



**MARCOS SOARES FERREIRA
EVERTON CARLOS MARTINS TEIXEIRA**

**A ENERGIA FOTOVOLTAICA NA PRESERVAÇÃO
DO MEIO AMBIENTE**

BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DOCTUM- MINAS GERAIS

2015



**MARCOS SOARES FERREIRA
EVERTON CARLOS MARTINS TEIXEIRA**

A ENERGIA FOTOVOLTAICA NA PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Monografia apresenta à banca examinadora da faculdade de Engenharia Elétrica do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em engenharia elétrica.

Orientador: Joildo Fernandes Costa Junior

**DOCTUM – CARATINGA
2015**

“A natureza usa a energia Solar a milhares de anos, e bem usada, só a raça humana ainda não conseguiu, usar em toda sua possibilidade.”

Cello Vieira

A Deus e nossos familiares pelo apoio prestado
sempre

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades. A esta faculdade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presente.

Ao nosso orientador joildo, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos e aos nossos professores que tivemos ate aqui.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa é de trazer a tona sobre uma fonte de energia renovável não poluidora que poderá ser mais que uma alternativa nos próximos anos, a fonte de energia estudada foi o Sistema Fotovoltaico, mostrando que é viável para todo o Brasil em todos os tipos de construções. Destacando a instalação da microgeração distribuída com energia solar fotovoltaica conectada à rede regulamentada pela ANEEL para todo o país. Além disso, a energia fotovoltaica é importante para a preservação do meio ambiente, por ser considerada uma espécie de energia limpa, contribuindo para a preservação do meio ambiente para essa e futuras gerações.

Palavras-chave: Energia solar. Painel fotovoltaico. Sol.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....	18
FIGURA 2	38
FIGURA 3	39

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1-O MEIO AMBIENTE E AS ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	11
1.1 A necessidade de manutenção de um meio ambiente devidamente equilibrado	11
1.2 As alternativas de produção de energia.....	14
2- A DEMANDA E GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL.....	22
2.1- Crescimento da demanda de energia no Brasil e ofertas de geração	22
2.2- Legislações para geração distribuídas no Brasil	25
3-SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAÍCO.....	27
3.1- Custo/ benefício oriundos da implantação do sistema fotovoltaico.....	28
3.2- Preservação do meio ambiente por meio da geração de energia pelo sistema fotovoltaico.....	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS.....	49

INTRODUÇÃO

A busca pela diversificação da matriz elétrica remete a um novo paradigma energético, representado pela introdução de algumas tecnologias renováveis que tornam-se mais viáveis na medida em que se expandem.

Essa viabilidade se conquista não só pela redução dos custos proporcionada pelos ganhos de escala, mas também pelo avanço tecnológico. Além disso, observa-se que o modelo de geração de energia elétrica a partir dos combustíveis fósseis, e até mesmo de grandes hidroelétricas, encontra-se em fase de plena maturidade.

O segmento da indústria que atinge essa fase cresce pouco em relação ao passado e seus ganhos tecnológicos são apenas incrementais. Interessa, portanto, aos formadores de políticas introduzirem, ao lado dessa indústria e sem comprometer sua robustez e baixo custo, uma opção de grande potencial de crescimento e que sirva como novo motor da economia, promovendo o uso de vetores energéticos modernos e sustentáveis, novas fronteiras de investimento industrial e de geração de empregos e novas linhas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Esse é particularmente o caso de países como o Brasil, que se encontra em pleno desenvolvimento, ou de países já desenvolvidos que buscam manter-se na liderança. Sendo a indústria fotovoltaica relativamente nova, apresenta muitas oportunidades de aprimoramento, desde o processo de manufatura da matéria prima até a fabricação dos componentes, além de um inerente processo de capacitação em recursos humanos com a formação de profissionais qualificados, gerando toda uma cadeia produtiva de alta tecnologia, que inclui não só a indústria de Silício, lâminas, células e módulos fotovoltaicos, mas também a de equipamentos auxiliares como inversores e controladores de carga, além de todo um conjunto de fornecedores de equipamentos e insumos.

A tendência natural é a queda dos preços dos componentes por conta da evolução tecnológica e dos ganhos de escala, que apontam para o momento em que será uma opção para alguns consumidores instalar um sistema fotovoltaico no telhado da sua residência ou comprar energia convencional.

A tarifa da energia convencional, ao contrário, tende a subir em função de suas localizações cada vez mais distantes dos centros de carga e da necessidade de se recorrer a termoelétricas, cujo combustível também tende a subir de preço. Torna-se necessário, portanto, uma discussão estratégica, no âmbito governamental, com a finalidade de estabelecer uma proposta objetiva de incentivos econômicos à inserção da tecnologia solar fotovoltaica conectada à rede.

Além do mais, a preservação do meio ambiente é algo que deve acontecer em todos os âmbitos, sobretudo quando se fala em produção e consumo de energia elétrica, porque a escassez de água e todo o prejuízo causado ao meio ambiente faz com que se busque alternativas para a produção dessa energia e a fotovoltaica se apresenta como principal delas ante não somente a preservação ambiental, mas, também o custo/benefício apresentado ao consumidores.

Esse é o objetivo principal dessa pesquisa que pretende não apenas demonstrar que vale ao consumidor a energia fotovoltaica, como a preservação do meio ambiente que essa proporciona não apenas para essa, como para as futuras gerações.

1-O MEIO AMBIENTE E AS ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

1.1 A necessidade de manutenção de um meio ambiente devidamente equilibrado

O direito ao meio ambiente, é voltado para toda comunidade, sendo protegido e reconhecido como um direito difuso, já que diz respeito a todos e é um direito humano fundamental.

Estamos diante de um direito, aquele voltado para toda a coletividade, dentro do prescrito pela Constituição da República em seu artigo 225 em existindo alguma lesão, ainda que aparentemente insignificante, torna-se significativa, porque aparenta o equilíbrio do meio ambiente.

Considerando a natureza jurídica do meio ambiente, o dano ambiental não faz parte da manutenção do meio ambiente devidamente equilibrado, sendo, o dano ambiental revestido de particularidades que são suas, os distinguem dos danos individuais.

A partir do momento que se tem a degradação em sede ambiental, é complexo, senão inexecutável, conseguir fazer a identificação de quem irá suportar seus efeitos. Nesse intento, é possível afirmar que o dano ao meio ambiente toma uma dimensão coletiva, tem a faculdade conseguir número genérico de pessoas.

Não obstante, sobressalte-se que não se trata apenas diminuir os impactos ambientais existentes, como ocorre, por exemplo, com os recursos naturais seguindo, como já demonstrado o mandamento constitucional de um meio ambiente devidamente equilibrado não apenas para essa, mas, igualmente para as gerações futuras sem que haja nenhum tipo de comprometimento para essas.

O legislador constituinte reconheceu expressamente o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (artigo 225, *caput*),⁹ de terceira dimensão, pois coletivo, transindividual, com aplicabilidade imediata, vez que sua incidência independe de regulamentação. O bem ambiental é autônomo, imaterial e de natureza difusa, transcendendo à tradicional classificação dos bens em públicos (das pessoas jurídicas de direito público) e privados, pois toda a coletividade é titular desse direito (bem de uso comum do povo). Assim sendo, o meio ambiente ecologicamente equilibrado foi afetado ao uso comum do povo, não podendo ser desafetado (ou destinado), sob pena de violação

constitucional. O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é formalmente e materialmente fundamental, pois além de estar previsto na Lei Maior (aspecto formal), é condição indispensável para a realização da dignidade da pessoa humana (aspecto material), fonte da qual provêm todos os direitos fundamentais.¹

Seguindo esse raciocínio a qualidade do meio ambiente sempre é afetada, por isso é indispensável a preservação da qualidade ambiental. Em se tratando de um direito constitucional o direito ao meio ambiente devidamente equilibrado, segundo o autor acima citado, possui algumas características, as saber:

Como direito fundamental que é, possui as seguintes características:

- Historicidade (decorre de conquistas por lutas dos povos em prol da defesa do meio ambiente);
- Universalidade (são dirigidos a toda a população mundial, muito embora exista variações entre as legislações das nações);
- Irrenunciabilidade (o povo não poderá abrir mão do direito ao equilíbrio ambiental);
- Inalienabilidade (está fora do comércio);
- Imprescritibilidade (não prescrevem pelo não exercício).²

Nesse contexto, a Lei n.º 6.938/81, em seu artigo 3º, II, expressa, de forma clara o que vem a ser o dano ambiental. Como se segue: “degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”. Isso se dá devido ao fato de se fazer necessário uma explicitação de que toda e qualquer alteração no meio ambiente é danosa.

Não ha conceito legal de dano ao meio ambiente, mas a Lei n. 6.938/81 traz a definição de *degrada*. O — como “a alteração adversa das características do meio ambiente” (art. 3a, II) — e poluição — como “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas as atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e e) lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos” (art. 3a, III). Degradação, portanto, e o gênero, e refere-se a qualquer alteração adversa do meio ambiente; poluição e espécie, e consiste na degradação causada pelo homem.³

Quando se refere a dano ambiental, percebe-se que se encontra composta de valores diferenciados, que podem demonstrar ações que causam malefícios ao

¹ AMADO, Frederico **Direito Ambiental Esquematizado** 5 ed, Método: Saraiva, 2014, p.50

² AMADO, Frederico **Direito Ambiental Esquematizado** 5 ed, São Paulo: Método, 2014, p.50

³ PILATI, Luciana Cardoso **direito Ambiental Simplificado** São Paulo: Saraiva, 2010, p. 61

meio ambiente e outras, ainda os efeitos que tal alteração originam na saúde das pessoas e em seus interesses.

Desta feita, dano ambiental significa, num primeiro momento, uma alteração indesejada ocasionada ao meio ambiente. Assim sendo, quando se tem uma lesão ao meio ambiente que prejudica a todos, como, por exemplo, o aquecimento global que causa prejuízos a toda coletividade em poder usufruir de um meio ambiente devidamente equilibrado, é possível afirmar que houve um dano ambiental.

Conceituando o dano ambiental Luciana Cardoso Pilati expressa o que se segue:

O dano ambiental e, na maioria das vezes, um dano complexo, pois, além da dificuldade ou, ate mesmo, da impossibilidade de recomposição do seu estado anterior (*status quo ante*), o dano ao ambiente apresenta particularidades temporais (intervalo entre a causa e a manifestação do dano), espaciais(efeitos transfronteiricos) e causais (multiplicidade de causadores e cumulatividade de efeitos).⁴

Já um segundo entendimento, pressupõe a dificuldade e prejuízos que versam diretamente na saúde dos seres humanos, como, por exemplo, os altos índices de poluição atmosférica.

Diante disso, não há que se falar em intervenções no meio ambiente inábeis ao comprometimento do equilíbrio ambiental, existe sim aquelas que num primeiro momento não causa prejuízos diretos, o que vem em longo prazo.

Nesse ponto, os danos se classificam entre aqueles que causam prejuízos diretos e aqueles que o dano vem a longo prazo, os chamados reflexos.

