



ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE O USO DE ENERGIA EM GRID E A SOLAR NO SERTÃO PARAIBANO

Gilson Laurentino da Silva¹, Marcondes Silva de Oliveira², Ricardo Moreira da Silva³, Nayane Laurentino da Silva⁴

RESUMO: A utilização de energias renováveis é uma tendência mundial que visa amenizar os impactos ambientais oriundos da atividade humana. A energia solar é considerada uma fonte energética limpa e renovável, fundamental para o futuro. O Sertão do Nordeste brasileiro apresenta características geográficas e climáticas que favorecem a geração de energia solar fotovoltaica. Assim, objetivou-se comparar a viabilidade econômica entre unidades coletoras de energia solar nas residências do sertão Paraibano e a fornecida pela concessionária local em grid. Avaliou-se o custo médio pago pelas residências daquela localidade que utilizam a energia da concessionária em comparação ao uso da energia solar fotovoltaica incluindo valores para instalação e manutenção dos equipamentos de geração de energia solar. Concluiu-se pela viabilidade do uso da energia solar, visto que o custo final é menor que o da energia elétrica fornecida pela concessionária, além do possível aumento da micro geração, acarretando aumento do potencial energético regional.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, Sertão paraibano, Viabilidade econômica, Sustentabilidade.

ECONOMIC FEASIBILITY COMPARATION BETWEEN GRID AND SOLAR ENERGY USE IN SERTAO PARAIBANO.

ABSTRACT: The use of renewable energy is a global trend that aims to mitigate environmental impacts from human activity. Solar energy is considered a renewable clean energy source, essential for the future. The northeastern Brazil has geographical and climatic characteristics that favor the generation of photovoltaic solar energy. Thus, the objective was to compare the economic feasibility of collecting units of solar energy in homes of Paraíba hinterland to that provided by the local dealership in the grid. We evaluated the average cost paid by residents of that locality using the utility power compared to the use of photovoltaic solar energy including values for installation and maintenance of equipment. It was concluded that the using solar energy is more viable, as the final cost is less than the power supplied by the utility. In addition, it allows a possible increased in micro generation, resulting in regional energy potential increasing.

KEYWORDS: Solar energy, Backlands of Paraíba, Economic viability, Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial, o consumo dos recursos naturais e a poluição do meio ambiente, vêm gerando impactos ambientais e degradando o meio ambiente, colocando em risco a sobrevivência do planeta. Pesquisas científicas vêm fomentando a necessidade de mudanças desse comportamento descompromissado com os fatores ambientais.

Visando amenizar os efeitos nocivos e cumulativos na Terra, a humanidade vem paulatinamente descobrindo técnicas para possibilitar a viabilidade, inclusive econômica, para a geração de energia a partir de fontes renováveis e não poluentes, originando assim, no cidadão, o comportamento existencial ético-ambiental.

O fator econômico se apresenta e se define pela ruptura tecnológica característica da chamada terceira revolução técnico-industrial. A denominada “revolução informática” promove mudanças radicais na área do conhecimento, [...] passa a ocupar um lugar central nos processos de desenvolvimento, em geral (BRASIL, 2002, p. 5).

¹ Eng° Eletricista, Mestre em Engenharia de Produção, UFPB, gilson.laurentino@gmail.com.

² Eng° Eletricista, Mestre em Engenharia de Produção, UFPB, marcondes.silva@bcb.gov.br.

³ Eng° Eletricista, Doutor em Engenharia de Produção, UFPB, ricardomoreira0230@hotmail.com

⁴ Arquiteta e Urbanista, Mestre em Engenharia de Produção, UFPB, nayane.arq@gmail.com.

As fontes e as tecnologias de produção e geração de energia evoluem constantemente, decorrente de uma nova compreensão, teórica e prática, sobre o papel do homem no processo de degradação do meio ambiente e do seu comprometimento em amenizar os impactos ambientais estimulado pela incorporação das novas tecnologias em seu cotidiano.

