

A Sustentabilidade Através do Planejamento Energético

Bruna Leite do Espirito Santo¹
Faculdade Anhanguera de Osasco
bruna.leitedoespiritosanto@gmail.com

Sidnei Messias Rodrigues
Faculdade Anhanguera de Osasco
sidreg@terra.com.br

Data do recebimento do artigo: 28/02/2018

Data do aceite de publicação: 25/04/2018

RESUMO

Entende-se que o país se encontra em colapso, quando se refere a questões ambientais, devido ao excesso populacional, o crescimento desmedido e a globalização, o que nos força a criar meios que defendam o meio ambiente com o intuito de defender as gerações futuras. Partindo deste princípio muitos meios de comunicação, produção e científico veem se unindo em busca de meios sustentáveis em prol da preservação do meio ambiente, desta forma o uso de energia sustentável vem estado em pauta em diversas discussões mundiais, entendendo assim que a energia vinda do sol e dos ventos através dos sistema fotovoltaico, eólico e biomassa propiciem a possibilidade de recursos sustentáveis e inesgotáveis propiciando um planejamento adequado para o tipo de consumo levando em conta o perfil de cada tipo de população no âmbito mundial. Neste estudo serão abordados os processos de captação de energia sustentável proporcionando um planejamento energético benéfico e viável para o meio ambiente, ainda esclarecendo assim questões pertinentes a participação das fontes renováveis no planejamento energético brasileiro. Este estudo tem como metodologia principal a pesquisa qualitativa descritiva através do levantamento bibliográfico de acordo com o material publicado contendo a devida certificação de qualidade e veracidade. Tendo como objetivo verificar o crescimento das fontes de energia renováveis nas matrizes energéticas a partir do ano 2000.

Palavras Chave: Energia Fotovoltaica; Energia Eólica; Planejamento energético; Sustentabilidade.

¹ Autor para correspondência Faculdade Anhanguera de Osasco, Av. dos Autonomistas, 1325 - Vila Campesina, Osasco - SP, 06020-015.

Sustainability Through Energy Planning

ABSTRACT

It is understood that the country is collapsing, when it refers to environmental issues, due to population overflow, excessive growth and globalization, which forces us to create environmentally friendly means to defend future generations. Based on this principle, many media, production and sciences are coming together in search of sustainable means for the preservation of the environment, in this way the use of sustainable energy has been on the agenda in several world discussions, understanding that the energy coming from solar and wind energy through the photovoltaic, wind and biomass systems will allow the possibility of sustainable and inexhaustible resources, providing adequate planning for the type of consumption taking into account the profile of each type of population in the world. In this study the processes of sustainable energy capture will be addressed, providing a beneficial and feasible energy planning for the environment, still clarifying pertinent questions the participation of the renewable sources in the Brazilian energy planning. This study has as main methodology the descriptive qualitative research through the bibliographical survey according to the published material containing the proper certification of quality and veracity. Aiming to verify the growth of renewable energy sources in the energy matrix from the year 2000.

Key Words: Photovoltaic energy; Wind Energy; Energy planning; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade através do planejamento energético, entende-se que as fontes de energia renováveis são aquelas em que a sua utilização e uso é renovável e pode-se manter e ser aproveitado ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento dessa mesma fonte, exemplos deste tipo de fonte é a energia eólica e solar.

A globalização trouxe fatores tanto benéficos quanto prejudiciais, a tecnologia, por exemplo, deu a possibilidade de recursos além de outros benefícios, porém devido justamente à tecnologia houve um aumento de consumo tanto nas empresas quanto nas residências conforme, com todo esse aumento o planeta vem sofrendo com a poluição, uma vez que se aumenta o fluxo populacional, aumenta-se também a degradação do sistema ambiental.

Desta forma criaram-se setores de ações sustentáveis, no campo de geração de energia, de modo que esse consumo passasse por um planejamento energético podendo assim identificar melhores maneiras de resolver as questões de distribuição de energia. Partindo deste contexto segundo estudos vêm sendo realizados em prol da participação das fontes renováveis no planejamento energético, através de energia solar, e energia eólica e biomassa.

Ao longo deste estudo pretende-se esclarecer questões acerca dos métodos de planejamento energético destacando soluções sustentáveis viabilizando assim um consumo consciente observando a participação do Brasil com relação ao planejamento energético renovável.

Contudo deve-se ressaltar que através de leitura preliminar constatou-se que os sistemas de obtenção de energias renováveis vem sendo a esperança de um futuro diferente no que tange a diminuição da agressão ao meio ambiente, e ainda podendo trazer ao contexto diário da população soluções sustentáveis para o abastecimento energético em uma escala mundial. Neste contexto, buscou-se entender qual a real participação das fontes renováveis de energia no planejamento energético brasileiro.

O objetivo geral deste estudo é verificar o crescimento das fontes de energia renováveis na matriz energética a partir do ano 2000. Tendo como objetivos específicos mostrar a importância de um planejamento energético, demonstrar um breve histórico sobre as principais fontes de energia renováveis, identificar como se dá a participação brasileira

no planejamento energético com relação às energias renováveis, comparar a parte teórica com a parte prática.

Trata-se de um estudo descritivo-explicativo, o qual seguirá a técnica da pesquisa bibliográfica, com vistas a esclarecer as melhores formas de controle e interligação da energia eólica a rede elétrica utilizada.

2 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO

Considerando o crescimento econômico é importante observar a importância da energia como fator que afeta diretamente a economia. Sem energia não se pode cogitar a possibilidade de desenvolvimento seja em escala industrial ou social no âmbito mundial, considerando que a mesma faz parte de material básico para a movimentação e independência política e econômica internacional é importante analisar a economia como um todo buscando estratégias econômicas e sustentáveis de energia uma vez que ela está presente em todas as coisas que são manuseadas em uma era globalizada (LEITE, 2014).

Historicamente o Brasil vem buscando minimizar os custos com relação aos produtos importados, de modo que vem se preocupando com a geração de energia sustentáveis, buscando assim recursos energéticos internos disponíveis e abundantes. O Brasil vem se comportando desta maneira devido ao crescimento populacional desordenado e o aumento do consumo deixando cada vez mais cara a emissão do serviço justamente proveniente dos altos custos referentes a produção de energia (GUERRA; YUSSEF, 2011).

Atualmente o petróleo é a principal fonte de energia do mundo ele é encontrado na natureza dentre as rochas sedimentares, podendo ser retirado em meio a determinados pontos considerados de ebulição onde o óleo é separado e convertido em outros produtos que são a gasolina, gás, querosene e todos esses derivados do petróleo influenciam no desenvolvimento e na manutenção da vida humana, bem como na economia do país e o avanço tecnológico. Devido às transformações das últimas décadas formas de energia e fontes alternativas vem permitindo o aceleração da produção e do consumo em escala elevada aumentando assim as tendências evolutivas com relação à economia (LEITE, 2014).

A capacidade produtiva utilizada deve usar o menor número possível de recursos proporcionando a eficiência do fornecimento energético principalmente garantindo uma

lucratividade econômica por conta de um custo reduzido. De modo que a sustentabilidade anda paralelamente com a eficiência econômica através da utilização de insumos naturais de maneira equilibrada, evitando desta maneira o desperdício de recursos energia e mão de obra (GUERRA; YUSSEF, 2011).

Entende-se que através deste contexto é possível buscar insumos renováveis de maneira sustentável, inovando assim as tecnologias de produção, definindo-se assim como eficiência energética sendo um conjunto de ações de diversas naturezas que ao mesmo tempo conseguem reduzir o consumo atendendo às diferentes demandas da sociedade através da disponibilização de serviços de energia de maneira econômica e com o menor impacto à natureza, transformando o consumo, o transporte e a estocagem em fontes vindas de matérias-primas, porém renováveis, tais como: a energia solar, eólica, hidráulica, a energia proveniente da cana-de-açúcar e da madeira deixando de lado o petróleo e seus derivados, o gás natural, o carvão mineral e a energia nuclear (LEITE, 2014).

Ações consideradas eficientes promovem modificações e aperfeiçoamentos tecnológicos ao longo de toda sua trajetória podendo também ter como resultado a melhoria das organizações de conservação e gestão energética através de um planejamento que deve ser composto de ações priorizando o custo e a necessidade do consumo de energia por parte da população (GUERRA; YUSSEF, 2011).

Existem muitas fontes renováveis de energia tais como a biomassa, o calor geotérmico, a energia hidráulica, e a energia proveniente dos ventos, tais fontes tem uma longevidade no que tange a geração de energia, é mais durável, ou seja, caracterizam recursos inesgotáveis.

A energia solar aproveita a radiação que o sol emite para a Terra através da utilização do sistema fotovoltaico para converter a radiação em energia elétrica, a energia solar também pode ser convertida em energia térmica, através da conversão da água em vapor, que hoje é responsável por movimentar turbinas de geradores (CORA, 2006).

A energia eólica é obtida através dos ventos, transformando-os assim em energia, ela é bastante importante na atualidade porque não produz poluentes para atmosfera, as suas usinas utilizam grandes cata-ventos instalados em áreas de grande movimentação de ventos, fazendo assim com que suas hélices virem em prol de movimentar as turbinas

acionando assim os geradores. Atualmente a energia mais conhecida e utilizada é a energia hídrica, ou seja, a que vem de usinas hidrelétricas, onde a movimentação se dá através da força e da produção de água dos rios, porém ao redor das áreas onde a hidrelétrica está instalada ocorrem diversos prejuízos à natureza e aos ribeirinhos, uma vez que são obrigados a conviver em áreas alagadas e de escassez de suprimentos ambientais (CORA, 2006).