O primeiro caso representa o bem ambiental como microbem, em que o dano e individual e de reparabilidade direta. Nessa hipótese, ocorre o *dano individual ambiental ou reflexo*, em que a agressão a um elemento do meio ambiente resvala no individuo, lesando os seus interesses próprios, relativos ao microbem ambiental. No segundo caso, o bem ambiental e tomado como macrobem e, portanto, e reparável indiretamente. Vale dizer, a reparação refere-se ao bem ambiental em si próprio, inexistindo o objetivo de ressarcir interesses individuais. Sao os chamados *danos ambientais coletivos ulato sensu*”, que se subdividem em: dano difuso, quando atinge um numero indeterminado de pessoas ligadas por pressupostos de fato; dano coletivo *stricto sensu*, quando fere interesses pertencentes a um grupo de pessoas determináveis, ligadas pela mesma relação jurídica de base; e, ainda, dano individual homogêneo, que se refere a lesões de origem comum.⁵

⁴ PILATI, Luciana Cardoso **Direito Ambiental Simplificado** São Paulo: Saraiva, 2010, p.59

⁵ Idem, p.66.

Existindo, portanto, dificuldades em dizer quais ações provocam o desequilíbrio ambiental, devendo, portanto, atentar para a cominação da responsabilidade do daquele que ocasionou o dano, para então considera-lo insignificante de outro significativo, diante da existência de tantas variáveis que é praticamente impossível apresentar um conceito aplicativo a todas as hipóteses.

Dessa maneira, torna-se imperioso vislumbrar dos danos ambientais, em todos os âmbitos, buscando identificar as verdadeiras possibilidades, o tempo e os recursos técnicos e financeiros imprescindíveis para a sua recuperação, entretanto, particularmente, para que se averiguem quais sanções deverão ser impostas.

Complementando esse raciocínio, Milaré proporciona informações que demonstram tal dificuldade:

A legislação elenca alguns casos que não podem ser mensurados, como ocorre, por exemplo, em algumas espécies de poluição hídrica e atmosférica, que não apresenta parâmetros que admitam uma averiguação objetiva da significância das modificações infligidas ao meio ambiente.⁶

A finalidade de todo ordenamento jurídico está pautado na solução dos conflitos buscando a consolidação da paz social, restaurando a segurança e harmonia no seio da sociedade.

1.2 As alternativas de produção de energia.

Diante da necessidade de manutenção e equilíbrio do meio ambiente surgem, como solução novas fontes de geração de energia, as quais passaremos a dissertar de modo sucinto.

A segunda maior modalidade de geração elétrica do País é a térmica, responsável por cerca de 30% da capacidade instalada, sendo 10% a gás natural, 8% a biomassa, 6% a óleo, 2% a carvão mineral, 2% nucleares e 1% a gás industrial

⁶ MILARÉ. Édis; . **Direito do Ambiente: a gestão penal em foco 6 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais.2009**, p.902.

residual. Outras modalidades de geração, com participação ainda reduzida, são a eólica e a solar.⁷

O sistema de transmissão, entre as diferentes regiões e bacias hidrográficas do País, está delineado e dimensionado para consentir, na operação, a transferência de grandes blocos de energia entre estas regiões. Isto torna viável o aproveitamento da diversidade hidrológica entre as bacias hidrográficas, bem como as sazonalidades de geração presentes no sistema, com o objetivo de otimizar a produção de energia elétrica total.⁸

Em especial, sabe-se que a geração das hidrelétricas pode ser expandida pelo aproveitamento dos diferentes regimes hidrológicos das distintas bacias hidrográficas nacionais, através dos sistemas de transmissão entre suas usinas. Esta transmissão, além de transportar a energia gerada para os centros de carga/consumo, otimiza a geração hidrelétrica conjunta, por meio da cessão de energia excessiva de usinas de bacias hidrográficas com regimes hidrológicos favoráveis para outras em condições desfavoráveis.⁹

Esta operação proporciona uma elevação de até 20% na geração de energia do conjunto de usinas, quando confrontada com a alcançada sem a coordenação de um despacho centralizado. Esta propriedade faz com que a opção hidrelétrica no Brasil mais lucrativa, porque, além de ajustar uma redução nos custos da energia produzida, devido ao acréscimo da geração hidrelétrica, contribui para elevar a confiabilidade do suprimento.¹⁰

Diante do enorme papel exercido pelo Sistema Interligado Nacional, importa sobressaltar algumas considerações sobre a natureza do sistema hidrotérmico brasileiro. A ampliação e a operação do sistema hidrotérmico nacional tem qualidades que o distinguem dos demais sistemas existentes no mundo, em particular dos de geração térmica. A particularidade está relacionada com a operação dos reservatórios, quanto ao aumento ou a diminuição do estoque de

⁷ ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica **A necessidade da energia nuclear**. Disponível em <http://newsaneel.com.br/impresso/ler/noticia/699221>. Acesso em 10 nov. 2015.

⁸ COUTO, R. C. S.,. **Hidrelétricas e Saúde na Amazônia: Um Estudo sobre a Tendência da Malária na Área do lago da Hidrelétrica de Tucuruí, Pará**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Instituto Oswaldo Cruz.

⁹ SOUZA JR., J. A. **“Globalização, indústria de eletricidade e desenvolvimento sustentável”**. In: **Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos técnicos e de implementação. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Ademar Ribeiro Romeiro; Bastiaan Philip Reydon; Maria Azevedo Leonardi, org. - Campinas, SP: UNICAMP.IE.2006..

¹⁰ ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras), 2013. Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico,2010/2015. Fundamentos, v. 1. Rio de Janeiro: Eletrobrás

armazenamento de água, ao longo dos ciclos plurianuais dos regimes hidrológicos, períodos úmidos e secos dos rios.¹¹

A diminuição do estoque de água nos reservatórios, com sua operação de “deplecionamento”, por meio do aumento da sua geração, com o desígnio de tornar mínimos os custos do combustível da geração térmica, pode ter como resultado no futuro, em uma dificuldade de fornecimento, caso aconteça uma seca severa, como tem ocorrido nos dias atuais que tem como implicação a existência de custo muito alto, devido ao combustível da geração térmica indispensável ou, eventualmente, num caso extremado, num racionamento de energia.¹²

Se, por outro lado, preservamos as reservas de energia hidráulica com a conservação de um estoque alto de água nos reservatórios, com um uso mais intenso de geração térmica – e as afluições futuras são elevadas -, podem acontecer vertimentos (água pelos vertedouros dos reservatórios), sem a produção de energia, o que importa em desperdício e um aumento dos custos operacionais. A operação do sistema hidrelétrico brasileiro é, assim sendo, vinculada no tempo, pois a decisão seguida, num apontado momento, afeta o suprimento e o custo da geração futura, ao contrário dos sistemas de geração térmica, em que ocorre uma independência temporal, entre a geração atual e futura. Adicionalmente, o sistema hidrelétrico nacional é, evidentemente, acoplado no espaço, decorrente do arranjo das usinas nas cascatas dos diversos rios.¹³

Com relação aos desafios para expandir o sistema gerador, inicialmente, deve-se considerar a identificação das fontes de baixo custo, priorizando a modicidade tarifária quanto ao segmento de geração, que representa custos da ordem de 50% nos valores finais das tarifas.

As fontes mais adequadas para a expansão do sistema gerador nacional, nos próximos 10 a 15 anos, são:

- A hidráulica,
- A eólica

¹¹ COUTO, R. C. S., **Hidrelétricas e Saúde na Amazônia: Um Estudo sobre a Tendência da Malária na Área do lago da Hidrelétrica de Tucuruí, Pará**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Instituto Oswaldo Cruz.

¹² SANTOS, S. C. & NACKE, A., . **O Cerco Está se fechando** (R. P. Mullen, org.), pp. 78-88, Rio de Janeiro: Editora Fase/Editora Vozes/Belém: Núcleo de Altos Estudos na Amazônia, Universidade Federal do Pará, 2014.

¹³ ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras), 2013. **Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico, 2010/2015**. Fundamentos, v. 1. Rio de Janeiro: Eletrobrás

- A térmica a bagaço de cana-de-açúcar (geração a gás natural será comentada posteriormente).¹⁴

Essas três fontes exibem as seguintes características, que justificam estas prioridades:

- 1) grande disponibilidade de recursos energéticos;
- 2) competitividade econômica vantajosa em relação às outras opções;
- 3) tecnologia nacional dominada para seu completo aproveitamento, fases do planejamento, do projeto, da implantação das obras civis e da montagem dos equipamentos, da operação/ manutenção, da fabricação de equipamentos e do gerenciamento completo do desenvolvimento do empreendimento;
- 4) viabilidade ambiental vantajosa, quando comparada com as demais alternativas energéticas;
- 5) baixas emissoras de gases de efeito estufa;
- 6) outros usos distintos da produção de energia elétrica, particularmente no caso da hidrelétrica (uso múltiplo do recurso hídrico) e da cana-de-açúcar (produção de etanol).¹⁵

A energia térmica é produzida pelas denominadas usinas termoelétrica. Essa energia é gerida por linhas de alta tensão aos centros de consumo. O vapor é resfriado em um condensador e transformado outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, começando um novo ciclo. A água em circulação que esfria o condensador elimina o calor retirado da atmosfera pelas torres de refrigeração, amplas armações que identificam essas centrais. Parte do calor removido passa para um rio adjunto ou para o mar.¹⁶

Para tornar mínimos os resultados contaminantes da combustão sobre as adjacências, a central dispõe de uma chaminé de grande altura (algumas chegam a 300 m) e de alguns precipitadores que detêm as cinzas e outros detritos voláteis da queima. As cinzas são readquiridas para aplicação em processos de metalurgia e no campo da construção, onde são combinadas com o cimento.¹⁷

¹⁴ **Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) e Plano Nacional de Energia 2010-2020 (PDE)** / Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

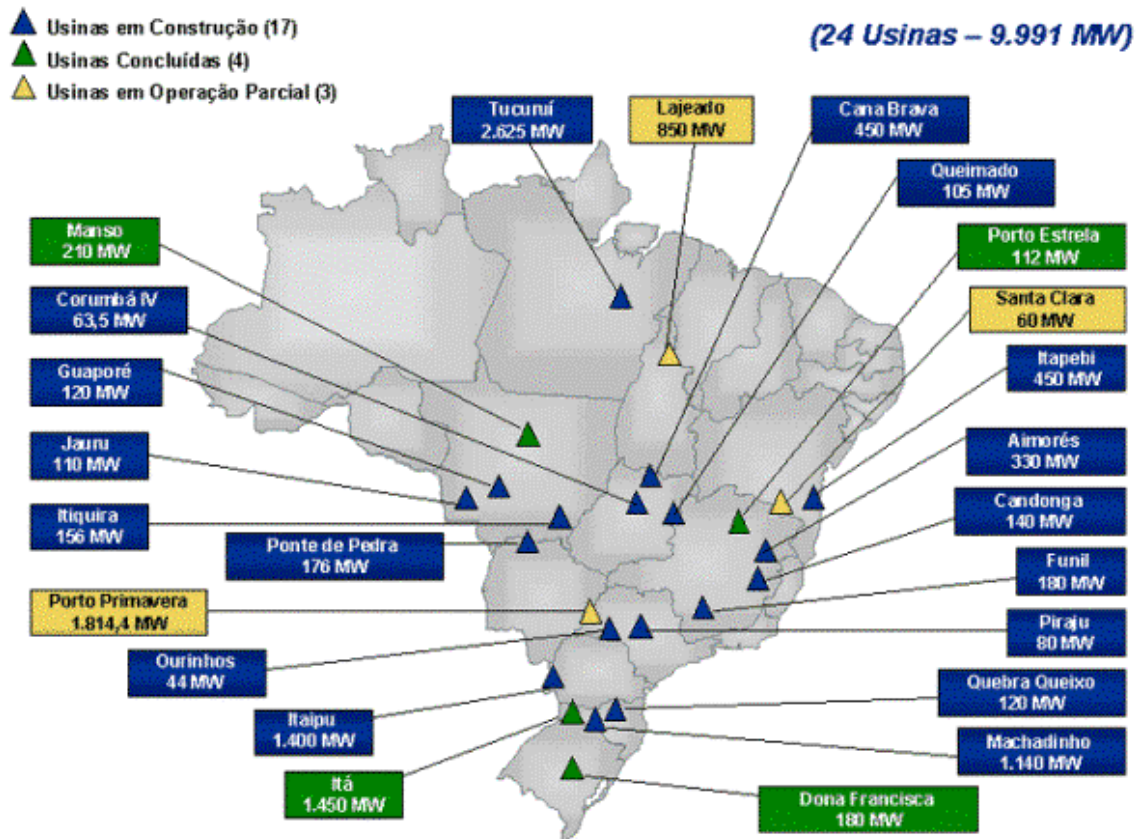
¹⁵ **Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) e Plano Nacional de Energia 2010-2020 (PDE)** / Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

¹⁶ ABRAGET. “**A Geração Termelétrica em um sistema predominantemente hidráulico**”. 3º Fórum Brasileiro de Energia Elétrica. 07 e 08 de julho de 2013..