A fonte solar vem evoluindo ao longo dos anos, porem ainda é pouco utilizada no mundo. Tais dados podem ser constatados em artigos internacionais como, "Instrumentos Econômicos Aplicados em Programas de Eficiência Energética" e "Eficientização Energéticas em Instituição de Ensino", ambos de autoria da Dra. Monica Menkes.

A implantação de sistemas de captação desta energia, para uso residencial, apesar de ter um elevado custo de implantação, ainda é considerada uma das melhores alternativas em prol da eficiência energética brasileira, sem ocasionar impactos ambientais e escassez dos recursos naturais, ajudando, a preservar o meio ambiente e a gerar eletricidade, sem sobrecarregar o sistema em grid, utilizado, atualmente, no Brasil (ANEEL, 2008)

De fato, a energia solar é considerada uma fonte primordial para sustentabilidade. A geração de energia por meio de irradiação solar, torna-se cada vez mais, um desafio para os países desenvolvidos e em desenvolvimento (ANEEL, 2008).

Nesse sentido, objetivou-se nesse estudo analisar o uso de instalação de unidades coletoras de energia solar, nas residências do meio rural no sertão paraibano, em comparação ao grid das concessionárias. Nessa perspectiva, cada residência possuiria sua própria unidade coletora de energia solar, dimensionada de acordo com demanda diária do aparato eletroeletrônico dos moradores, transformando-a em energia elétrica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos técnicos compreenderam pesquisa bibliográfica nos portais da Capes Scielo Diet, período entre 2009 a 2014.

O método de análise dos artigos baseou-se na "análise de conteúdos", cujos estudos selecionados abordam a temática de energia solar e suas utilidades no meio ambiente. O processo iniciou-se e, posteriormente, organizou-se a partir do entendimento da problemática central.

O método para seleção de artigos científicos desta pesquisa contou inicialmente com a investigação preliminar sobre os temas, em seguida a seleção dos bancos de dados, valorizando a seleção dos artigos com maior relevância, e, por fim, a análise bibliométrica do portfólio de artigos encontrados.

Para Tasca et al (2010), todo início de um processo de pesquisa é um problema, ou seja, uma questão que motiva o pesquisador a procurar informações sobre determinado tema ou assunto em livros ou base de dados digitais. O resultado desta procura consolidou-se com a construção do embasamento teórico que auxiliou a resposta do problema inicial.

A bibliometria foi originalmente denominada "bibliografia estatística", tendo como objetivo mensurar a produção e disseminação científica (ARAÚJO, 2006). O mesmo autor ressalta que no Brasil, os estudos começaram a ser difundidos na década de 1970, pelo órgão hoje conhecido como Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica (IBICT).

Aplicando mais um filtro estabelecido pelo ProKnow-C, tem-se o teste de aderência das palavras-chave que culminou na escolha de dois artigos do Banco de Artigos Bruto (BAB), por estarem adequados com o tema dessa pesquisa, com base nos títulos. Em caso de não ser, sugere-se voltar ao primeiro passo do método e dar novo seguimento a pesquisa (VILELA, 2012).

Posteriormente realizou-se o levantamento de custos atuais das residências da área rural que utilizam energia elétrica vendida pela concessionária, levando em conta a carga média em cada casa e seu tempo de uso, deixando cada família com suas demandas de energia atendidas.

Em seguida, em função dessas mesmas cargas, definiu-se a quantidade de equipamentos necessários para montar uma unidade em cada unidade residencial do sistema solar voltaico. Buscou-se no mercado, entre os fornecedores nacionais, as melhores opções de preços e formas de pagamentos, então o estudo econômico foi calculado em uma casa típica do sertão paraibano e pode ser visualizado na Tabela 1.

Vale ressaltar que os valores da Tabela 1 foram encontrados entre os fornecedores nacionais como: Neosolar.com.br; Kyocera.solar.com.br; Portalsolar.com.br.