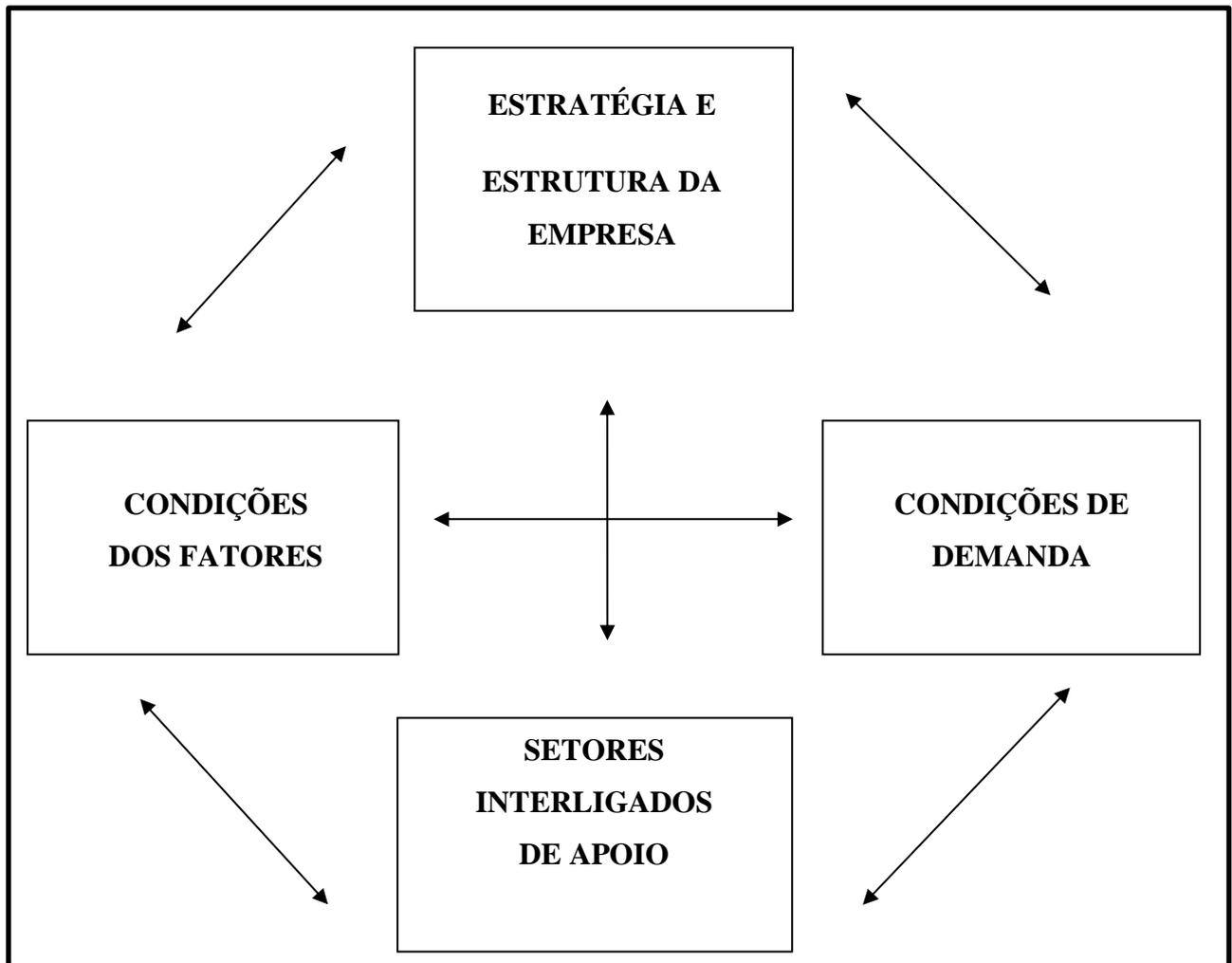
Existe também a energia da biomassa que se dá através de matéria orgânica não fóssil, ela pode ser queimada em prol da produção de energia, sendo bastante recomendada porque desta forma se acabaria com materiais descartáveis, restos agrícolas, dentre outros, evitando assim uma poluição mais ativa de nosso planeta (CORA, 2006).

Temos também a energia geotérmica que corresponde ao calor extraído do interior da Terra, o processo se dá através da injeção de água no subsolo, em prol de que o calor gerado forme a massa de vapor transformando este processo em energia, porém através de modificações químicas neste processo este tipo de energia é considerada razoavelmente poluente, causando assim danos ao meio ambiente, ainda é possível que se obtém a energia através da movimentação dos mares, assim como ocorre no processo das usinas hidrelétricas o mar também pode gerar energia principalmente durante as suas cheias, fazendo assim com que sua velocidade e força girem as turbinas e ativem os geradores (CORA, 2006).

A alta disponibilidade de recursos elétricos propicia a competitividade da capacidade da indústria inovar e melhorar o serviço energético oferecido. À medida que os fundamentos da competição se deslocam cada vez mais para criação e assimilação do conhecimento aumentando a importância do consumo energético propicia-se vantagens e competitividade com relação a ações sustentáveis estruturando a economia do país (GUERRA; YUSSEF, 2011).

Portanto deve-se ressaltar que o planejamento energético é fundamental para criar uma estratégia estruturada dentro da produtividade das empresas e ainda proporcionando a qualidade do serviço de fornecimento energético para a sociedade, pois o sucesso das empresas que têm a capacidade de promover inovações consiste no ligamento entre quatro ângulos atribuídos ao sucesso sendo chamado de diamante lapidado com relação a vantagens sustentáveis de distribuição energética conforme sugere Porter, 1999:

Figura 1: Distribuição Energética



(Fonte: Produzido pelo autor).

A utilização intensiva e indiscriminada dos recursos naturais renováveis e não renováveis, aliada à explosão demográfica e à conscientização de que a Terra se constitui no único habitat possível para o homem, se impôs historicamente e impulsionou uma mudança comportamental no sentido da preservação e administração do seu meio natural. Hoje está claro que o crescimento econômico a qualquer custo não vai garantir melhores condições de vida para a sociedade (ANDRADE, 1997).

Cenários mostram possíveis sequências de acontecimentos com diferentes estados finais. São gerados para permitir a tomada de ações e decisões antecipadas que podem se tornar necessárias no futuro. O processo de construção de cenários tenta identificar diferentes trajetórias que um conjunto pré-definido de variáveis poderão seguir. O objetivo é identificar soluções, através de um planejamento estratégico, para diminuir os impactos não desejados de possíveis ocorrências futuras (LEITE, 2014).

2.1 ENERGIA FOTOVOLTAICA

Sabe-se que o sol é atualmente a principal fonte de energia abastecendo assim todo o planeta, desta forma, consumidores vem produzindo a eletricidade a partir da luz solar, através do sistema fotovoltaico que é apresentado por placas ou módulos compostos por células fotovoltaicas, podendo assim captar a energia da luz solar produzindo uma corrente elétrica. Esta corrente é armazenada e processada através de inversores eletrônicos, de certa forma esse sistema pode fazer com que haja uma diminuição na conta de energia elétrica uma vez que o próprio consumidor de maneira independente gera a sua energia (VILLALVA, 2015).

Sabe-se que a energia solar fotovoltaica é adquirida através de uma conversão da luz solar em eletricidade, essa convenção é feita por meio de matérias semicondutoras denominando assim o efeito fotovoltaico. Tal fenômeno teve início em 1839 através de um jovem físico chamado Francis Edmund Becquerel, que notou o surgimento de uma tensão ao fazer experiências eletroquímicas, observando assim que a luz solar em exposição de elétrons de platina ou prata proporcionava o surgimento do efeito voltaico (OLIVEIRA, 2002).

Apenas em 1870 o efeito foi estudado a fundo já no ano de 1880 a primeira célula fotovoltaica com selênio demonstrou uma eficiência na faixa de 2% no que tange o quesito geração de energia. Após um longo período de análise no ano de 1950 nos Estados Unidos foram iniciadas as pesquisas pertinentes à área da tecnologia fotovoltaica e em 1954 o laboratório Bell construiu a primeira célula fotovoltaica fabricada com silício na junção PN. (OLIVEIRA, 2002).

Somente após este fato iniciou-se os trabalhos em prol do sistema de alimentação através de energia renovável, inicialmente alimentando o sistema de satélites. De 1973 a 1974 com a crise mundial cientistas criaram novas fontes de geração de energia utilizando as placas fotovoltaicas no uso terrestre, dando início a uma nova cadeia de geração energia doméstica através do armazenamento da luz solar. Muitas são as matérias utilizadas como semicondutores o silício amorfo hidrogenado e o silício cristalizado são os mais utilizados na atualidade possuindo uma estrutura diferenciada sendo mais promissora economicamente e tendo uma qualidade e longevidade maior, equilibrando assim os átomos hidrogenados (OLIVEIRA, 2002).