¹⁷ Souza Jr., J. A. “**Globalização, indústria de eletricidade e desenvolvimento sustentável**”. In: **Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos técnicos e de implementação**. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Ademair Ribeiro Romeiro; Bastiaan Philip Reydon; Maria Azevedo Leonardi, org. - Campinas, SP: UNICAMP.IE, 1996.

Conforme se depreende do mapa abaixo, o Brasil possui 24 usinas termelétricas:

Figura1: Usinas Termelétricas



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=uso+das+termel%C3%A9tricas+no+brasil&rlz=1C1SAVU_enBR550BR550&espv=2&biw=1440&bih=775&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CDAQsARqFQoTCK_Vj6KQq8cCFYaAkAoduuQKfA#imgrc=Y9ncy2dpDAPVeM%3
Acesso em 10 de julho 2015.

Múltiplos cuidados precisam ser adotados tais como: os gases derivados da queima do combustível devem ser filtrados, impedindo a poluição da atmosfera local; a água esquentada necessita ser resfriada ao ser restituída para os rios, pois diversas espécies aquáticas não resistem a altas temperaturas. No Brasil este é o segundo tipo de fonte de energia elétrica que está sendo usado, e presentemente, com a crise que estamos vivendo, é a mais tendente a ampliar.

Biomassa da Cana-de-Açúcar: o programa da agroenergia iniciou-se em meados da década de 1970, com o Proálcool. Ele foi imaginado como uma opção para diminuir a vinculação do País do petróleo, que importava, na época,

importações em patamares acima de 80% das precisões nacionais deste energético.¹⁸

O projeto de produção e emprego do etanol e da biomassa, no formato de bagaço da cana-de-açúcar, é um programa energético com viabilidade técnica, econômica e ambiental confirmada. Trata-se do único programa de grande porte no mundo de uma fonte renovável de combustíveis líquidos, não resultados do petróleo, com baixo envio de gases de efeito estufa.¹⁹

Além do emprego do etanol, no setor de transporte, substituindo a gasolina em veículos leves, o bagaço da cana-de-açúcar é utilizado na produção de calor e eletricidade, em cogeração eficiente, na indústria do açúcar e do álcool, com excedentes supridos ao sistema elétrico, em condições competitivas com os custos marginais de expansão do parque gerador nacional.²⁰

Em 2011, a geração térmica a bagaço de cana, para o Sistema Interligado Nacional, alcançou 10 TWh e estima-se que, em 2021, possa alcançar 40 TWh. Nos estudos de planejamento, esta fonte energética tem um custo de referência na faixa de R\$ 130,00 a R\$ 150,00/MWh.²¹

Energia Eólica: a fonte eólica para produção de energia elétrica começou o sua ampliação no Brasil a partir do PROINFA, em 2005, ao lado das Pequenas Centrais Hidrelétricas e a biomassa/bagaço. Naquele momento, a eólica proporcionava o maior custo por unidade de energia produzida, valor que com a atualização monetária obtém presentemente patamares elevados, acima de R\$ 300,00/MWh.²²

No período 2005/2008, considerando a evolução tecnológica, torres mais altas, de 50 e até mais de 100 metros, aumento da capacidade unitária dos geradores e economias de escala, bem como as condições dos ventos no Brasil serem extremamente adequados, os custos diminuiriam expressivamente. Enquanto

¹⁸ CASTRO, Nivalde José; DANTAS, Guilherme de A; BRANDÃO, Roberto; LEITE, André Luizda Silva. **Bioeletricidade e a Indústria de Álcool e Açúcar: possibilidades e limites**. Synergia. Rio de Janeiro, 2008.

¹⁹ FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas**. Revista Interesse Nacional Ano 6 - número 21 *abril-junho 2011*, p.5

²⁰ MACEDO, Isaias de Carvalho **Etanol e bioeletricidade : a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética** / [coordenação e organização Eduardo L. Leão de Souza e Isaias de Carvalho Macedo] . - São Paulo : Luc Projetos de Comunicação, 2010.

²¹ FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas**. Revista Interesse Nacional Ano 6 - número 21 *abril-junho 2011*, p.5

²² MACEDO, Isaias de Carvalho **Etanol e bioeletricidade : a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética** / [coordenação e organização Eduardo L. Leão de Souza e Isaias de Carvalho Macedo] . - São Paulo : Luc Projetos de Comunicação, 2010

na Europa notam fatores de competência da ordem de 30%, no Brasil localizamos sítios com até 50% para este parâmetro. Além disso, os ventos apresentam-se constantes com alto grau de previsibilidade, diminuindo os custos de manutenção.²³

A eólica proporciona uma complementariedade com a geração hidrelétrica, pois os ventos são mais adequados nos períodos de baixas vazões nos rios. Adicionalmente, a energia produzida pode ser gravada nos reservatórios por meio de medidas operativas. Esta alternativa de ampliação de maneira sustentável nos próximos anos, faz com que seja. A energia eólica, a fonte de maior desenvolvimento na participação da matriz de energia elétrica nacional. Nos últimos leilões, a energia eólica ofereceu custos no patamar de R\$ 100,00/MWh. Hoje em dia, é a segunda fonte em concorrência no País, a seguir da hidrelétrica.²⁴

No que concerne à geração a gás natural, ciclo ajustado, trata-se de uma alternativa que o País poderá seguir objetivando à produção de energia elétrica, condicionada a oferta do combustível a preços competidores. Dessa maneira, são adequadas as expectativas de ocorrência de reservas de gás natural, convencional e não convencional, em locais como Parnaíba (PI/MA), São Francisco (BA), Parecis (MT), Paraná e outros. Em 2013, sucederam rodadas de licitações de blocos exploratórios de gás natural ainda nesta década, fazendo com que fosse viável as usinas térmicas operando próximas aos poços, com geração para o Sistema Interligado Nacional.²⁵

Com relação à expansão do sistema gerador, nos próximos dez anos, até 2021, o País necessita, considerando a autoprodução na indústria, de um montante de 80 mil MW (8 mil MW por ano). A prioridade é para a hidrelétrica (46%), a eólica (18%) e a biomassa do bagaço de cana-de- -açúcar (13%). Estas três fontes seriam responsáveis por 76% da expansão do sistema gerador nos próximos dez anos.²⁶

A citação que se segue expõe a diferenciação de outras fontes de energia comparada com a energia elétrica.

²³ FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas**. Revista Interesse Nacional Ano 6 - número 21 *abril-junho 201*, p.12

²⁴ OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **Mudanças climáticas : ensino fundamental e médio** / Gilvan Sampaio de Oliveira, Neilton Fidelis da Silva, Rachel Henriques. – Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009. 348 p. -- : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 13)

²⁵ BNDES- **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais** Comitê de análise setorial, p.29.

²⁶ FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas**. Revista Interesse Nacional Ano 6 - número 21 *abril-junho 201*, p.5

As outras fontes de energia encontram-se inseridas na política de diferenciar-se a matriz de energia elétrica, sendo compostas de: geração a gás natural, com 15% de participação, e as demais, geração térmica a derivados de petróleo (leilões realizados na década passada), a carvão mineral e nuclear (Angra III). A capacidade instalada nacional, incluindo a autoprodução, necessária em 2021, atinge 197 GW. Com a parcela de Itaipu-Paraguai, a oferta total supera os 200 mil MW. Cerca de 60% do total necessário ao atendimento do mercado, nos próximos dez anos, sem a consideração da autoprodução, já se encontra contratado.²⁷

No horizonte 2011/2021, verifica-se um balanceamento estrutural aceitável entre a oferta e a demanda de energia, com sobras, ao longo de todo o período decenal, analisando as garantias físicas das diferentes usinas do sistema gerador e as cargas previstas.²⁸

²⁷ BNDES- **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais** Comitê de análise setorial, p.29

²⁸ BNDES- **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais** Comitê de análise setorial, p.29

2- A DEMANDA E GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

Diante da extensão territorial e a diversidade de ecossistemas, o Brasil é um país que tem diferentes fontes de energia capazes de gerar eletricidade. Durante décadas, as hidrelétricas foram preponderantes na matriz energética nacional, porém atualmente outras fontes vêm ganhando espaço, com evidência para o crescimento rápido da uso do gás natural. A opção por um destes dois recursos energéticos não deve ser conseguida levando em conta apenas os aspectos financeiros e a tecnologia envolvida; outros fatores sociais, ambientais e políticos estão envolvidos e causam influência na escolha.

Fundamentado na filosofia de Planejamento Integrado de Recursos e buscando o Desenvolvimento Sustentável, é possível que se tome a decisão correta para o momento, em que tanto os investidores quanto os indiretamente envolvidos (sejam os consumidores ou a população ao redor da usina) sejam beneficiados.

2.1- Crescimentos da demanda de energia no Brasil e ofertas de geração

Da oferta total de energia elétrica de 2011, no montante de 569 TWh, aproximadamente 90% transitaram nas linhas de transmissão e distribuição do Sistema Interligado Nacional (SIN). Outros 8% foram usados para o consumo próprio de autoprodutores, sem utilização da rede elétrica pública. Os 2% remanescentes corresponderam aos Sistemas Isolados do Norte do Brasil.²⁹

O Sistema Interligado Nacional³⁰ está organizado em submercados, imprescindíveis para uma mais perfeita precificação da energia, analisando sinais locais incluídos com a capacidade de transferência de energia entre regiões e centros de geração e de carga. Isto admite uma melhor visão dos custos da transmissão, apreciando sua extensão e a localização da geração em relação aos

²⁹ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA **Balanco Energético Nacional** - 2015 Disponível em <https://ben.epe.gov.br/>.