Tabela 1 – Cálculo da tarifa mensal do sistema fotovoltaico

EQUIPAMENTOS	CUSTO	GARANTIA	VALOR ANUAL	VALOR MENSAL
5 painéis solar fotovoltaicos; 1 controlador de carga; 1 inversor; e 4 baterias estacionárias	R\$ 9.200,00	25 anos	R\$ 368,00	R\$ 30,61

Fonte: Pesquisa direta, 2014.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A Energia Solar

A energia solar fotovoltaica (foto = luz e volt = eletricidade) é gerada por meio da conversão direta da luz do Sol em eletricidade, através da potência solar instantânea que incide em um ponto específico. De acordo com a (ANEEL, 2008, p. 29):

"A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares." (ANEEL, 2008, p. 29).

A descoberta da transformação de energia solar em eletricidade ocorreu em 1839 por Edmond Becquerel. Mas, a produção industrial de sistemas fotovoltaicos surgiu apenas em 1956, destinados a atender a demanda energética em prol do desenvolvimento da microeletrônica e da corrida espacial.

A partir de 1970, com a crise do petróleo e os avanços tecnológicos, surgiram pesquisas científicas mais específicas sobre o aproveitamento da energia solar, que possibilitaram a utilização de módulos fotovoltaicos para a geração de energia elétrica (DUTRA; TOLMASQUIM 2003).

A intensidade dos raios solares, no planeta depende da latitude e da posição no tempo. A inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira, movimento de rotação, e a trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol, movimento de translação, são determinantes da incidência solar.

Nos dias em que o céu está sem nuvens pode atingir até 60%, mas em dias totalmente nublados deverá ser menor que 10% da luz incidente. A elevação da temperatura nas

células diminui a corrente gerada nos módulos (GALDINO, 2003).

Assim, "a duração solar do dia – período de visibilidade do Sol ou de claridade – varia, em algumas regiões e períodos do ano, de zero hora (Sol abaixo da linha do horizonte) [...] a 24 horas (Sol sempre acima da linha do horizonte)" (ANEEL, 2008, p. 30).

Quanto mais próximo à linha do Equador e no equinócio, menor é a variação da duração solar. O Nordeste brasileiro encontra-se próximo desta linha, portanto não ocorrem grandes variações na duração solar do dia.

Pesquisas comprovam que "a radiação solar depende, também, das condições climáticas e atmosféricas. Somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e a absorção dos raios solares pela atmosfera", mesmo assim, estudos apontam que a energia solar incidente na superfície terrestre seja 10 mil vezes maior que o consumo energético demandado pela população mundial (DUTRA; TOLMASQUIM, 2003. p. 24).

Segundo os estudos de Beneduce (1999) e Galdino (2003), a disponibilidade solar sofre variações de acordo com as estações do ano (mínimo no inverno e máximo no verão) e com o clima do local. No Brasil, estudos apontam que:

"Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados, atualmente, são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica." (ANEEL, 2008, p. 29)

Em se tratando do Sertão do Nordeste brasileiro há duas vantagens climáticas que favorecem a geração desse tipo energia: Condições atmosféricas e radiação solar abundante. As condições atuais da incidência da radiação solar no Nordeste que favorecem o aproveitamento da energia solar em eletricidade, por meio dos sistemas fotovoltaicos, está ilustrado na Figura 1:



Figura 1 – Incidência da radiação solar no Brasil

Fonte: <http://s4solar.com.br/energia-solar/mapas-solari-metricos/>, 2015.

Existem várias formas de aproveitamento de energia solar, dentre as quais destacam-se: Energia Térmica, Energia de Temperatura e a Energia Fotovoltaica. Conclui-se sobre a Figura 1 que, principalmente no Sertão paraibano, as condições atuais da incidência da radiação solar no Brasil é altamente favorável.