Estudos apontam que o silício tem eficiência de 27% de conversão se fabricado em laboratório e de 15 a 18% se fabricado em escala industrial, o Silício amorfo hidrogenado chega a eficiência de 10 a 12% se fabricado em laboratório e de 7 a 8% se fabricação em escala industrial, porém obtendo o menor custo em relação ao silício cristalizado, assim como outras a energias a fotovoltaica é uma energia renovável, que promete a diminuição de custos com a geração de energia, e ainda garante um planeta mais sadio (VILLALVA, 2015).

2.1.1 Energia fotovoltaica no Brasil

Segundo Mauricio Tolmasquim, 2013, devido aos longos períodos de seca o Brasil tem as condições mais propícias para a utilização da energia solar, observa-se que ao longo dos anos a procura de tal fonte renovável de energia dentro de nosso país vem tendo um crescente, caracterizando um momento de alta no mercado de energia fotovoltaica, e ainda visualizando um crescente de mais de 300% para os próximos anos, dando perspectivas de ganho de mais de 100 bilhões de reais até 2030.

Através dessas perspectivas o governo vem incentivando e apoiando a instalação de todo sistema fotovoltaico em determinados locais, e ainda vem propondo descontos em tarifas para quem utiliza tal sistema, os descontos variam de caso para caso, porém o seu mínimo é de 50% para aqueles que produzem a energia para distribuir, desta forma vem se observando que através desses incentivos existe uma maior procura na geração solar fotovoltaica (TOLMASQUIM, 2013).

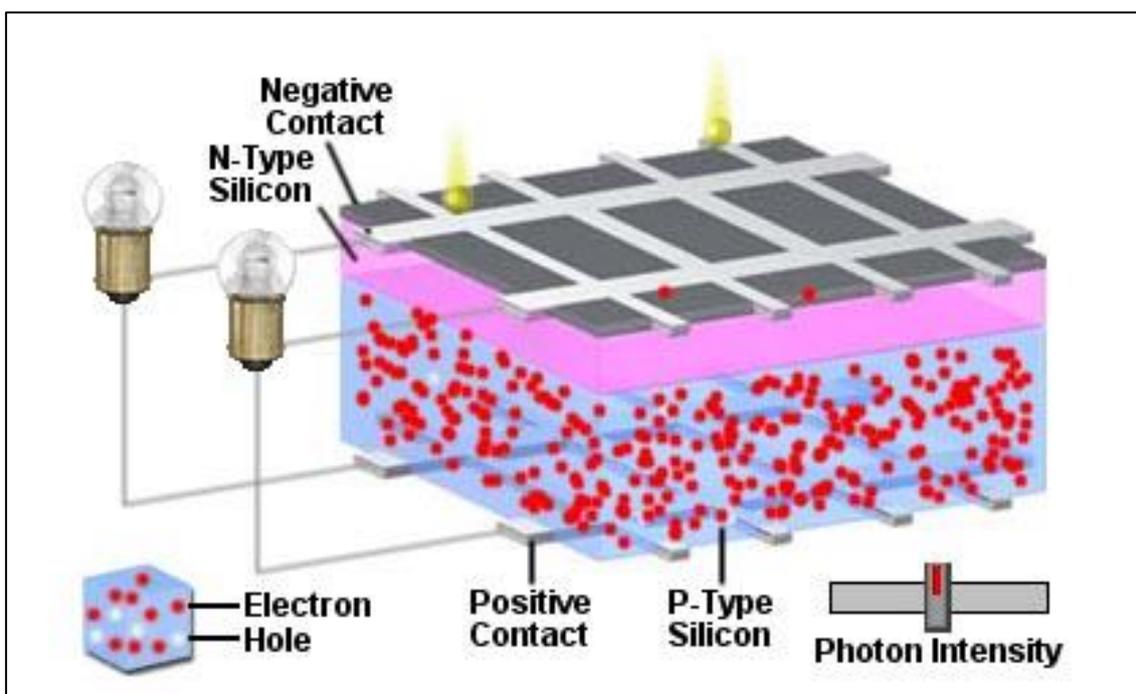
2.1.2 Efeito fotovoltaico

O efeito fotovoltaico provém de materiais da natureza chamados semicondutores conduzindo assim a eletricidade de forma mais eficaz, dando características de faixas energéticas permitindo a presença de elétrons na faixa denominada de valência, e de outra totalmente vazia chamada condução. Entre essas duas faixas existem um material semiconductor denominado faixa proibida larga, esses semicondutores produzem a energia através da excitação de elétrons no transporte da faixa da valência para a condução (OLIVEIRA, 2002).

Com decorrer dos estudos chegou-se à conclusão de que o melhor material a ser aplicado no sistema fotovoltaico é o Silício, ele possui quatro elétrons que unidos possuem uma

estrutura cristalina, porém se unirmos mais um elétron a esse conjunto por meio do fósforo teremos um elétron livre ligado a um átomo. Gerando uma impureza tipo N, tendo como característica um doador que se denomina doador de elétrons, porém se tivermos três elétrons ligados ao boro, a ausência de um elétron acarretará em uma outra estrutura chamada de lacuna ou buraco, ocasionando a baixa na energia térmica quando o elétron livre é transportado de um lado para outro, ele está sendo movimentando na lacuna, conforme vimos na figura acima, gerando assim energia (FIORENTINO; DERAPHIM, 2005).

Figura 2: Sustentação da funcionalidade das células fotovoltaica.



(Fonte: <https://labduino.files.wordpress.com/2009/02/celulasolar1.jpg>)

2.1.3 Vantagens e desvantagens

Com a evolução do mundo é necessário que sejam medidas sustentáveis para que ele não venha a sucumbir sem um meio ambiente favorável, desta forma a energia solar tanto térmica quanto fotovoltaica possuem vantagens e desvantagens. Segundo Chuco (2007), as vantagens são:

- Não polui o meio ambiente;
- Suas centrais necessitam de pouca manutenção;

- Ela é bastante útil em locais muito afastados e até mesmo remotos onde não se a outra fonte de energia;
- Para o Brasil como todo país tropical, a energia solar longe dos grandes centros é bastante aconselhável no que tange a permanência do consumo da rede elétrica, além de possuir o ambiente favorável devido às longas estiagens e a seca nele contidas.

Ainda segundo Chuco (2007), as desvantagens são:

- Existe uma variação de absorção de energia pelo Tenente ao clima como ocorrência de chuva e neve, permitindo assim a armazenagem durante o dia para que se mantenham utilizando durante a noite, porém em casos de escassez solar é necessário que o local onde possui o sistema fotovoltaico possua outro tipo de energia além desta;
- A forma de armazenamento solar é pouco eficiente se compararmos a fontes de energias combustíveis;
- É um investimento alto de retorno à longo prazo e ainda assim não tão atraente economicamente nos primeiros anos.

2.2 ENERGIA EÓLICA

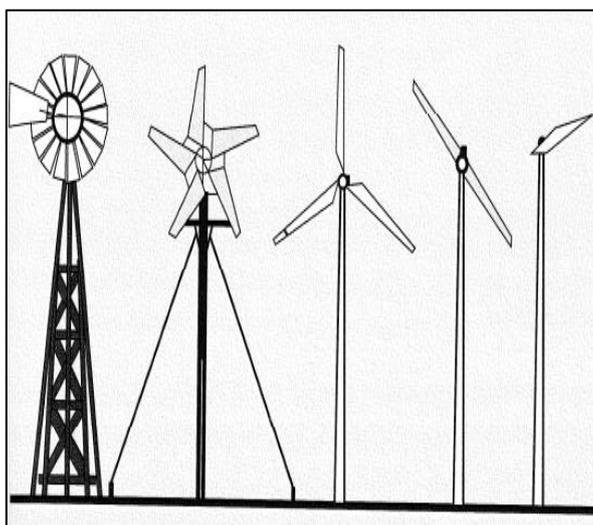
A energia eólica é a transformação do vento em energia útil fornecendo energia de forma renovável e limpa sem produzir poluentes. Considerada uma fonte de energia permanente e inesgotável. Surgiu em 1970 através da crise do petróleo sendo proveniente da Europa. Historicamente a mesma possui origem remota desde a antiguidade através de embarcações que eram movidas pelos ventos, ou até mesmo, moinhos que eram utilizados para a distribuição de água e a maceração de grãos possuindo assim a característica de movimento através do vento aproveitando o impulsionamento dos mesmos (SANTOS, 2009).

Entende-se que através de fortes ventos as pás, ou turbinas, que possuem a denominação de aerogeradores comunicam-se com uma central ou eixo, acoplado a uma caixa multiplicadora onde a velocidade de rotação propicia a fabricação de energia controlando a velocidade do rotor, de forma que possui uma velocidade estável transmitindo energia elétrica, as pás eólicas possuem o formato de cata-vento (DEWI, 2002).

Existem diferentes tipos de parques eólicos por toda terra principalmente no interior e nas costas marítimas. Deve-se destacar que um dos seus grandes inconvenientes é a poluição sonora devido ao tamanho das pás e a distância em que as mesmas estão posicionadas (SANTOS, 2009).

Um fator interessante com relação à energia eólica é que a mesma não possibilita o armazenamento de energia primária, de modo que não se pode guardá-la como suplemento energético. Uma vez que ela deve ser utilizada como modalidade de despacho de energia aproveitando sua base de sistema possuindo a possibilidade de armazenamento de outros recursos nos reservatórios nos períodos de pico reduzindo a emissão de poluentes das termoelétricas e reduzindo o custo deste suplemento complementar (DEWI, 2002).

