, São José dos Campos, SP, Brasil, 2007.

Matriz Energética Nacional 2030 / **Ministério de Minas Energia**; colaboração Empresa de Pesquisa Energética, Brasília, 2007.

MELO, E. **A Diversificação da Matriz Elétrica Brasileira: uma oportunidade**. Economista, Doutora pela Universidade Federal de Santa Catarina. Presidente Executiva da ABEEólica, 2016. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/pdf/Revistaopinioes-final.pdf>>, acessado em 30/08/16.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Protocolo de Kyoto** . Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>> acessado em 09/04/2016>.

MME (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA). **Plano Decenal de Expansão de Energia (2011)** Brasília: MME/EPE, 2012. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/20130326_1.pdf>, acessado em 17/10/2016.

MME (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA) **Plano Nacional de Energia 2030**. MME, 2007. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_9.pdf>, acessado em 10/10/2016.

MME (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA) **Resenha Energética Brasileira**. MME, 2014.

MORAES, V.R. **O desenvolvimento e o crescimento econômico em perspectiva: A trajetória da economia brasileira e o desenvolvimento econômico atual**. Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Presidente Prudente, 2004.

MUELLER, C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: UNB, 2007.

MURPHY, R. P. **Consumidores não provocam recessões**, 2016. Disponível em <<http://www.mises.org.br/Article.aspx?id=191>>, acessado em 09/05/2016.

NOGAMI, O. **Economia**. 1.ed. rev. - Curitiba, PR : IESDE Brasil, 2012.

OLIVEIRA, L. D. **Os “limites do crescimento” 40 anos depois: Das “Profecias do Apocalipse Ambiental” ao “Futuro Comum Ecologicamente Sustentável”**. Revista Continentes (UFRRJ), 2012. Disponível em <<http://r1.ufrj.br/revistaconti/pdfs/1/ART4.pdf>>, acessado em 26/06/2016.

OLIVEIRA, G.B. **Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento**, Revista FAE, Curitiba, 2002.

OLÍVIO, D. H.V; CARVALHO, J.L; BIANCARDI, L; GALLO, Z. **A ética do consumo**. Revista FAER, Olímpia SP, 2010. Disponível em: <<http://www.f aer.edu.br/revistafaer/artigos/edicao2/denis.pdf>>, acessado em 26/07/2016.

ORTIZ,G.P; KAMPEL,M. **Potencial de energia eólica offshore na margem do Brasil**. V simpósio brasileiro de oceanografia, Santos, SP, 2011. Disponível em <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/07.06.17.10/doc/Ortiz_Potencial.pdf>, acessado em 01/10/16.

PACHECO, F. **Energias renováveis : Breves conceitos**, 2006. Disponível em: <http://ieham.org/html/docs/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf>, acessado em: 28/05/2016.

PEREIRA, E.M. **O ouro negro: Petróleo e suas crises políticas, econômicas, sociais e ambientais na 2º metade do século xx**, 2008. Disponível em: <<http://www.outrostempos.uema.br/vol5.6/art.4.pdf>>, acessado em 02/04/2016.

PLANALTO, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm>, acessado em: 02/10/2016.

RAMOS, F.G; SEIDLER, N. **Estudo da energia eólica para aproveitamento em pequenos empreendimentos**. Revista eletrônica de extensão, URI, 2011.

RONDINELLI, F; SILVA, P.M. **Avaliação da matriz elétrica brasileira com foco em aspectos econômicos, ambientais e sociais**. Revista científica da Facerb, 2015.

ROMAN, C. R. **A ciência econômica e o meio ambiente: uma discussão sobre crescimento e preservação ambiental. Teoria e Evidência Econômica.** Passo Fundo pag .99-109, 1996.

ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade. . In: MAY, P. **Economia do meio ambiente.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, pag. 3-30.

RBPKE, I. **Tendências no desenvolvimento da economia ecológica desde o final dos anos 1980 para o início de 2000.** Departamento de Engenharia de Produção e Gestão da Universidade Técnica da Dinamarca, Produktionstorvet, 2004.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond (2004[1927]).

SALINO, P.J. **Energia eólica no Brasil: Uma comparação do proinfa e dos novos leilões.** Rio de Janeiro: UFRJ/escola politécnica, 2011.

SANTOS, A. **Desenvolvimento como liberdade em Amartya Sen.** Universidade Federal de Santa Catarina, monografia de Relações Internacionais, 2013. Disponível em: <<http://cnm.ufsc.br/files/2014/01/Monografia-da-Andrea-dos-Santos.pdf>>, acessado em: 20/07/2016.

SANTOS, Ronaldo Custódio dos. **Energia eólica para produção de energia elétrica.** Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

SAUAIA, A.C.A; KALLÁS, D. **O dilema cooperação-competição em mercados concorrenciais: o conflito do oligopólio tratado em um jogo de empresas,** 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v11nspe1/a05v1ns1.pdf>>, acessado em 17/10/16.

SEM, A. **Desenvolvimento como liberdade,** 1999.

SEVERINO, J. A. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez, (2007[1941]).

SILVA, J.O.C. **Amartya Sem, Desenvolvimento como liberdade.** Faculdade de economia do Porto, programa de doutoramento em economia, 2016. Disponível em <http://www.fep.up.pt/docentes/joao/material/desenv_liberdade.pdf>, acessado em: 20/07/2016.

SILVA, P.J. **Usinas hidrelétricas do século XXI: Empreendimentos com restrições à hidroeletricidade.** Revista engenharia, 2014. Disponível em <<http://maua.br/files/artigos/artigo-usinas-hidreletricas.pdf>>, acessado em 11/10/16.

SMITH, A. **A riqueza das nações: investigação sobre a sua natureza e suas causas.** São Paulo: Abril Cultural, (1983 [1776]).

SOUZA, apud HANEFELD, A.O. **Economia e desenvolvimento econômico: Uma experiência a partir do polo de modernização tecnológica do vale do Rio Pardo,** Rio Grande do Sul, Brasil, 1993.

SOUZA, 1993 apud OLIVEIRA, G.B. **Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento**, Revista FAE, Curitiba, 2002.

SOUZA, P.F.R. **Economia do meio ambiente: Aspectos teóricos da economia ambiental e da economia ecológica**, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/282.pdf>> acessado em 13/05/2016.

TEIXEIRA, P.H.G; SANTOS, S.M. **Energia e desenvolvimento: Uma análise a partir do conceito de racionalidade para o Rio Grande do Norte**, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr103_0562.pdf> acessado em: 06/06/2016.

TOLMASQUIM, M.T. **O Brasil no mundo: Matriz energética e renovabilidade**. Presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2009. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/imprensa/ArtigosImprensa/20100127_1.pdf>, acessado em 25/08/16.

VICHI, F.M; MANSOR, M.T.C. **Energia, meio ambiente e economia: O Brasil no contexto mundial**. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2009.

WESCHENFELDER, F; SCHAEFFER, L. **Situação atual e perspectivas da produção de energia elétrica a partir da geração eólica no Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ldtm/publicacoes/Artigo%20SENAFOR%20fran%20W%202013.pdf>> acessado em: 02/06/2016.

Wind Power News Magazine, V19, 2003. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_eolica/6_5.htm>, acessado em 28/09/16.