³⁰ Com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. O Sistema Interligado Nacional é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

centros de carga. Dentro de cada submercado, considera-se apenas um custo marginal de operação, base para a fixação dos custos da energia na fase de operação. Hoje em dia, o Sistema Interligado Nacional está desmembrado em quatro submercados: Sul, Sudeste/ Centro-Oeste, Norte (interligado) e Nordeste, havendo um preço de liquidação das diferenças (PLD) para cada região.³¹

O Sistema Interligado Nacional é composto de mais de 100 mil km de linhas de transmissão, acima ou igual a 230 kilovolts (kV), a chamada rede básica, em que programa da extensão e da operação avalia um despacho centralizado, essencial para a otimização da geração hidrelétrica do sistema.³²

No que concerne à energia elétrica, o Brasil exhibe, neste início da década 2010/2020, uma matriz de oferta com alto comparecimento de fontes renováveis, superior de 85%, o que contraria com a média mundial, de somente 19%. A maior parcela da energia elétrica gerada no Brasil procede de empreendimentos hidrelétricos, que respondem por cerca de 70% da capacidade investida do País, com mais de mil usinas em operação, nesta década.³³

Assim, considera-se o que se segue:

O mundo consumiu, em 2011, cerca de 13 bilhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), representando 48 vezes a demanda brasileira de energia. Deste montante, 81% são oriundos de combustíveis fósseis, responsáveis por emissões de CO₂ da ordem de 31 bilhões de toneladas, 65% das emissões globais mundiais. Uma expressiva fração da demanda mundial de energia, mais precisamente 37%, ou 4,8 bilhões de tep, foi destinada à geração de energia elétrica, resultando em 22 mil terawatts/hora (TWh) gerados, equivalentes a 39 vezes o montante gerado no Brasil.³⁴

Entre todas as formas secundárias de energia, a eletricidade é a que melhor se calha e se coloca na vida contemporânea. De fato, a energia elétrica é a fonte mais ilustre e mais variável, estando em todos os modos energéticos finais dos

³¹ CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA –CCEE- Disponível em http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/resultados?_afLoop=3447872794437898#%40%3F_afLoop%3D3447872794437898%26_adf.ctrl-state%3Dhqfca31te_4. Acesso em 12 out 2015.

³² FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas**. Revista Interesse Nacional Ano 6 - número 21 *abril-junho 201*, p. 18.

³³ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA **Balço Energético Nacional – Relatório Final 2014**. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2014&anoFimColeta=2013>. Acesso em 19 set 2015.

³⁴ LÊDO, Samantha **O Futuro da Energia**. Revista da Sustentabilidade- Serviços sustentáveis- 12 agosto de 2015, p.4.

consumidores. É, tranquilamente, a que mais contribui para o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade.³⁵

Prossegue o autor:

Isto se evidencia quando se considera que, no período 1973/2010, para que o Produto Interno Bruto (PIB) mundial se elevasse, em média, 3,2% ao ano, o consumo de energia elétrica apresentou uma taxa, mais elevada, de 3,5%, diante do valor de apenas 2% para o consumo energético total. Assim, em termos mundiais, a energia elétrica apresentou um crescimento superior aos da economia e da energia total. Nos países que não fazem parte da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), incluindo o Brasil, a maioria em desenvolvimento, as taxas de crescimento do consumo energético e de eletricidade foram de 3,1% e 4,8%, respectivamente, bem superiores aos valores mundiais, refletindo o crescimento econômico acelerado destes países quando comparados com os da OCDE, com taxas de apenas 1,0% e 2,6%, respectivamente.³⁶

Comparando com o crescimento do PIB, é possível verificar que no mesmo período estimado, a elasticidade renda do consumo de eletricidade foi de 1,09 no mundo, 1,12 nos países não OCDE e de 1,00 nos países da OCDE. A elasticidade quase unitária evidencia a forte relação da energia e da eletricidade com a economia. Um país que não tenha acesso a fontes de energia competitivas e tecnologia de transformação adequada tem sérios problemas para gerar seu desenvolvimento.³⁷

De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE),³⁸ cerca de 1,3 bilhão de pessoas, 18% da população mundial, também não apresentam acesso à

³⁵ VENTURA FILHO, Altino. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas** – Revista Interesse Nacional, Ano 6, Número 21, abril – junho de 2013Disponível em : <http://www.interessenacional.com>

³⁶ VENTURA FILHO, Altino. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas** – Revista Interesse Nacional, Ano 6, Número 21, abril – junho de 2013Disponível em : <http://www.interessenacional.com>

³⁷ ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE- **Indicadores econômicos mundiais**, 2013.

³⁸ A Agência Internacional de Energia (AIE) é uma Organização autônoma que trabalha para assegurar energia fiável, acessível e limpa para os seus 28 países membros e além. Fundada como resposta à crise petrolífera de 1973/4, inicialmente o papel da AIE era o de ajudar os países a coordenarem uma resposta coletiva às grandes rupturas no abastecimento de petróleo através da libertação de stocks de petróleo de emergência para os mercados. Apesar deste continuar a ser um aspeto chave do trabalho da AIE, esta Organização evoluiu e expandiu-se. Está no coração do diálogo global acerca da energia, proporcionando investigação oficial e imparcial, estatísticas, análises e recomendações.

eletricidade. Isto lembra que esta fonte energética necessitará ter uma ampliação marcante nas próximas décadas.³⁹

Diferentes estudos trazem a tona o fato de que a demanda de eletricidade mundial, nas próximas décadas, poderá desenvolver a taxas superiores a 2% ao ano, perante de somente 1% para a demanda total de energia. A elasticidade renda do consumo de energia elétrica seria, portanto, aquém de 1,0, devido ao acordo com o desenvolvimento sustentável que se visualiza, no futuro, para o mundo, bem como o uso mais hábil dos recursos naturais do planeta, até mesmo da energia.⁴⁰

Os mesmos estudos lembram, também, que a economia mundial poderia proporcionar um crescimento próximo a 3%, devido as expectativas para os países em desenvolvimento, incluindo aqueles menos desenvolvidos da África.⁴¹

No Brasil, o consumo de eletricidade cresceu a uma taxa média de 5,8% ao ano, de 1973 a 2011, enquanto a demanda total energética foi de 3,2%, e o PIB, de 3,4%, valores bem elevados aos constatados no mundo. O consumo residencial, no Brasil, cresceu, em média, 6,3%, enquanto o industrial, 4,0%, demonstrando um maior uso social da energia.⁴²

Nos próximos dez anos, o planejamento energético do MME, atendendo os estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2021, sugere uma taxa média de crescimento de 4,9% ao ano para o consumo de eletricidade e para a demanda total de energia, num panorama de PIB de 4,7% ao ano.⁴³

2.2- Legislações para geração distribuídas no Brasil

Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e até mesmo aprovisionar o excesso para a rede de

³⁹ CONTE, Bruno Pereira, **Relação entre liquidez e rentabilidade: um estudo aplicado às empresas de energia elétrica (2009-2013)**. Disponível em <http://www.revistaespacios.com/a14v35n07/14350713.html>. Acesso em 25 out. 2015

⁴⁰ DE JULIO, A. **Rentabilidade, liquidez e segurança: é possível ter os três em um só investimento?** Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/carreira/noticia/2269664/rentabilidade-liquidez-seguranca-possivel-ter-tres-investimento>> Acesso em 21.Set. 2015.

⁴¹ DE JULIO, A. **Rentabilidade, liquidez e segurança: é possível ter os três em um só investimento?** Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/carreira/noticia/2269664/rentabilidade-liquidez-seguranca-possivel-ter-tres-investimento>> Acesso em 21.Set. 2015.

⁴² **PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030** / Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética Disponível em : http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

⁴³ **PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030** / Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética Disponível em : http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

distribuição de seu lugar. Trata-se da micro e da minigeração espalhadas de energia elétrica, inovações que podem agrupar economia financeira, consciência socioambiental e auto sustentabilidade.⁴⁴

As incitações à geração disseminada se explicam pelos potenciais benfeitorias que tal modalidade pode adaptar ao sistema elétrico. Entre eles, está o prorrogação de aquisições em extensão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a diminuição no carregamento das redes, tornando mínimas as perdas e a diversificação da matriz energética⁴⁵

De acordo com a Resolução Normativa nº 482/2012, os microgeradores são aqueles com potência instalada menor ou igual a 100 quilowatts (kW), e os minigeradores, aqueles cujas centrais geradoras possuem de 101 kW a 1 megawatt (MW). As fontes de geração precisam ser renováveis ou com elevada eficiência energética, isto é, com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada.

Art. 1º Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. .

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)⁴⁶

⁴⁴ **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

⁴⁵ LÊDO, Samantha **O Futuro da Energia**. Revista da Sustentabilidade- Serviços sustentáveis- 12 agosto de 2015, p.4.

⁴⁶ **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

A norma anseia tornar simples a conexão das pequenas centrais à rede das distribuidoras de energia elétrica e aceitar que a energia excedente produzida possa ser repassada para a rede, gerando um “crédito de energia” que será posteriormente utilizado para abater seu consumo. Um exemplo é o da microgeração por fonte solar fotovoltaica: de dia, a “sobra” da energia gerada pela central é passada para a rede; à noite, a rede restabelece a energia para a unidade consumidora e abastece necessidades adicionais. Logo, a rede trabalha como uma bateria, armazenando o excesso até o período em que a unidade consumidora precise de energia originária da distribuidora.⁴⁷

O resultado de caráter prático desse crédito de energia não pode ser revertido em dinheiro, mas pode ser usado para baixar o consumo em outro posto tarifário (ponta/fora ponta), quando aplicável, em outra unidade consumidora (desde que as duas unidades encontrar-se na mesma área de concessão e sejam do mesmo titular) ou na fatura do mês subsequente. Os créditos de energia motivados permanecem válidos por 36 meses.⁴⁸

Em 2013, o Ministério de Minas e Energia, por meio das Portarias nº 226/2013 e nº300/2013, compreenderam a fonte solar (fotovoltaica e heliotérmica) nos leilões de energia A-3/2013 e A-5/2013, concomitantemente, acendendo a possibilidade de competir ao mesmo tempo com outras fontes, como eólica e térmicas, na modalidade “por disponibilidade”. Apesar de grande empenho na participação do leilão, qualquer projeto fotovoltaico foi vendido nestes certames, por terem custos mais elevados. Em 2014, por sua vez, através da Portaria nº 236/2014, foram definidas as condições do Leilão de Energia Reserva 2014. Neste certame, a ser realizado no dia 31 de outubro, os projetos fotovoltaicos não competem com outras fontes, somente entre si. Dessa forma, existiu um número recorde de projetos fotovoltaicos cadastrados: 400, que perfazem mais de 10 GWp, distribuídos⁴⁹

3-SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAÍCO

⁴⁷ **ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica.** Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757>. Acesso em 29 jul 2015.

⁴⁸ **ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica.** Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757>. Acesso em 29 jul 2015

⁴⁹ Nota Técnica DEA 19/14– **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**, p.10

3.1- Custo/ benefício oriundos da implantação do sistema fotovoltaico

A energia solar - fonte renovável, limpa e inesgotável - é obtida por meio da captação da energia luminosa e térmica proveniente do Sol. Essa captação é feita por painéis solares, formados por células fotovoltaicas, que a transforma em energia elétrica. Podemos destacar entre os aspectos positivos, a economia, geração segura e não causa impacto negativo ao efeito estufa. Como atesta Seguel:

Dentre as fontes alternativas, se destaca sem dúvida a energia solar fotovoltaica, por ser uma das fontes primárias menos poluentes, além disso, também se destaca por ser uma fonte silenciosa, modular, necessitar de pouca manutenção, possuir prazos de instalação e operação muito pequenos⁵⁰.

Porém ela apresenta como desvantagem o alto custo na obtenção, fato que dificulta sua popularização nos países mais pobres, o que é confirmado no Brasil. Frente a essa dificuldade, grande parte da energia produzida no Brasil é por meio das Usinas Hidroelétricas. O que deixa a população a mercê das variações climáticas, ocasionando o efeito colateral do aumento da tarifa como uma alternativa para forçar o racionamento de energias e ainda assim há apagões em algumas regiões do país. A energia solar tem seu uso intensificado nos seguintes países: Alemanha, Japão e Estados Unidos.

A energia luminosa é transformada em energia elétrica pelas células fotovoltaicas. O efeito fotovoltaico foi descoberto por Edmond Becquerel em 1839, ele observou a diferença de potencial nas extremidades de uma estrutura de material semicondutora produzida pela absorção do calor da luz.