Figura 3: Diferentes tipos de hélices:



(Fonte: SANTOS, 2009)

O tipo de aerogerador vai depender de alguns fatores que envolvem as condições climáticas de região a qual a mesma é aplicada de modo que sua aplicabilidade vai depender de categorias do consumo final pois essa tecnologia necessita ser aplicada ao consumo residencial isolado utilizando-se de geradores de potência em torno de um Kwh, porém o atendimento da mesma pode ser em grande escala dependendo da intenção e da necessidade de geração de energia conseguindo atingir valores acima de 100 Kwh. (DEWI, 2002).

Conforme pode-se observar na tabela de potência abaixo segundo Dewey, 2002:

Classificação	Diâmetro (m)	Área (m ²)	Potência, até (kW)
Pequeno	0,0 a 8,0	0,00 a 50,0	20
	8,1 a 11,0	50,1 a 100,0	25
	11,1 a 16,0	100,1 a 200,0	60
Médio	16,1 a 22,0	200,1 a 400,0	130
	22,1 a 32,0	400,1 a 800,0	310
	32,1 a 45,0	800,1 a 1.600,0	750
Grande	45,1 a 64,0	1.600,1 a 3.200,0	1.500
	64,1 a 90,0	3.200,1 a 6.400,0	3.100
	90,1 a 128	6.400,1 a 12.800	6.400

Como todo tipo de coisa no mundo a geração de energia possui seus aspectos positivos e negativos pode-se observar abaixo na tabela de acordo com o Santos, 2009, que a energia eólica possui diversos pontos positivos porém contra pontos negativos, devendo a ressaltar que a mesma apesar de seus pontos negativos ainda é uma fonte de recurso inesgotável que pode ser usado de maneira sustentável e mesmo que haja um grande investimento inicial ao longo dos anos tal investimento pode ser compensado principalmente no que tange há lugares remotos onde não há a possibilidade de utilização de recursos hídricos de geração de energia.

Existe uma característica importante é muito favorável para o investimento neste tipo de tecnologia que são as questões climáticas pois existem regiões que possibilitam uma maior geração de energia devido à quantidade muito alta de ventos permitindo que aspas se movimentem em maior quantidade produzindo maior energia. O potencial de energia eólica no Brasil é mais intenso de junho a dezembro, coincidindo com os meses de menor intensidade de chuvas, ou seja, nos meses em que falta chuva é exatamente quando venta mais! Isso coloca o vento como uma grande fonte suplementar à energia gerada por hidrelétricas, a maior fonte de energia elétrica do país. Durante este período pode-se preservar as bacias hidrográficas fechando ou minimizando o uso das hidrelétricas. O melhor exemplo disto é na região do Rio São Francisco. Por essa razão, esse tipo de energia é excelente contra a baixa pluviosidade e a distribuição geográfica dos recursos hídricos existentes no país.

2.3 BIOMASSA

A biomassa é um termo usado para descrever toda a matéria orgânica produzida por fotossíntese, existente na superfície terrestre, incluindo toda a vegetação, árvores à base de água e terra, e todas resíduos de biomassa, como resíduos sólidos urbanos, biossólidos municipais (esgoto) e resíduos animais (adubos) resíduos florestais e agrícolas, e certos tipos de resíduos industriais (NETO, 2000).

Os mercados de energia do mundo confiaram fortemente nos combustíveis fósseis. A biomassa é o único recurso natural de carbono, contendo energia suficiente para ser usada como substituto dos combustíveis fósseis. Através do processo de fotossíntese, a clorofila das plantas capta a energia do sol convertendo o dióxido de carbono do ar e da água do solo em carboidratos, isto é, compostos complexos, a base de carbono, hidrogênio e oxigênio. Quando esses carboidratos são queimados, eles voltam em dióxido de carbono e água, e liberam a energia do sol (NETO, 2000).

A biomassa funciona como uma espécie de bateria natural para armazenar energia solar. A exploração de energia a partir da biomassa desempenhou um importante papel na evolução da humanidade. Até recentemente foi a única energia explorada de forma útil por humanos, e ainda é a principal fonte de energia para mais da metade da população mundial principalmente com relação as necessidades de energia doméstica (ALVARENGA, 2001).

Uma das formas mais simples de biomassa é um fogo aberto básico usados para fornecer calor para cozinhar, aquecer água ou aquecer o ar em nossa casa. Existem tecnologias mais sofisticadas para extrair essa energia e converte-la em calor útil e de forma eficiente. Em meados dos anos 1800, biomassa, principalmente a da madeira, forneceu mais de 90% da energia americana, a necessidade de combustível, após o que o uso de energia da biomassa começou a diminuir à medida que os combustíveis fósseis se tornaram os recursos energéticos preferidos (ALVARENGA, 2001).

Esta eventualidade de combustível fóssil e o impacto adverso do fóssil e o consumo de combustível no meio ambiente deverá ser conduzido para que se estimulem a transformação da biomassa em um dos recursos energéticos dominantes (ALVARENGA, 2001).

Ao contrário dos combustíveis fósseis, a biomassa é renovável no sentido de que apenas um curto período de tempo é necessário para substituir o que é usado como um recurso energético. A biomassa também é a única energia renovável que libera dióxido de carbono em uso. No entanto, a liberação é compensada pelo fato de que a biomassa aumentou o dióxido de carbono da atmosfera para armazenar energia durante fotossíntese. Se o recurso de biomassa estiver sendo usado de forma sustentável, não há emissões líquidas de carbono ao longo do tempo (ALVARENGA, 2001).

A biomassa pode ser convertida em energia térmica, líquido, sólido ou combustíveis gasosos e outros produtos químicos através de uma variedade de processos de conversão. A tecnologia da biomassa é comprovada através opções de geração de eletricidade nos Estados Unidos, chegando até a 10w com capacidade instalada. Toda a capacidade atual é baseada em tecnologia madura e de combustão direta. A eficiência futura com relação as melhorias incluíram o co-disparo de biomassa em caldeiras à carvão e a introdução de alta eficiência gaseificação, sistemas de ciclo combinado, sistemas de células de combustível e Sistemas modulares (NETO, 2000).

Geralmente, as tecnologias proeminentes de biomassa são compostas de combustão direta, co-queima, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica e fermentação. A Combustão direta é talvez o método mais simples de extrair energia de biomassa. Através de instalações industriais de combustão de biomassa podendo queimar muitos tipos de combustíveis de biomassa, incluindo madeira, resíduos agrícolas, licor de polpação de madeira, resíduos sólidos urbanos, e combustível derivado de resíduos. A biomassa é queimada para produzir vapor, o vapor gira uma turbina e a turbina conduz um gerador produzindo eletricidade. Por causa da acumulação potencial de cinzas apenas certos tipos de materiais de biomassa são usados para combustão (NETO, 2000).

A Gasificação é um processo que expõe um combustível sólido a alta temperatura e oxigênio limitado, para produzir um combustível gasoso. O gás produzido pelo processo como mostrado. O gás é usado para gerar uma alta eficiência, turbina a gás de ciclo combinado. A gasificação tem várias vantagens sobre a queima de combustível sólido. Um é conveniência - um dos gases resultantes, o metano, pode ser tratado de forma semelhante ao gás natural, e usado para o mesmo propósito. (NETO, 2000).

A pirólise representa o aquecimento da biomassa para afastar a matéria volátil e deixar para trás o carvão. Esse processo dobrou a densidade de energia do material original

porque o carvão, que é metade do peso da biomassa original, contém a mesma quantidade de energia, tornando o combustível mais transportável. O carvão também queima uma temperatura muito maior do que a biomassa original, tornando-se mais útil para os processos de fabricação. As técnicas de pirólise mais sofisticadas são desenvolvidas recentemente voláteis coletivos que de outra forma estão perdidos para o sistema. (ALVARENGA, 2001).

Os voláteis coletados produzem gás que é rico em hidrogênio (combustível potencial) e monóxido de carbono. Esses compostos foram sintetizados em metano, metanol e outros hidrocarbonetos. O calor é usado para converter quimicamente biomassa em pirólise oleosa. O óleo, que é mais fácil de armazenar e transportar do que o material sólido de biomassa é queimado como petróleo para gerar eletricidade (NETO, 2000).

A pirólise também pode converter biomassa em óleo de fenol, um produto químico usado para fazer adesivos de madeira, plásticos moldados e isolamento de espuma. A biomassa digestiva funciona utilizando bactérias anaeróbicas. Estes micro-organismos geralmente vivem no fundo de pântanos ou em outros lugares onde não há ar, consumindo materiais orgânicos mortos para produzir metano e hidrogênio. Nós colocamos essas bactérias para trabalhar para nós. Ao alimentar a matéria orgânica, como o esterco animal ou o esgoto humano em tanques, chamados digestores e bactérias, recolhemos o gás emitido para usar como energia elétrica (NETO, 2000).

Este processo é um meio muito eficiente de extrair energia utilizável a partir dessa biomassa. Geralmente, podem ser recuperados até dois terços da energia do combustível do esterco animal. Outra técnica relacionada é coletar gás metano dos locais de lavagem. A grande proporção de resíduos de biomassa doméstica, como pedaços de cozinha, grampeamento e poda, acaba com a ponta local (ALVARENGA, 2001).

Durante um período de várias décadas, bactérias anaeróbicas na parte inferior de tais dicas podem decomposição constante da matéria orgânica e emitir metano. O gás pode ser extraído e usado ao limitar um aterro sanitário com uma camada impermeável de argila e, em seguida, inserir tubos perfurados que coletam o gás e levam para a superfície fermentação durante séculos, as pessoas usaram leveduras e outros microrganismos para fermentar o açúcar de várias plantas de intoxanol. A produção de combustível a partir de biomassa por fermentação é a extensão de este processo, embora possa ser utilizada uma

gama mais ampla de materiais vegetais de cana-de-açúcar para fibra de madeira (ALVARENGA, 2001).

A fermentação durante séculos, as pessoas usaram leveduras e outras micro-organismos para fermentar o açúcar de várias plantas em etanol. Produzir combustível a partir de biomassa por fermentação é apenas uma extensão deste processo, embora uma gama mais ampla de plantas. O material de cana-de-açúcar para fibra de madeira pode ser considerado como um avanço tecnológico que irá inevitavelmente melhorar o processo aumentando consideravelmente a eficiência através da qual os resíduos de papel e outras formas de madeira contendo fibras possa virar etanol (NETO, 2000).

Os biocombustíveis é a biomassa é convertida em combustíveis de transporte, como etanol, metanol, biodiesel e aditivos para reformular a gasolina. Os biocombustíveis são usados na forma pura ou misturados com Gasolina. O Etanol é o biocombustível mais usado, é feito por fermentação da biomassa em um processo semelhante ao da cerveja. Atualmente, a maioria dos 1,5 bilhões de galões de etanol são utilizados nos EUA cada ano e são feitos de milho e misturados com gasolina para melhorar o desempenho do veículo e reduzir a poluição do ar (NETO, 2000).

O metanol é derivado de biomassa sendo produzido através de gaseificação. A biomassa é convertida em um gás de síntese (gás de síntese) que é processado em metanol. A maioria dos 1,2 bilhões de galões de metanol produzidos anualmente nos EUA são feitos de gás natural sendo usados como solventes, anticongelantes ou para sintetizar outros produtos químicos. Cerca de 38% são usados para transporte como mistura ou em gasolina reformulada. O biodiesel é feito de óleos e gorduras encontrados em microalgas e outras plantas, é substituído ou misturado com o combustível diesel (ALVARENGA, 2001).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais e o maior exportador de etanol. Atualmente, o etanol brasileiro representa a melhor e mais avançada opção para a produção sustentável de biocombustíveis em larga escala no mundo. O País é o candidato natural a liderar a produção economicamente competitiva e a exportação mundial porque tem o menor custo de produção e o maior rendimento em litros por hectare. Em relação ao meio ambiente, o etanol reduz as emissões de gases de efeito estufa em cerca de 90% e a poluição atmosférica nos centros urbanos. Além disso, produção tem baixo consumo de fertilizantes e defensivos e apresenta níveis relativamente baixos de perdas do solo. O

Brasil utiliza o etanol como aditivo da gasolina desde a década de 1920. Oficialmente, o combustível produzido a partir da cana-de-açúcar foi adicionado à gasolina a partir de um decreto assinado em 1931. Entretanto, somente com a criação do programa Proálcool, em 1975, é que o Brasil estabeleceu definitivamente a indústria do etanol combustível. Os investimentos nos veículos flexfuel e o fortalecimento da cadeia produtiva levaram a um grande crescimento no mercado doméstico de etanol, invertendo a tendência de queda do consumo de etanol ainda na Safra 2003/2004 (PORTAL BRASIL, 2011).

Boa parte da lenha extraída no País é transformada em carvão vegetal, um produto mais nobre e com maior concentração de carbono. O Brasil é a única nação no mundo que faz uso extensivo do carvão vegetal na indústria siderúrgica. O carvão vegetal é usado na siderurgia como fonte de calor e como redutor do minério de ferro. O Brasil é o maior produtor mundial de gusa via carvão vegetal. Cerca de 60% dessa gusa produzido é exportado. Devido às características do carvão vegetal, de baixos teores de enxofre e cinza, a gusa produzida é de melhor qualidade do que aquela produzido via carvão mineral. Para uma produção de uma tonelada de gusa, são necessários cerca de três metros cúbicos de carvão - 3 mdc. Boa parte do carvão é proveniente de desmatamentos, legais ou ilegais. Para atender a demanda de carvão até 2.020 seria necessário um reflorestamento de 1,5 a 2 milhões de hectares (PORTAL BRASIL, 2011).

2.4 DADOS DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO

O Plano Nacional de Energia (PNE) e os Planos Decenais de Expansão de Energia representado pelo PNE 2030 que executa um exercício pioneiro de planejamento energético no Brasil é o primeiro estudo de longo prazo orientado para o exame integrado dos usos dos recursos energéticos realizado no âmbito do governo brasileiro, tendo sua elaboração sido conduzida pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), associada ao Ministério de Minas e Energia.

O principal objetivo do PNE consiste em oferecer a fundamentação para uma estratégia de expansão da oferta de energia no Brasil, com o horizonte de 2030, de modo a atender perspectivas de demanda compreendidas a partir de quatro cenários. O PNE 2030 tem a intenção de, à longo prazo, alcançar a sustentabilidade e a integração dos recursos disponíveis. Portanto segundo o EPE (2007) observa-se que os estudos desenvolvidos para o PNE 2030 podem ser agrupados em quatro grandes módulos:

- O primeiro é o módulo macroeconômico, que inclui a formulação de cenários de longo prazo para as economias mundial e brasileira. A consistência das trajetórias associadas a cada cenário foi verificada pela aplicação de um modelo adaptado do Banco Mundial, sendo que os principais elementos que caracterizam os cenários são oferecidos exógeno;
- O segundo é o módulo de demanda, que inclui o estabelecimento de hipóteses setoriais, demográficas e objetivos de conservação de energia. O resultado são projeções do consumo final de energia.
- O terceiro é o módulo da oferta, que é constituído de um estudo de recursos energéticos, envolvendo questões atinentes à tecnologia, aos preços, ao meio ambiente, à avaliação econômica da competitividade das fontes, e aos impactos da regulação. Daí, são formuladas alternativas para a expansão da oferta de energia para atender à demanda esperada.
- O quarto e último módulo inclui os estudos finais, que compreendem a integração entre oferta e demanda, realizada com auxílio do Modelo MESSAGE, desenvolvido pela International Atomic Energy Agency (AIEA).

De acordo com o PNE 2030, o Brasil apresenta uma produção de biomassa com enorme potencial de aproveitamento, tanto para energia elétrica, como para outras formas de produção de energia derivadas da biomassa celulósica. Além disso, o Plano destaca que é significativo o potencial, em termos das opções economicamente viáveis de desenvolvimento de rotas tecnológicas de recuperação e transporte da biomassa residual da cultura da cana-de-açúcar podendo desempenhar, em futuro próximo, papel fundamental em termos energéticos (EPE, 2007).

No país, a produção de eletricidade a partir da biomassa da cana é de 2.822 MW, representando aproximadamente 14% da capacidade termelétrica atual do país (EPE, 2007).

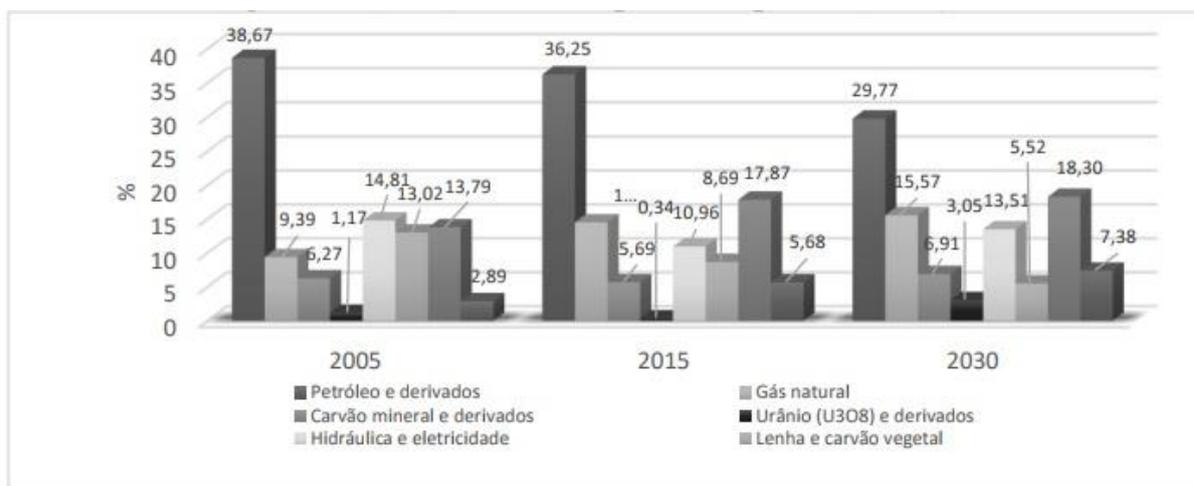
Tabela 1: Perspectivas da matriz primária a partir do PNE 2030: diagnóstico (2007), 2015 e expansão esperada (2030).