O primeiro aparato fotovoltaico foi montado em 1876, mas somente em 1956 iniciou-se industrialmente a produção seguindo o desenvolvimento da microeletrônica. No mesmo ano foram utilizadas as fotocélulas para programas espaciais, que impulsionou o desenvolvimento das células solares. Outro fator importante que permitiu a continuidade desse impulso foi a necessidade de energia para os satélites. Em 1973 começaram a pensar na utilização das células

⁵⁰ SEGUEL, Julio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. UFMG, Belo Horizonte, Agos.2009. Disponível em : <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/farias/materiais/316M.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.2.

fotovoltaicas no solo e não somente no espaço. Isso ocorreu devido à crise energética mundial de 1973, fato atestado por segue:

Os altos custos dos módulos fotovoltaicos sempre foram o principal problema desta tecnologia. Até a década de 70 sua utilização era restrita a aplicações bem específicas, como as espaciais, onde altos orçamentos eram empregados. Devido à crise gerada pelo petróleo na década de 70 a energia fotovoltaica começou a receber importantes investimentos, tanto do setor público, por meio de programas de incentivos governamentais, como de empresas privadas que vislumbraram na energia solar fotovoltaica uma boa oportunidade para investimentos. [⁵¹]

Os sistemas solares fotovoltaicos podem ser fabricados com diversas tecnologias, entre elas: Silício monocristalino, Silício policristalino, Silício amorfo, Disseleneto de Cobre, Índio e Gálio (CIGS), Telureto de Cádmio (CdTe) e Semicondutores Orgânicos. Os módulos de silício são os mais utilizados no mundo, provavelmente permanecendo assim pelos próximos 15 anos.⁵²

Célula fotovoltaica ou célula solar possuem dispositivos com a particularidade de converterem a energia luminosa que provém de qualquer fonte de luz, (seja do Sol ou de um simples candeeiro) em energia eléctrica. São utilizadas como geradoras de eletricidade ou também como sensores de intensidade luminosa. É uma forma de ter energia sem criar resíduos, daí o nome ser uma energia limpa, e, contudo, a luz solar produz 1 MegaWatt de energia por metro quadrado. Ao conjunto de células fotoelétricas denomina-se por painel solar fotovoltaico cujo uso hoje é bastante comum em lugares afastados da rede eléctrica convencional.

Dentre as células fotovoltaicas destrancam-se

- **Células mono-cristalinas**

Este tipo de células fotovoltaico representa a primeira geração. O seu rendimento eléctrico é relativamente elevado (cerca de 16%, tendo a capacidade de elevar-se por aproximadamente de 23% em laboratório), mas as técnicas empregadas na sua produção são complexas e caras. Lado outro, é importante o uso de uma grande

⁵¹ SEGUEL, Julio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. UFMG, Belo Horizonte, Agos.2009. Disponível em : <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/farias/materiais/316M.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.2.

⁵² CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão**. Série Documentos Técnicos 02/10, p.23

quantidade de energia no seu fabrico, diante da necessidade de usar materiais em estado muito puro e com uma estrutura de cristal perfeita.

- **Células poli cristalinas**

As células poli cristalinas tem como característico um custo de produção menor por diante do fato de exigirem menos energia para sua produção, mas apresentam um rendimento elétrico inferior (entre 11% e 13%, obtendo-se até 18% em laboratório). Esta redução de rendimento se dá diante da imperfeição do cristal, devido ao sistema de fabrico.⁵³

- **Células de silício amorfo**

As células de silício amorfo são as que apresentam o custo mais reduzido, mas em contrapartida o seu rendimento elétrico é também o mais reduzido (aproximadamente 8% a 10%, ou 13% em laboratório). As células de silício amorfo são películas muito finas, o que permite serem utilizadas como material de construção, tirando ainda o proveito energético.⁵⁴

- **Células de silício monocristalino**

As células de silício monocristalino são historicamente as mais usadas e comercializadas como conversor direto de energia solar em eletricidade e a tecnologia para sua fabricação é um processo básico muito bem constituído.

A fabricação da célula de silício começa com a extração do cristal de dióxido de silício. Este material é desoxidado em grandes fornos, purificado e solidificado. Este processo atinge um grau de pureza em 98 e 99% o que é razoavelmente eficiente sob o ponto de vista energético e custo. Este silício para funcionar como células fotovoltaicas necessita de outros dispositivos semicondutores e de um grau de pureza maior devendo chegar na faixa de 99,99%.⁵⁵

⁵³ Idem, p.140.

⁵⁴ CENTRO DE GESTÃO E ESTUDO ESTRATÉGICOS. **Potencial produtivo brasileiro e macro dimensões estratégicas em energia fotovoltaica — Uma primeira abordagem do Estudo.** Relatório de Abertura do Estudo. Brasília, DF. Out/2008. 141p

⁵⁵ CENTRO DE GESTÃO E ESTUDO ESTRATÉGICOS. **Potencial produtivo brasileiro e macro dimensões estratégicas em energia fotovoltaica — Uma primeira abordagem do Estudo.** Relatório de Abertura do Estudo. Brasília, DF. Out/2008. 141p

- **Células Silício Policristalino**

As células de silício policristalino são mais baratas que as de silício monocristalino por exigirem um processo de preparação das células menos rigoroso. A eficiência, no entanto, cai um pouco em comparação as células de silício monocristalino.

O processo de pureza do silício utilizada na produção das células de silício policristalino é similar ao processo do Si monocristalino, o que permite obtenção de níveis de eficiência compatíveis. Basicamente, as técnicas de fabricação de células policristalinas são as mesmas na fabricação das células monocristalinas, porém com menores rigores de controle. Podem ser preparadas pelo corte de um lingote, de fitas ou depositando um filme num substrato, tanto por transporte de vapor como por imersão. Nestes dois últimos casos só o silício policristalino pode ser obtido. Cada técnica produz cristais com características específicas, incluindo tamanho, morfologia e concentração de impurezas. Ao longo dos anos, o processo de fabricação tem alcançado eficiência máxima de 12,5% em escalas industriais.⁵⁶

- **Células de Silício Amorfo**

Uma célula de silício amorfo difere das demais estruturas cristalinas por apresentar alto grau de desordem na estrutura dos átomos. A utilização de silício amorfo para uso em fotocélulas tem mostrado grandes vantagens tanto nas propriedades elétricas quanto no processo de fabricação. Por apresentar uma absorção da radiação solar na faixa do visível e podendo ser fabricado mediante deposição de diversos tipos de substratos, o silício amorfo vem se mostrando uma forte tecnologia para sistemas fotovoltaicos de baixo custo. Mesmo apresentando um custo reduzido na produção, o uso de silício amorfo apresenta duas desvantagens: a primeira é a baixa eficiência de conversão comparada às células mono e policristalinas de silício; em segundo, as células são afetadas por um processo de degradação logo nos primeiros meses de operação, reduzindo assim a eficiência ao longo da vida útil.⁵⁷

Os sistemas de energia fotovoltaica se dividem em sistema autônomo e sistema ligado à rede, podendo ser com ou sem baterias, em ambos os casos. Sistemas autônomos ou isolados são aqueles em que a geração fotovoltaica do

⁵⁶ CENTRO DE GESTÃO E ESTUDO ESTRATÉGICOS. **Potencial produtivo brasileiro e macro dimensões estratégicas em energia fotovoltaica — Uma primeira abordagem do Estudo.** Relatório de Abertura do Estudo. Brasília, DF. Out/2008. 141p

⁵⁷ Idem, p.141.

sistema é feita exclusivamente pelos painéis, mas possui como desvantagem a dependência pela luminosidade e por não energizar o circuito à noite torna-se dependente também de um banco de baterias. Seguel enumera as seguintes desvantagens deste tipo de sistema:

Um sistema fotovoltaico autônomo exige maximização no aproveitamento da energia solar e maximização no armazenamento da energia de reserva, para lograr obter uma sustentabilidade técnica e econômica. A baixa eficiência de conversão dos módulos solares comerciais entre 6 e 16 % e o alto custo de instalação são os maiores obstáculos deste tipo de geração. Visando aumentar a eficiência do sistema, para reduzir os custos da energia gerada, é necessário garantir que o sistema opere o maior tempo possível sobre o ponto de máxima potência dos painéis. Porém, devido às características dos painéis fotovoltaicos este ponto é variável e fortemente dependente das condições atmosféricas e a carga a alimentar.^[58]

O sistema ligado à rede - também chamado de sistema *on-grid* – é a alternativa mais viável porque faz um balanceamento entre a carga demandada com a produzida. Caso a energia demandada pela carga seja maior que a gerada pelo painel a energia da rede pode suprir a carga ou se a energia demandada pela carga seja menor que a gerada pelo painel ela pode ser absorvida pela rede com abatimento na conta de luz do cliente. Confira o que diz o autor Carlos Fernando sobre o assunto:

Nas instalações residenciais conectadas à rede elétrica, pode-se utilizar tanto a energia fotogerada como a convencional. Nesse tipo de conexão, não há a necessidade de acumuladores de energia (baterias), pois quando se tem um consumo elétrico maior que a eletricidade produzida pelos módulos fotovoltaicos (isto ocorre normalmente ao amanhecer, durante a noite e nos dias sem ou com baixa radiação solar), a rede irá fornecer a energia necessária para o perfeito funcionamento da edificação. Ao contrário, quando se tem um consumo elétrico baixo ou quando os módulos produzem eletricidade acima do que está sendo consumido pela edificação, o excesso de energia elétrica é injetado na rede de distribuição da concessionária.⁵⁹

⁵⁸SEGUEL, Julio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. UFMG, Belo Horizonte, Agos.2009. Disponível em : <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/farias/materiais/316M.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.6

⁵⁹ CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica** . UFLA, Lavras, 2011. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-Fernando-Camara.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.36.

O autor DEMONTI, Rogers também compartilha com a ideia dos painéis fotovoltaicos ligados à rede:

A co-geração de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos consiste em se ter estes conectados à rede de distribuição de energia elétrica comercial. Estes sistemas não necessitam de baterias ao contrário da grande maioria dos sistemas isolados que, para fornecerem energia à noite e em dias nublados, armazenam energia durante o dia nas baterias. Sem as baterias o tempo entre as manutenções é bem maior. Enquanto o sistema de co-geração está atuando a energia solicitada da rede comercial é menor. Se em determinado instante a energia produzida pelo sistema for maior do que o consumo este excesso é injetado diretamente na rede elétrica pública podendo a concessionária reembolsar o consumidor ou acumular esta energia na forma de "créditos de energia" para utilizações futuras.⁶⁰

A empresa "só elétrica indústria e comércio de equipamentos elétricos", assinala em manual técnico a seguinte sobre este assunto:

Quando os aparelhos eletroeletrônicos estão consumindo, e o sistema fotovoltaico está gerando energia, toda a energia gerada é aproveitada pelo consumidor seja uma residência, comércio, indústria & entidades públicas.