	2005	2015	2030
Petróleo e derivados	38,67%	36,25%	29,77%
Gás natural	9,39%	14,52%	15,57%
Carvão mineral e derivados	6,27%	5,69%	6,91%
Urânio (U3O8) e derivados	1,17%	0,34%	3,05%
Hidráulica e eletricidade	14,81%	10,96%	13,51%
Lenha e carvão vegetal	13,02%	8,69%	5,52%
Cana-de-açúcar e derivados	13,79%	17,87%	18,30%
Outras fontes primárias renováveis	2,89%	5,68%	7,38%

(Fonte: Balanço energético EPE, 2016)

Além disso, o PNE 2030 evidencia que no Brasil não há o aproveitamento da palha da cana-de-açúcar para a geração de biomassa (dados de 2007). Porém estima-se que em 2030, aproximadamente 20% da palha seja recuperada para compor a oferta de biomassa da cana para fins energéticos, proporcionando uma oferta adicional de 31,9 milhões de toneladas de biomassa em base seca contabilizando um total de 185,8 milhões de toneladas de biomassa ofertada no país.

Gráfico 1: Perspectivas para as fontes renováveis na matriz primária a partir do PNE 2030: diagnóstico (2007), 2015 e expansão esperada (2030)



(Fonte: Balanço energético EPE, 2016)

Segundo o MME a predominância de fontes renováveis na matriz energética brasileira se manteve estável no ano de 2017, com a participação de 43,8% do total. O desempenho reflete as transformações ocorridas no setor energético nacional, que tem incentivado tanto o crescimento dessas fontes quanto a diversificação da matriz nos últimos anos. Conforme Boletim Mensal de Energia datado de janeiro de 2017, disponibilizado pelo Ministério de Minas e Energia.

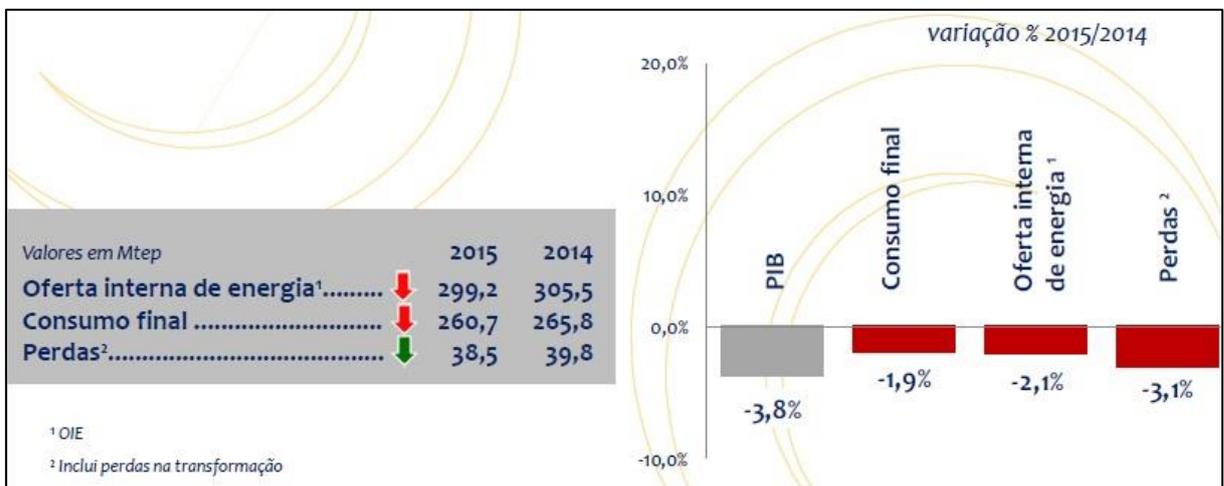
Com relação à oferta interna de energia elétrica o subconjunto da matriz energética através de proporções renováveis teve uma significância considerável chegando a 83,3% onde o indicador através do mundo era 24,1%, de modo que estimou-se que a energia hidráulica continuasse sendo importante na matriz elétrica em 2017, conforme foi sendo então responsável por 67,9% do percentual inferior ao verificado em 2016 que era de 68,6%, essa redução da fonte hídrica seria compensada por bons desempenhos de outras fontes renováveis como a eólica e a biomassa, de modo que a eólica devesse passar de uma proporção de 5,3% para 6,5% e a biomassa de 8,8% para 9% de 2016 para 2017. Já

a produção de petróleo a partir de janeiro de 2017 cresceu 15,3% que foi igual ao mesmo mês de 2016, mantendo assim seu desempenho e a taxa de crescimento estagnado de modo que se entende que houveram variáveis com relação aos conjuntos energéticos renováveis no Brasil de acordo com o boletim das minas de energia, (2017).

2.5 COMPARAÇÃO ENTRE A TERORIA E A PRÁTICA

De acordo com o gráfico abaixo observa-se que a oferta de energia interna cai mais que o consumo final, reduzindo as perdas nas transformações decorrentes da queda da geração térmica a óleo diesel, óleo combustível e incremento da geração eólica.

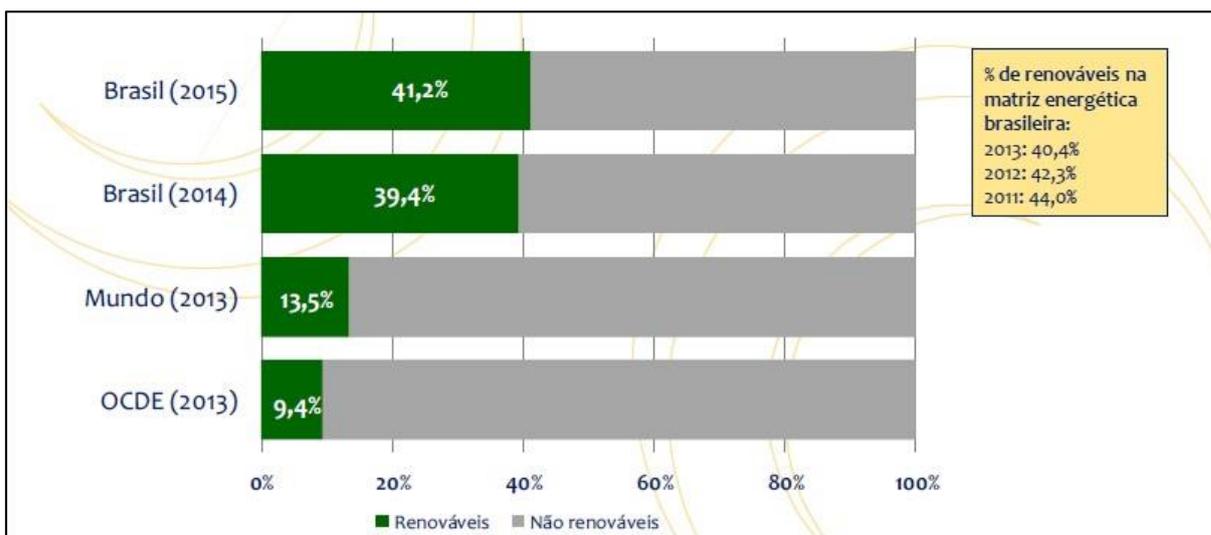
Figura 4: Oferta e consumo de energia no Brasil



(Fonte: BEN, 2016)

A participação dos renováveis em 2015 de acordo com a Matriz Energética Brasileira se manteve entre as mais elevadas do mundo, com relação ao pequeno crescimento devido a queda da oferta interna de petróleo e derivados chegando a 7,2%.

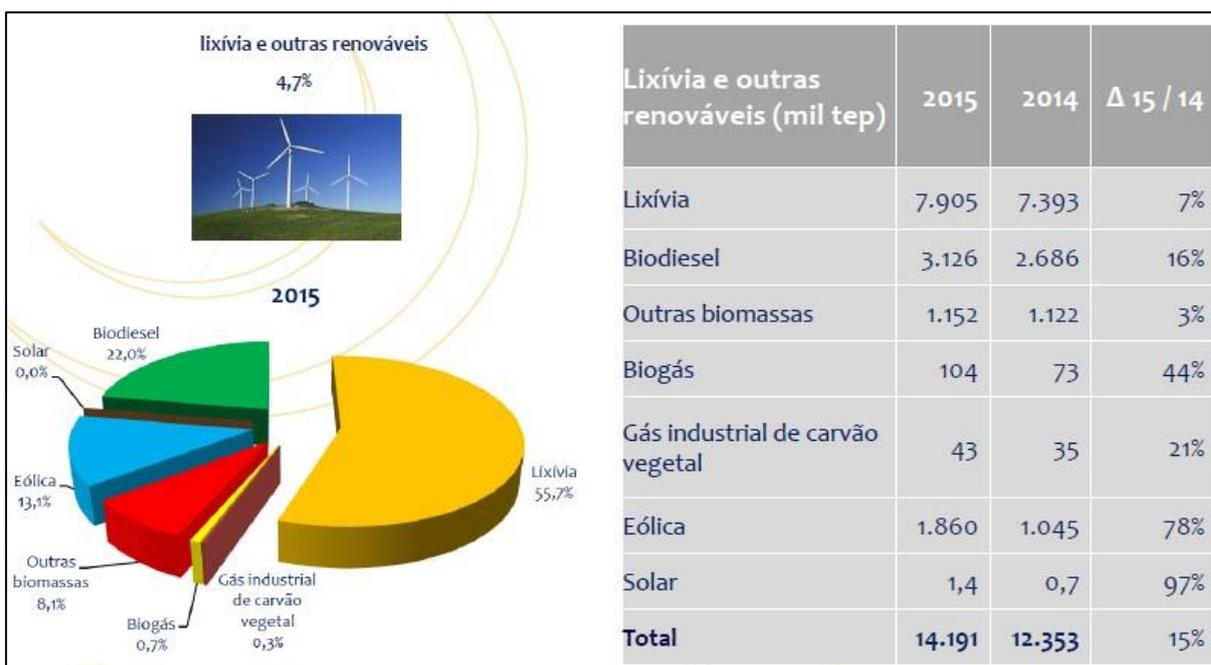
Figura 5: Participação dos renováveis na Matriz Energética



(Fonte: BEN, 2016)

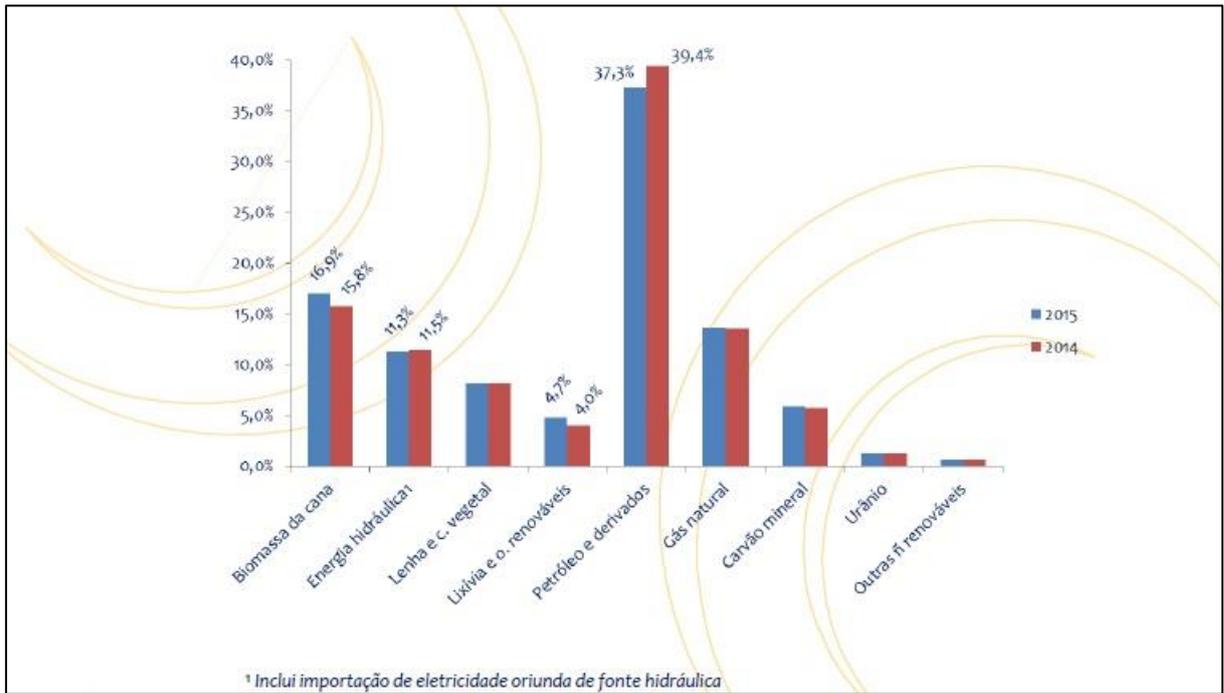
Nas figuras de 6 a 10 se percebe com maior clareza a repartição do consumo dos renováveis no Brasil, bem como suas variações, porcentagem de ofertas internas e pôr fim a quantidade utilizada no Brasil.

Figura 6: Repartição de 'Lixívia e outras renováveis'



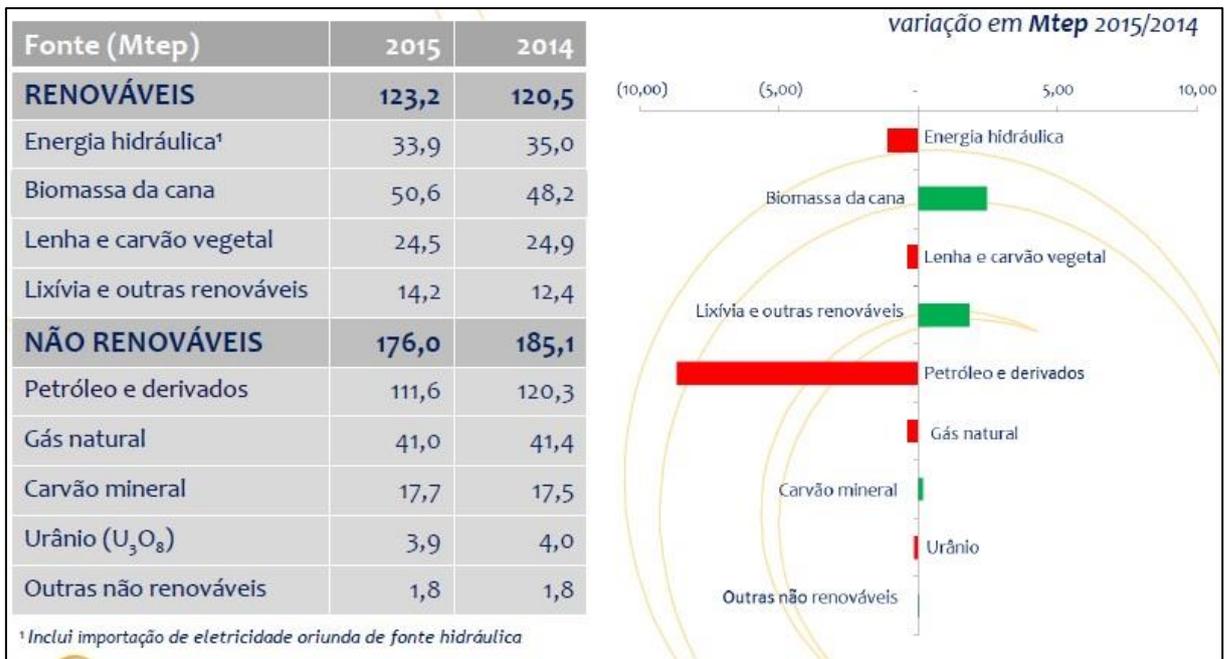
(Fonte: BEN, 2016)

Figura 7: Variação da repartição da OIE



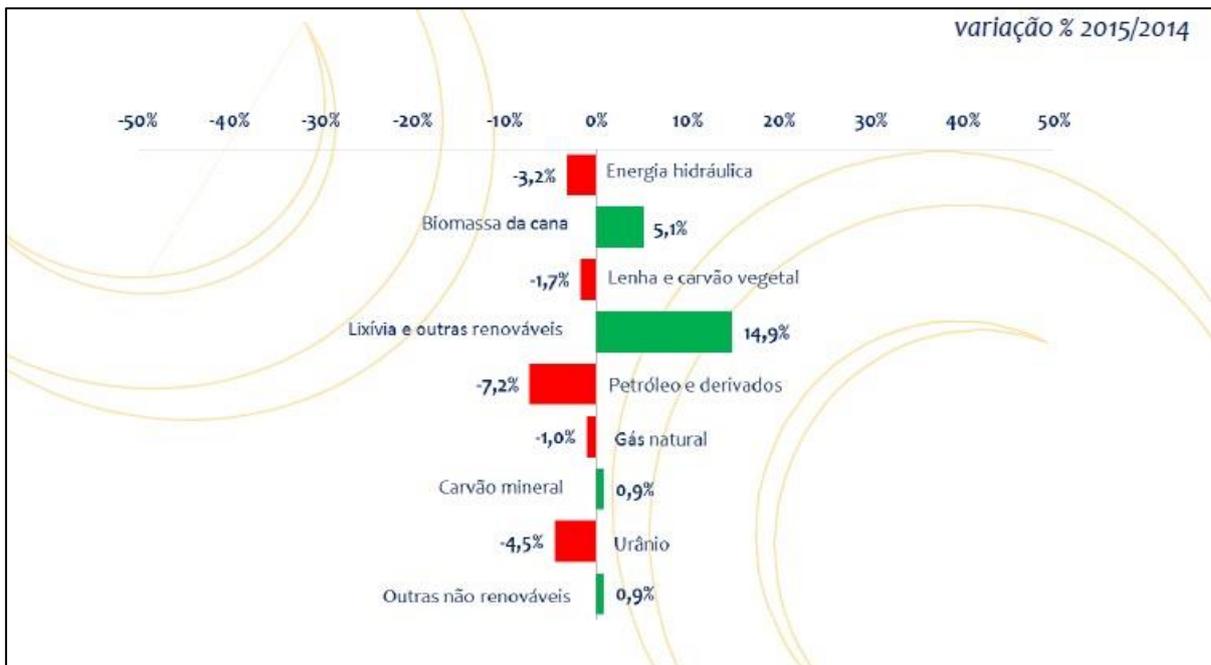
(Fonte: BEN, 2016)