Quando os aparelhos eletroeletrônicos estão consumindo mais do que o sistema fotovoltaico está gerando no momento, a parte que falta é 'puxada' da rede elétrica. Quando o sistema fotovoltaico está gerando mais potência do que está sendo consumida, a energia excedente 'automaticamente' sai pela rede. Nesse momento, o medidor de energia 'gira ao contrário' e o cliente têm um crédito energético aplicado a sua conta para ser consumido em até 36 meses.⁶¹

Câmara ainda enumera as seguintes vantagens do uso dos sistemas interligados à rede:

- A energia é produzida junto à carga, assim as perdas nas redes de transmissão e distribuição são minimizadas;
- A produção de energia elétrica ocupa um espaço já utilizado, uma vez que esta é integrada a edificação;

⁶⁰ DEMONTI, Rogers. **Sistema de co-geração de energia a partir de painéis fotovoltaicos**. UFSC, Florianópolis, dezembro de 1998. Disponível em: <http://www.ivobarbi.com/PDF/dissertacoes/Dissertacao_Rogers.pdf> Acessado em: 08/06/2014. P.7.

⁶¹ SÓ ELÉTRICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS. **Energia solar fotovoltaica**. Joaçaba, SC. Disponível em: <<http://www.soeletrica.ind.br/downloads/Energia%20Solar.PDF>> Acessado em: 08/06/2014. p.5.

- Investimentos em linhas de transmissão e distribuição são reduzidos;
- Existe a coincidência no consumo, principalmente em se tratando de prédios comerciais onde a maior utilização acontece no horário de maior produção de energia pelos módulos;
- É uma fonte de energia inesgotável, que está disponível praticamente em todos os locais, e produz energia limpa, silenciosa e renovável, sem emitir gases causadores do efeito estufa.[⁶²]

Dentre as vantagens acima, destaca-se a instalação de um gerador próximo à carga que dispensa gastos com linhas de transmissão. Vale ressaltar, em nosso país os potenciais energéticos (ao norte) encontram-se distantes do maior centro de carga (no sudeste). Além disto, como é destacado pelo autor, existe a ocorrência de pico de consumo em prédios comerciais e em países tropicais, como no caso o Brasil, consumo aumenta no verão pelo excesso no uso de condicionadores de ar e outros equipamentos que influenciam os picos de energia. Painéis dimensionados podem minimizar a sobrecarga da rede.

Esta observação é corroborada por Jannuzzi, et.al., em relatório à PROCOBRE: No caso dos sistemas distribuídos, algumas vantagens deste tipo de instalação podem ser destacadas, a saber: não requerem área extra e podem, portanto, serem utilizados no meio urbano, próximo ao ponto de consumo, o que leva a eliminar perdas por T&D da energia elétrica, como ocorre com usinas geradoras centralizadas, além de não requererem instalações de infra-estrutura adicionais.⁶³

Em relação ao fator de capacidade no momento de pico Câmara assinala: sob condições favoráveis, especialmente em centros urbanos quando a demanda é devida a cargas de ar-condicionado em horários comerciais, a geração fotovoltaica

⁶² CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. UFLA, Lavras, 2011. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-Fernando-Camara.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.35

⁶³ Jannuzzi, Gilberto de Martino, et.al.. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: Panorama da atual legislação**. PROCOBRE, Campinas, SP, Outubro 2009. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf> Acessado em: 08/06/2014. P.12.

coincide com o pico de demanda e pode assim contribuir efetivamente com o fator de capacidade localizado do alimentador em questão.⁶⁴

Desta forma, a geração distribuída fotovoltaica conectada à rede pode ser uma excelente solução para a crescente demanda de energia, ainda que seja dimensionada apenas para atender equipamentos elétricos em momentos especiais de pico.

É provável que o maior avanço para a geração distribuída tenha ocorrido em função da regulação dos mini e micro geradores ao ser publicada a Resolução 482/2012, que viria a ser atualizada pela Resolução 517/2012, pela ANEEL. A regulação permite, basicamente, que os consumidores instalem pequenos geradores em suas unidades consumidoras e injetem a energia excedente na rede em troca de créditos, que poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses.⁶⁵

A promulgação da REN 482/2012, a consequente implementação do sistema de compensação de energia elétrica brasileiro e a modificação do PRODIST, criou uma possibilidade regulatória para os micro e minigeradores e removeu a barreira de conexão e contratação. Todavia, não houve nenhum incentivo para estes geradores, excluindo o aumento dos descontos na TUST e TUSD de 50% para 80% nos dez primeiros anos de operação das usinas de fonte solar que entrarem em operação até 2017. Outro ponto que merece destaque é a modificação da REN 482/2012 pela REN 517/2012, antes do vencimento do prazo de divulgação dos procedimentos de conexão pelas distribuidoras. As modificações instauradas pela REN 517/2012 representaram um retrocesso na remoção de barreiras para inserção de mini e microgeradores.⁶⁶

A limitação da capacidade à carga da unidade local e a retirada da possibilidade de compensação em unidades de titularidades diferentes que tenham acordo ou comunhão de interesses tendem a restringir muito os nichos de viabilidade de inserção de mini e micro GD. Como avanço, em março de 2014 a ANEEL publicou o Despacho nº 720, eximindo microgeradores que se conectam à rede através de inversores de instalarem o Dispositivo de Seccionamento Visível

⁶⁴ Opus.Cit. P.39.

⁶⁵ Nota Técnica DEA 19/14– **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**

⁶⁶ MONTENEGRO, A. **Avaliação do retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos integrados a residências unifamiliares urbanas no Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. Dissertação de Mestrado.

(DSV), uma vez que os inversores grid-tie utilizados já possuem mecanismos de proteção anti-ilhamento, dispensando tal dispositivo antes exigido.⁶⁷

Essa alteração possibilita uma economia de aproximadamente R\$ 300,00 na instalação. Em seguida, em maio de 2014 a ANEEL abriu consulta pública com o intuito de discutir a possibilidade de inclusão no sistema de compensação de energia elétrica geradores com potências instaladas acima de 1MW, a ampliação do conceito desse sistema e informações adicionais quaisquer. Nota Técnica DEA 19/14– Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos 8 Ministério de Minas e Energia Financiamento e fomento econômico⁶⁸

Ressalta-se, primeiramente, a criação do Plano de Ação Conjunta Inova Energia, iniciativa da FINEP, BNDES e ANEEL, que, entre outras finalidades, apoia empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico da cadeia produtiva fotovoltaica (além da termossolar e eólica), englobando desde a purificação de silício em grau solar, wafers e células derivadas, assim como células de outros materiais e equipamentos de condicionamento de potência utilizados nos sistemas fotovoltaicos, como inversores.⁶⁹

O montante de recursos disponibilizados pelas três instituições, para todo o programa, soma R\$ 3 bilhões, para os anos de 2013 a 2016. Adicionalmente, o BNDES publicou em agosto de 2014 as regras para o credenciamento e apuração de conteúdo local de módulos e sistemas fotovoltaicos, que exige a nacionalização progressiva de componentes e processos específicos ao longo do plano, como a fabricação nacional de células de silício cristalino a partir de 2020.⁷⁰

Apesar do plano ter sido elaborado tendo em vista o próximo Leilão de Energia Reserva, o desenvolvimento da cadeia industrial fotovoltaica no país deve beneficiar a geração distribuída através da redução de custos dos equipamentos ao consumidor final.

O Instituto Ideal, em parceria com o Grüner Strom Label (Selo de Eletricidade Verde da Alemanha), lançou em 2013 o Fundo Solar, que proporciona ajuda

⁶⁷ MONTENEGRO, A. **Avaliação do retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos integrados a residências unifamiliares urbanas no Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. Dissertação de Mestrado.

⁶⁸ **Balanco Energético Nacional / Ministério de Minas e Energia** Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

⁶⁹ Nota Técnica DEA 19/14– **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**

⁷⁰ Nota Técnica DEA 19/14– **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos, p.8.**

financeiro no valor de R\$ 1.000,00 a R\$ 5.000,00 por projeto de microgeração fotovoltaica integrado à rede. O orçamento total do Fundo é de perto R\$ 65.000,00 na primeira fase do projeto. Em julho de 2014 a Secretaria de Estado de Indústria e Comércio (SIC) de Goiás lançou o programa “Crédito Produtivo da SIC – Energias Renováveis”, que proporciona uma linha especial de crédito para micro e pequenas empresas.⁷¹

A linha financia projetos de sustentabilidade, até mesmo geração de energia solar, com taxa de 0,25% ao mês, carência de até 180 dias, prazo de pagamento de até 36 meses, para valores entre R\$ 2 mil e R\$ 25 mil. No segundo semestre de 2014 foram compreendidos aerogeradores e equipamentos de energia fotovoltaica como itens financiáveis através do Construcard, da CAIXA. Com o cartão, é oferecida a possibilidade à pessoa física pegar os equipamentos de microgeração e quitar o financiamento em até 240 meses, a uma taxa de juros mensal com variação de 1,4% + TR a 2,33% + TR. Advertindo que esta linha de crédito não apresenta qualquer tipo de estímulo ou auxílio do Governo Federal.⁷²

O país aumentou diversos projetos em energia fotovoltaica para permitir o ingresso à eletricidade em comunidades fechadas, por meio de Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes (SIGFI) e, de modo recente, Microssistemas Isolados de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI).⁷³

Importante são as considerações de Braun nesse sentido. Vejamos:

Porém, em sistemas ligados à rede, destaca-se o Projeto de Geração de Renda e Energia, localizado na cidade de Juazeiro (BA), realizado pela Brasil Solair, com um acordo de cooperação financeira com o Fundo Socioambiental CAIXA. Em dois condomínios do Programa Minha Casa Minha Vida, foram instalados sistemas fotovoltaicos sobre 1.000 residências, totalizando 2,1 MWp, envolvendo a comunidade local na instalação dos sistemas. Para atingir os objetivos do projeto uma resolução autorizativa específica foi aprovada. A energia gerada pelo projeto abastecerá as áreas comuns dos condomínios e o excedente será

⁷¹ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. **Anuário estatístico de energia elétrica 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 253 p.

⁷² EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. **Anuário estatístico de energia elétrica 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 253 p.

⁷³ BRAUN, P. **A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana**. 257 p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC., Florianópolis, SC., 2010. Disponível em: <http://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/fotov/>

comprado pela própria CAIXA. Parte da receita constituirá um fundo para melhorias nos condomínios e o restante, distribuída para os moradores.⁷⁴

O maior impedimento para o crescimento da tecnologia está centralizado no seu custo. O preço alto atrapalha a demanda, e a demanda restringida conserva o custo alto. O Brasil está principiando atualmente a produzir painéis fotovoltaicos, em pequena escala devido aos altos custos da instalação do sistema fotovoltaico e a encurtada demanda.

O silício, fundamental material usado nos painéis, existente em grande quantidade no Brasil, é exportado para países como a Ásia a preços bem baixos onde é limpo e decomposto em célula solar e importado ao Brasil por preços extremamente mais altos devido aos costumeiros impostos, taxas, custos de transportes, despachantes, dentre outros, elevando qualquer ação em prol do meio ambiente. Acredita-se que, mais cedo ou mais tarde, o governo vai perceber que o sol tão farto no país é nosso ligado na guerra contra a falta de energia elétrica que outra vez está nos aceirando.⁷⁵

É possível observar, presentemente, um desenvolvimento marcante do mercado de células fotovoltaicas, fundando-se no financiamento e implantação de sistemas de geração de energia fotovoltaica, que atuam vinculados à rede elétrica e o proprietário do sistema pode comercializar a energia excessiva a preços estimulados e por meio de contratos de longo prazo.

O consumidor que instalar micro ou minigeração distribuída será responsável primeiramente pelos custos de adaptação do sistema de medição indispensável para inserir o sistema de compensação. Depois do ajuste, a própria distribuidora se responsabilizará pela manutenção, compreendendo os custos de ocasional substituição. Além disso, as distribuidoras terão até 240 dias depois a publicação da resolução para preparar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso desses pequenos geradores, tendo como referência a regulamentação vigente, as normas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

⁷⁴ BRAUN, P. **A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana.** 257 p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC., Florianópolis, SC., 2010. Disponível em: <http://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/fotov/>

⁷⁵ BIGGI, Roger Renó **O uso da luz solar como fonte de energia elétrica através de sistema fotovoltaico – SF.** Disponível em <http://www.solenerg.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/02/TCC-Roger.pdf>. Acesso em 15 julho 2015.

De acordo com a resolução da ANEEL – N° 482 de 17 de Abril de 2012 Capítulo III, o consumidor poderá aderir ao sistema de compensação de energia elétrica seguindo alguns procedimentos dentro da resolução.

I - deverá ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B, ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A, conforme o caso.

II - o consumo a ser faturado, referente à energia elétrica ativa, é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto horário, quando for o caso, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subsequentes.

III - caso a energia ativa injetada em um determinado posto horário seja superior à energia ativa consumida, a diferença deverá ser utilizada, preferencialmente, para compensação em outros postos horários dentro do mesmo ciclo de faturamento, devendo, ainda, ser observada a relação entre os valores das tarifas de energia, se houver.

IV - os montantes de energia ativa injetada que não tenham sido compensados na própria unidade consumidora poderão ser utilizados para compensar o consumo de outras unidades previamente cadastradas para este fim e atendidas pela mesma distribuidora, cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação de energia elétrica, ou cujas unidades consumidoras forem reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito.

V - o consumidor deverá definir a ordem de prioridade das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica.

VI - os créditos de energia ativa gerada por meio do sistema de compensação de energia elétrica expirarão 36 (trinta e seis) meses após a data do faturamento, não fazendo jus o consumidor a qualquer forma de compensação após o seu vencimento, e serão revertidos em prol da modicidade tarifária.

VII - a fatura deverá conter a informação de eventual saldo positivo de energia ativa para o ciclo subsequente, em quilowatt-hora (kWh), por posto horário, quando for o caso, e também o total de créditos que expirarão no próximo ciclo.

VIII - os montantes líquidos apurados no sistema de compensação de energia serão considerados no cálculo da sobre contratação de energia para efeitos tarifários, sem reflexos na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, devendo ser registrados contabilmente, pela distribuidora, conforme disposto no Manual de Contabilidade do Serviço Público de Energia Elétrica.⁷⁶

Os órgãos públicos e as empresas com filiais que escolherem por participar do sistema de compensação também poderá valer-se do excedente produzido em uma de suas instalações para diminuir a fatura de outra unidade.

⁷⁶ ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757>. Acesso em 29 jul 2015

3.2- Preservação do meio ambiente por meio da geração de energia pelo sistema fotovoltaico.

A geração de energia elétrica anexa ao local de consumo ou na própria instalação consumidora, denominada de “geração distribuída”, pode ocasionar diversos benefícios sobre a geração centralizada clássica, como, por exemplo, economia dos investimentos em transmissão, diminuição das perdas nas redes e melhoramento da qualidade do serviço de energia elétrica. Como o regulamento é direcionado a geradores que usem fontes renováveis de energia, pretende-se obter melhores condições para o desenvolvimento sustentável do setor elétrico brasileiro, com bom emprego dos recursos naturais e emprego hábil das redes elétricas.⁷⁷

A procura por novidades na solução de outras fontes energéticas é uma realidade no atualizado panorama brasileiro e em Uberlândia como no resto do país, não é distante. Diversas construções públicas ou privadas estão escolhendo pelo emprego das placas fotovoltaicas com a finalidade de gerar economia e ao mesmo tempo poupar o meio ambiente. A energia solar capta a luz do sol e converte em energia elétrica, podendo ser considerada uma fonte limpa e inesgotável.

A transmissão da energia do Sol para a Terra ocorre por meio da radiação eletromagnética, sendo que 97% da radiação solar encontram-se entre comprimentos de onda de 0,3 a 3,0 μm , o que caracteriza como uma radiação de ondas curtas. Para que seja possível analisar a radiação na superfície terrestre é indispensável o conhecimento da intensidade da radiação e de sua composição. A radiação solar incidente no limite superior da atmosfera sofre uma série de reflexões, dispersões e absorções durante o seu percurso até o solo devido as flutuações climáticas. A incidência total da radiação solar sobre um corpo localizado no solo é a soma das componentes direta, difusa e refletida. Radiação direta é a radiação que provem diretamente do disco solar e que não sofreu nenhuma mudança de direção além da provocada pela refração atmosférica. Radiação difusa é aquela que recebe um corpo após a direção dos raios solares terem sido alteradas por reflexão ou

⁷⁷ BIGGI, Roger Renó **O uso da luz solar como fonte de energia elétrica através de sistema fotovoltaico – SF**. Disponível em <http://www.solenerg.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/02/TCC-Roger.pdf>. Acesso em 15 julho 2015.

espalhamento na atmosfera. A radiação refletida é dependente das características do solo e da inclinação do equipamento captador.⁷⁸

É preciso pensar em longo prazo. O sistema deve pagar o investimento em sete ou oito anos. “É uma tecnologia com garantia de utilização chegando há 30 anos”. Daqui algum ano existirá energia sendo gerada de graça. “A falta de chuva onera demais a tarifa de energia. Com o sistema é possível a manter os reservatórios deixando de usar a hidrelétrica e de emitir toneladas de CO2. Cada placa consegue o trabalho de uma árvore. É como se houvesse plantado 1600 árvores”.⁷⁹

Figura 2: Painéis fotovoltaicos



Fonte: BUIATTI Gustavo Malagol, **A Energia fotovoltaica e a preservação do meio ambiente em Uberlândia**. Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/04/energia-solar-e-aposta-para-economia-e-preservacao-em-uberlandia.html>. Acesso em 15 ago. 2015

⁷⁸ FADIGAS. Eliane A F. **Amaral. Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. Grupo de Energia . Escola Técnica. Universidade de São Paulo,

⁷⁹ BUIATTI Gustavo Malagol, **A Energia fotovoltaica e a preservação do meio ambiente em Uberlândia**. Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/04/energia-solar-e-aposta-para-economia-e-preservacao-em-uberlandia.html>. Acesso em 15 ago. 2015.

Esse sistema de geração de energia alternativa pode ser usual em todos os tipos de construção, já que a produção de energia é satisfatória conforme os painéis instalados. A título de exemplo tem-se a Escola Municipal Professor Milton de Magalhães Porto, no Bairro Segismundo Pereira, no município de Uberlândia é a comprovação dessa afirmativa, como se observa da figura 3, que segue:

Figura 3: Instalação de painel fotovoltaico



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia. Disponível em <http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/>

A Energia Solar soma características vantajosamente positivas para o sistema ambiental, pois o Sol, trabalhando como um imenso reator à fusão irradia na terra todos os dias um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas usadas pelo homem.

O Sol irradia anualmente o equivalente a 10.000 vezes a energia consumida pela população mundial neste mesmo período. Para medir a potência é usada uma unidade chamada quilowatt. O Sol produz continuamente 390 sextilhões (390×10^{21}) de quilowatts de potência. Como o Sol emite energia em todas as direções, um

pouco desta energia é desprendida, mas mesmo assim, a Terra recebe mais de 1.500 quatrilhões (1,5x10¹⁸) de quilowatts-hora de potência por ano.⁸⁰

Adicionado à crescente inquietação com a salvaguarda do meio ambiente, o acrescentamento da demanda energética, ligado à diminuição da oferta de combustíveis convencionais, incentivou a comunidade científica a pesquisar e aumentar fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental.⁸¹

Dentre as inúmeras fontes de energia com as características supracitadas, a solar é com certeza das mais prósperas. O investimento solar no Brasil tem amadurecido, mas ainda é simples no âmbito da matriz energética brasileira. Esta escassa atratividade é um contrassenso pois o Brasil é um país continental, com grande potencial neste quesito, haja vista estar situado em sua maior parte na região intertropical, o que permite o aplicação do sol o ano todo.⁸²

A forma mais comum de aplicação do sol em nosso país está ligada ao sistema de energia solar fotovoltaica. Há inúmeros benefícios desta tecnologia. Dentre os benefícios ambientais originados por esse tipo de energia, pode-se citar:

- Em regiões remotas, o custo da eletrificação pela rede convencional é demasiadamente alto, tornando mais barata a possibilidade da instalação da energia solar fotovoltaica em tais locais;
- A energia proveniente do sol não é poluente;
- As reservas de gás natural, petróleo e carvão durarão mais tempo, beneficiando as futuras gerações;
- Redução das perdas por transmissão e distribuição da energia, tendo em vista que a eletricidade é consumida onde é produzida;
- Fornecimento de maiores quantidades de eletricidade nos momentos de maior necessidade. Por exemplo, no Brasil, o uso do ar-condicionado é maior ao meio-dia, justamente o período em que pode haver aumento da geração elétrica solar;
- Curto prazo de instalação;
- O sistema de produção fotovoltaica é silencioso e tem longa vida útil;
- É resistente a condições climáticas extremas, como granizo, fortes ventos, temperaturas muito baixas ou muito altas;

⁸⁰ JORNAL DO brasil. **Energia Fotovoltaica e preservação do meio ambiente.** Disponível em <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-solar-ja-e-economicamente-viavel-para-15-dos-lares-brasileiros-2f5sytn0blgldfjq06h485bv2>. Acesso em 11 novembro 2015.

⁸¹ BIGGI, Roger Renó **O uso da luz solar como fonte de energia elétrica através de sistema fotovoltaico – SF.** Disponível em <http://www.solenerg.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/02/TCC-Roger.pdf>. Acesso em 15 julho 2015.

⁸² BIGGI, Roger Renó **O uso da luz solar como fonte de energia elétrica através de sistema fotovoltaico – SF.** Disponível em <http://www.solenerg.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/02/TCC-Roger.pdf>. Acesso em 15 julho 2015.

- Demanda pouca manutenção pois, a rigor, é necessária tão somente a limpeza do painel fotovoltaico.⁸³

É preciso considerar, também as desvantagens, principalmente no que se refere ao uso de baterias:

- Custo inicial maior
- Meios de medição do estado da carga não são simples

A operação de uma bateria, usada em um sistema solar fotovoltaico, deve atender a dois tipos de ciclos:

- Ciclos rasos a cada dia
- Ciclos profundos por vários dias (tempo nublado) ou semanas (durante o inverno)

As seguintes características devem ser observadas para que as baterias tenham um bom desempenho quando instaladas em um sistema solar fotovoltaico:

- Elevada vida cíclica para descargas profundas
- Necessidade de pouca ou nenhuma manutenção - Elevada eficiência de carregamento - Capacidade de permanecer completamente descarregada
- Baixa taxa de auto descarga
- Confiabilidade - Mínima mudança de desempenho, quando trabalhando fora da faixa de temperatura e operação

Outros fatores que também devem ser considerados, no momento de escolher a bateria adequada para esta aplicação.

- Disponibilidade dos fornecedores
- Distância, duração e custo do transporte para o local
- Custo da capacidade útil para um ciclo

⁸³ NAGATA, Marcelo. **Energia solar e seus benefícios.** Disponível em <http://www.rumosustentavel.com.br/energia-solar-beneficios/>. Acesso em 19 jul. 2015

- Custo da capacidade útil para um ciclo de vida - Necessidade de manutenção durante o armazenamento
- Peso
- Densidade de energia
- Disponibilidade e custos de unidade de controle, se necessário.