Figura 8: Oferta interna de energia 2015/2014



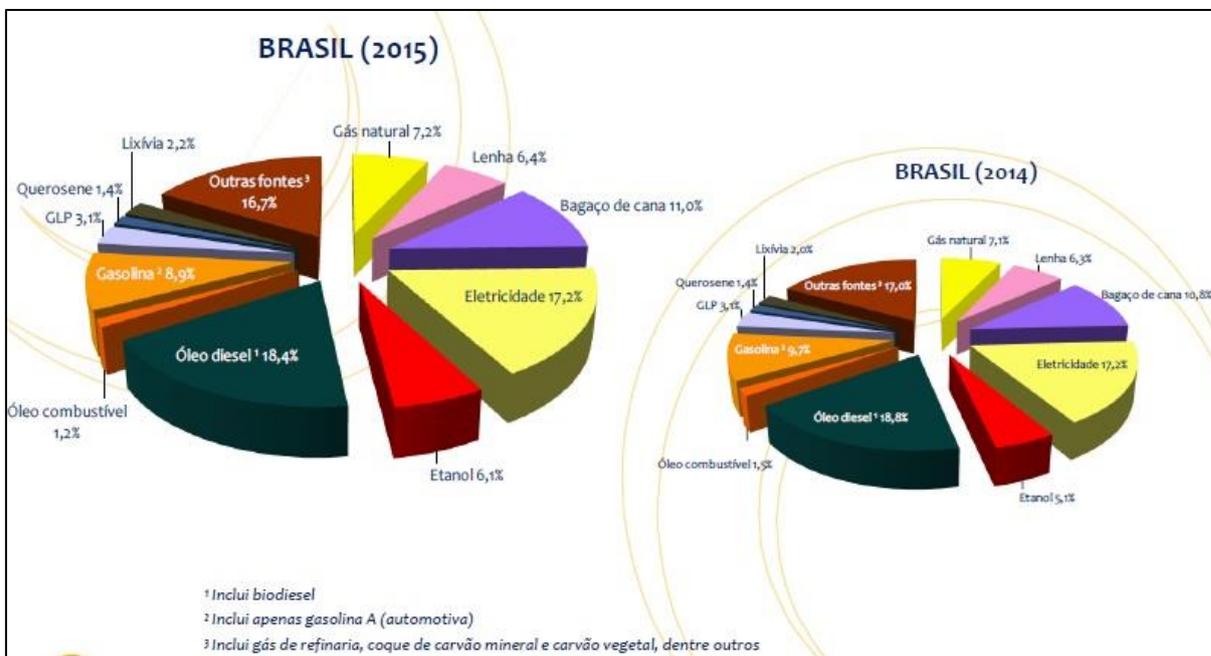
(Fonte: BEN, 2016)

Figura 9: Oferta interna de energia - variação %



(Fonte: BEN, 2016)

Figura 10: Consumo final de energia por fonte



(Fonte: BEN, 2016)

De acordo com as figuras observa-se que apesar de a energia renovável mais recomendada para o Brasil devido aos altos custos ela ainda não representa a totalidade de utilização

com relação à produção energética do país conforme observado no relatório Energético Nacional de 2016.

3 CONCLUSÃO

Atualmente vive-se um período onde a palavra preservar virou uma ordem mundial, o planeta vem sofrendo com o mal uso dos recursos naturais, desta forma vem sendo criados diversos tipos de soluções sustentáveis e renováveis contendo uma diminuição drástica no que tange a depredação do meio ambiente, desta forma o uso da energia solar vem sendo implantada em vários lugares, em prol da diminuição do consumo tradicional de energia, adotando assim um planejamento energético através de sistemas renováveis de energia apesar de mais indicado para o meio ambiente ainda necessitam de investimentos elevados no que se refere a montagem e a implantação dos mesmos.

Embora os mesmos não necessitem de tanta manutenção, entende-se que devem ser feitas de forma periódica, pois é fundamental que tudo esteja em plena ordem para que haja a potência total de todos os componentes gerando assim um funcionamento coeso. Os referidos sistemas não agridem o meio ambiente por se tratarem de fontes inesgotáveis de energia, e os produtores dos componentes que nele são utilizados se preocupam com o meio ambiente tomando assim todo o cuidado para que não haja danos ambientais.

Percebeu-se ao longo deste estudo que o governo e órgãos competentes vêm se mobilizando para fazer com que esses sistemas sejam implantados nos próximos anos, a custos mais acessíveis, porém isso ainda ficará para um futuro ainda remoto, ainda que seja tão benéfico ao meio ambiente.

Como forma de colaborar para trabalhos futuros que tenham as energias renováveis bem como o planejamento como tema central, de modo a ser alcançado um maior desenvolvimento desta tecnologia, recomenda-se que sejam realizadas pesquisas mais aprofundadas sobre as técnicas de redução de custos para a implantação dos sistemas de geração de energia renovável.

Outra recomendação que se faz é a pesquisa acerca da superação dos desafios técnicos gerados na produção da energia renovável, através de mecanismos como o incentivo da produção energética em larga escala.

Outro ponto a ser aqui apontado, é a necessidade de estudos mais aprofundados acerca da facilitação de recursos para implantação dos sistemas de captação de energias renováveis em prol do bem-estar do planeta.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Carlos Alberto. **Biomassa**, Lavras: Gráfica Universitária/ UFLA/FAEPE, 2001.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2016) Matriz Energética Nacional 2016 - Ano Base 2016**. Empresa de Pesquisa Energética – Brasília: MME: EPE, 2016. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/downloads/MatrizEnergeticaBase2015.xlsx>> Acesso em: 03 abr. 2018

ANDRADE, José C. S. **Crescimento através da sustentabilidade ambiental e global: Desenvolvimento Sustentado e Competitividade - Tipos de estratégias ambientais empresariais**. TECBAHIA - Revista Baiana de Tecnologia, Camaçari, v.12, n.2, maio/ago.1997. Disponível em: <<http://disciplinas.adm.ufrgs.br/jaragua/bibliograf/54.pdf>>. Acesso em 03 abr. 2018

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração Distribuída**, 22 mar 2016 Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false> Acesso em: 03 abr. 2018.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**, 1998 Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)> Acesso em: 03 abr. 2018.

BNE - **Balanço Energético Nacional**. 2016. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%20adntese%20do%20Relat%20b3rio%20Final_2016_Web.pdf> Acesso em: 03 abr. 2018.

CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Subsídio para a tomada de decisão**. Série documentos técnicos 2, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília – DF, 2010;

CHUCO B. **Otimização de operação em sistema isolado fotovoltaico utilizando técnicas de inteligência artificial.** UFMS, Campo Grande, 2007;

CORA, E. E. S. **Geração Distribuída Aspectos Tecnológicos Ambientais e Institucionais**, 1ª Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2006;

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Energia Solar: Princípios e Aplicações.** Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 03 abr. 2018;

DEMONTI R. **Sistema de coogeração de energia a partir de painéis fotovoltaicos.** UFSC, Florianópolis, 1998.

DEWI – **Instituto Alemão d Energia Eólica.** Wind resources Assessment Techniques. Course, Alemanha, 2002.

EPE - **Empresa de Pesquisa Energética**, 20 out 2011. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Balan%C3%A7o%20Energ%C3%A9tico%20Nacional%20E2%80%93%20BEN/Estudos_13.aspx?CategoriaID=347> Acesso em 03 abr. 2018.

FIorentino J. J.; SERAPHIM O. J. **Análise da eficiência de módulos fotovoltaicos instalados em condições normais de operação.** Botucatu, 2005.

FRAGA, J. R. C. P. **Análise do comportamento da bateria utilizada em sistemas fotovoltaicos de pequeno porte.** UNESP, São Paulo, Botucatu, 2009.

GUERRA, J. B. S. O. A; YOUSSEF A. Y. **As Energias Renováveis no Brasil: entre o mercado e a universidade.** Palhoça: Unisul, 2011.

GTES, Grupo de Trabalho de Energia Solar - **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Ed. Especial PRC - PRODEEM, Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9754>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

LEITE, A. D. **A Energia do Brasil**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Lexikon Editorial, 2014.

NAKABAYASHI, R. **Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Viabilidade Econômica**. Tese de Mestrado, Instituto de Energia e Ambiente da USP, São Paulo, 2015;

NETO, Pedro Alexandrino Bispo. **Biomassa energia renovável**, Lavras: Gráfica Universitária/ UFLA/FAEPE, 2000.

OLIVEIRA, S. H. F. **Geração distribuída de eletricidade: inserção de edificações fotovoltaicas conectadas à rede no estado de São Paulo**. Tese (Doutor em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/lfs/sites/default/files/Doutorado_Sergio_Ferreira_Oliveira.pdf> Acesso em: 03 abr. 2018;

PORTER, M. E. **Competição: Estratégias Competitivas Essenciais**. Tradução por: Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro. Campus. 1999

PORTAL BRASIL - **País revoluciona o uso e a produção de biocombustível**. 14/12/2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/pais-revoluciona-o-uso-e-a-producao-de-biocombustivel>> Acesso em: 03 abr. 2018.

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO ENERGETICO [SBPE]. **Uma revisão crítica do atual planejamento da expansão do setor elétrico** – Banco de Informações de Geração. Disponível em: <<http://new.sbpe.org.br/artigo/uma-revisao-critica-atual-planejamento-da-expansao-setor-eletrico-brasileiro/>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

SISTEMA MAXWELL PUC, Rio de Janeiro. **Um breve histórico do setor elétrico brasileiro**. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/13064/13064_3.PDF>. Acesso em: 03 abr. 2018.

TOLMASQUIM, M. T. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. CENERGIA, Rio de Janeiro, 2013;

VILLALVA, M. G. **Energia solar Fotovoltaica – Conceitos e Aplicações**. 2ª Ed. Érica – Saraiva. São Paulo, 2015.