A geração em excesso, é usada para carregar as baterias. Quando a bateria atinge a plena carga e há sobra de geração, normalmente esta sobra é utilizada para alimentar outras cargas não essenciais. O carregador de bateria é normalmente um conversor CC-CC. Quando a geração de energia pelo arranjo é insuficiente, a bateria descarrega sua carga no inversor para atendimento da demanda. O diodo Db é utilizado para evitar que a bateria continue carregando após atingir sua carga máxima. O diodo Da tem a função de isolar o arranjo fotovoltaico da bateria, evitando que o mesmo funcione como carga da bateria durante o período noturno. O controlador de carga é o componente de maior importância no sistema, pois capta o sinal de corrente e tensão da bateria e arranjo fotovoltaico, controla o processo de carga e descarga da bateria controlando o conversor CC e a entrada e saída de cargas adicionais. Em sistemas conectados a rede elétrica, o excesso de energia é injetado na rede, sendo na maioria dos casos descartado o uso das baterias. Neste caso filtros são utilizados para filtrar o sinal que será injetado na rede livrando-o das harmônicas indesejáveis.⁸⁴

Diante disso conclui-se que o uso da energia fotovoltaica é imprescindível para a preservação do meio ambiente já que permite o uso de uma fonte renovável de energia que é o sol.⁸⁵

Ao longo da pesquisa comprovou-se tratar de uma fonte de energia limpa e que é benéfica ao meio ambiente, já que sua forma de uso não prejudica o meio ambiente, ao contrario, preserva-o indo ao encontro dos anseios sociais da atualidade, sobretudo no Brasil em que passamos por um período de escassez de água e a principal fonte de energia é a hidroelétrica.

⁸⁴ FADIGAS. Eliane A F. **Amaral. Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica.** Grupo de Energia . Escola Técnica. Universidade de São Paulo, p.60.

⁸⁵ FERNANDES, Geraldo, **Em formas alternativas de energia.** UFLA- Universidade Federal de Lavras. Disponível em <http://openufra.cead.ufla.br/fae/biblioteca.pdf>. Acesso em 10 nov 2015.

Além do mais o alto custo para a produção da energia hidroelétrica faz com que o custo da instalação fotovoltaicos e a produção de energia por meio deles seja compensatório para o consumidor que vê num curto espaço de tempo todo seu investimento de volta. Além é claro da preservação ambiental que tanto se almeja..

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enfim, conclui-se que são igualmente imperativas ações governamentais de ajuda efetiva ao setor energético em todo o país, para melhor avaliar o potencial solar; e políticas públicas mais contundentes no apoio à instalação, manutenção e ampliação de sistemas de redes isoladas, que possam utilizar os sistemas de geração de energia renovável, especialmente os sistemas fotovoltaicos.

De qualquer modo, pode-se asseverar que as alterações para estimular a expansão da microgeração e, principalmente, da geração solar, são uma evolução.

A influência crescente da sociedade no sentido do cuidado com o meio ambiente estimulará o processo de concretização da tecnologia fotovoltaica, pelo fato da mesma ajustar a geração de uma energia limpa.

Sobre o ponto de vista ambiental, o sistema fotovoltaico consente o acrescentamento da oferta de energia de forma limpa, segura, com pouca manutenção e sem a necessidade de degradar grandes áreas, sendo uma fonte de energia abundante, disponível em todos os locais, renovável e silente e sem emitir poluição.

Assim sendo, a produção de energia fotovoltaica representa grande vantagem sobre as demais, sobretudo quando se fala de energia limpa. Pois, o sol é um recurso renovável, ao contrário do que ocorre com a água. O uso das termoelétricas, tem se mostrado custoso, além de grandes problemas trazidos ao meio ambiente.

Quando comparados à energia eólica, também movida com fonte renovável, que é o vento, não pode deixar de mencionar o alto custo, muito além da energia fotovoltaica, já que além das torres de captação e transformação do vento em energia, cuja manutenção é onerosa, tem-se ainda que se considerar a construção das redes de distribuição, que também, são caras.

Desse modo, a energia fotovoltaica tem que se tornar uma realidade ainda mais crescente em nosso meio, pois a possibilidade de comercializar a energia excessiva com a concessionária local, torna esse tipo de energia viável economicamente, ao contrário do que se pensa, podendo a partir de um certo tempo gerar energia de modo gratuito para aqueles que dela utilizam.

Quando se fala do uso desse tipo de energia na preservação do meio ambiente, é possível afirmar que diante do contexto atual em que vivemos, revela-se

de suma importância, já que falamos de energia limpa, sem causar qualquer impacto ambiental onde estão instalados.

REFERÊNCIAS

AMADO, Frederico **Direito Ambiental Esquematizado** 5 ed, São Paulo: Método, 2014, p.50

CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. UFLA, Lavras, 2011. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-Fernando-Camara.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.35

ABRAGET. “**A Geração Termelétrica em um sistema predominantemente hidráulico**”. 3º Fórum Brasileiro de Energia Elétrica. 07 e 08 de julho de 2013..

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica **A necessidade da energia nuclear**. Disponível em <http://newsaneel.com.br/impresso/ler/noticia/699221>. Acesso em 10 nov. 2015.

ANEEL- Agencia Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=757>. Acesso em 29 jul 2015.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL / Ministério de Minas e Energia Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

BIGGI, Roger Renó **O uso da luz solar como fonte de energia elétrica através de sistema fotovoltaico – SF**. Disponível em <http://www.solenerg.com.br/blog/wp-content/uploads/2013/02/TCC-Roger.pdf>. Acesso em 15 julho 2015.

BNDES- **Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais** Comitê de análise setorial.

BRAUN, P. **A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana**. 257 p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC., Florianópolis, SC., 2010. Disponível em: <http://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/fotov/>

BUIATTI Gustavo Malagol, **A Energia fotovoltaica e a preservação do meio ambiente em Uberlândia**. Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2015/04/energia-solar-e-aposta-para-economia-e-preservacao-em-uberlandia.html>. Acesso em 15 ago. 2015.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA –CCEE- Disponível em http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/resultados?_afRLoop=3447872794437898#%40%3F_afRLoop%3D3447872794437898%26_adf.ct-rl-state%3Dhqfca31te_4. Acesso em 12 out 2015.

CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. UFLA, Lavras, 2011. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-Fernando-Camara.pdf>> Acessado em: 08/06/2014.

CASTRO, Nivalde José; DANTAS, Guilherme de A; BRANDÃO, Roberto; LEITE, André Luizda Silva. **Bioeletricidade e a Indústria de Álcool e Açúcar: possibilidades e limites**. Synergia. Rio de Janeiro, 2008.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão**. Série Documentos Técnicos 02/10

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDO ESTRATÉGICOS. **Potencial produtivo brasileiro e macro dimensões estratégicas em energia fotovoltaica — Uma primeira abordagem do Estudo**. Relatório de Abertura do Estudo. Brasília, DF. Out/2008.

CONTE, Bruno Pereira, **Relação entre liquidez e rentabilidade: um estudo aplicado às empresas de energia elétrica (2009-2013)**. Disponível em <http://www.revistaespacios.com/a14v35n07/14350713.html>. Acesso em 25 out. 2015

COUTO, R. C. S.,. **Hidrelétricas e Saúde na Amazônia: Um Estudo sobre a Tendência da Malária na Área do lago da Hidrelétrica de Tucuruí, Pará**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Instituto Oswaldo Cruz.

DE JULIO, A. **Rentabilidade, liquidez e segurança: é possível ter os três em um só investimento?** Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/carreira/noticia/2269664/rentabilidade-liquidez-seguranca-possivel-ter-tres-investimento>> Acesso em 21.Set. 2015.

DEMONTI, Rogers. **Sistema de co-geração de energia a partir de painéis fotovoltaicos**. UFSC, Florianópolis, dezembro de 1998. Disponível em: <http://www.ivobarbi.com/PDF/dissertacoes/Dissertacao_Rogers.pdf> Acessado em: 08/06/2014.

ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras), 2013. Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico,2010/2015. Fundamentos, v. 1. Rio de Janeiro: Eletrobrás

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. **Anuário estatístico de energia elétrica 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

FADIGAS. Eliane A F. Amaral. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. Grupo de Energia . Escola Técnica. Universidade de São Paulo

FERNANDES, Geraldo, **Em formas alternativas de energia**. UFLA- Universidade Federal de Lavras. Disponível em <http://openufla.cead.ufla.br/fae/biblioteca.pdf>. Acesso em 10 nov

FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas**. Revista Interesse Nacional Ano 6 - número 21 *abril-junho 201*, p.5

JANNUZZI, Gilberto de Martino, et al. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil: Panorama da atual legislação**. PROCOPRE, Campinas, SP, Outubro 2009. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf> Acessado em: 08/06/2014. P.12.

LÊDO, Samantha **O Futuro da Energia**. Revista da Sustentabilidade- Serviços sustentáveis- 12 agosto de 2015.

MACEDO, Isaias de Carvalho **Etanol e bioeletricidade : a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética** / [coordenação e organização Eduardo L. Leão de Souza e Isaias de Carvalho Macedo] . -- São Paulo : Luc Projetos de Comunicação, 2010.

MILARÉ, Édís; . **Direito do Ambiente: a gestão penal em foco 6 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais.2009**, p.902.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA **Balço Energético Nacional – Relatório Final 2014**. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2014&anoFimColeta=2013>. Acesso em 19 set 2015.

MONTENEGRO, A. **Avaliação do retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos integrados a residências unifamiliares urbanas no Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. Dissertação de Mestrado.

NAGATA, Marcelo. **Energia solar e seus benefícios**. Disponível em <http://www.rumosustentavel.com.br/energia-solar-beneficios/>. Acesso em 19 jul. 2015

NOTA TÉCNICA DEA 19/14– **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **Mudanças climáticas : ensino fundamental e médio** / Gilvan Sampaio de Oliveira, Neilton Fidelis da Silva, Rachel Henriques. – Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009. 348 p. -- : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 13)

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE- **Indicadores econômicos mundiais**, 2013.

PILATI, Luciana Cardoso **direito Ambiental Simplificado** São Paulo: Saraiva, 2010.

Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) e Plano Nacional de Energia 2010-2020 (PDE) / Ministério de Minas e Energia/Empresa de Pesquisa Energética Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html

RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012 Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

SANTOS, S. C. & NACKE, A., . **O Cerco Está se fechando** (R. P. Mullen, org.), pp. 78-88, Rio de Janeiro: Editora Fase/Editora Vozes/Belém: Núcleo de Altos Estudos na Amazônia, Universidade Federal do Pará,2014.

SEGUEL, Julio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. UFMG, Belo Horizonte, Agos.2009. Disponível em : <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/farias/materiais/316M.pdf>> Acessado em: 08/06/2014.

SÓ ELÉTRICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS. **Energia solar fotovoltaica**. Joaçaba, SC. Disponível em: <<http://www.soeletrica.ind.br/downloads/Energia%20Solar.PDF>> Acessado em: 08/06/2014.

SOUZA JR., J. A. “**Globalização, indústria de eletricidade e desenvolvimento sustentável**”. In: Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos técnicos e de implementação. Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Ademir Ribeiro Romeiro; Bastiaan Philip Reydon; Maria Azevedo Leonardi, org. - Campinas, SP: UNICAMP.IE.2006..

VENTURA FILHO, Altino. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas** – Revista Interesse Nacional, Ano 6, Número 21, abril – junho de 2013Disponível em : <http://www.interessenacional.com>

SEGUEL, Julio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. UFMG, Belo Horizonte, Agos.2009. Disponível em : <<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/farias/materiais/316M.pdf>> Acessado em: 08/06/2014. P.6
2015.