3.2 Energia Térmica

O aproveitamento da energia solar, para aquecer a água utilizada nas edificações, provoca o aumento da temperatura a níveis inferiores a 100°C, através do coletor solar, cujo funcionamento ocorre em virtude de três processos de transferência de energia, por diferença de temperatura: irradiação, condução, e convecção (ANEEL, 2008).

O aproveitamento térmico do aquecimento solar ativo envolve o uso de um coletor solar discreto, instalado no teto das edificações. Dados apontam que:

Somente com aquecimento doméstico de água para banho, são gastos anualmente bilhões de kWh de energia elétrica, os quais poderiam ser supridos com energia solar, com enormes vantagens socioeconômicas e ambientais. Mais grave ainda é o fato de que quase toda essa energia costuma ser consumida em horas específicas do dia, o que gera uma sobrecarga no sistema elétrico. Além disso, há uma enorme demanda em prédios públicos e comerciais, que pode ser

devidamente atendida por sistemas de aquecimento solar central (ANEEL, 2008, p. 38).

Em virtude desse sistema ser apropriado para o aquecimento d'água, não é o mais indicado para ser implantado nas residências do Sertão paraibano, em virtude das altas temperaturas registradas nessa localidade, que por si só provocam o aquecimento da água.

3.3 Energia de Temperatura

O aproveitamento da energia solar recomendado para os sistemas que demandam temperaturas superiores a 100 °C. O espelho parabólico de Odeillo, localiza-se nos Pirineus, no sul da França, construído com 9.500 espelhos planos e atinge a temperatura de 3.800° C (ANEEL, 2008).

O aumento da temperatura ocorre através de concentradores solares, superfície refletora de espelho que tem a forma de uma parabólica ou esférica convergente (ANEEL, 2008, p. 36), cuja finalidade é concentrar, em uma pequena área, a energia solar captada de uma grande área.

Estudos apontam que "os índices de eficiência que variam de 14% a 22% de aproveitamento da energia solar incidente, podendo ser utilizada para a geração de vapor e, conseqüentemente, de energia elétrica" (ANEEL, 2008, p. 36).

A energia de temperatura exige dispositivo de orientação, elevando os custos, mas consegue-se reduzir o valor do investimento caso o sistema seja de grande porte. Estudos descrevem técnicas e materiais que possibilitam a redução dos custos e o aumento da eficiência de conversão. Substituindo, por exemplo, os espelhos de vidro por folhas circulares de filme plástico aluminizado (ANEEL, 2008).

Esse tipo de aproveitamento, também, não é o mais indicado para ser implantado nas residências do Sertão paraibano, por não corresponder às necessidades dessa população brasileira, pois o grande desafio a ser superado nessa localidade é o acesso à energia elétrica.

3.4 Energia Fotovoltaica

O aproveitamento da energia solar, também, pode ser utilizado para produzir energia elétrica, através de efeitos da radiação, em virtude do calor e da luz incidindo sobre os materiais semi-condutores dos sistemas termoeletrico e fotovoltaico.

O primeiro ocorre devido à diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, a uma temperatura mais elevada do que as outras extremidades dos fios. No segundo "os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares" (ANEEL, 2008, p. 29).

Os custos de geração de eletricidade, a partir do efeito fotovoltaico, em escala comercial, são elevados por causa das células solares, "atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25%" (ANEEL, 2008 p. 36).

Esse sistema energético tem um custo estimado de 5 a 15 vezes maiores que a energia gerada por uma usina alimentada de gás natural, que opere com ciclo combinado.

Mas, nos últimos anos, observa-se uma redução no valor do investimento, que oscilam "de US\$ 200 a US\$ 300 por megaWatt-hora e entre US\$ 3 e US\$ 7 mil por quiloWatt instalado" (ANEEL, 2008, p. 36).

No Brasil, em virtude das diferenças climáticas dentre as grandes regiões – Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste, recomenda-se a utilização do sistema termoeletrico nas regiões Sul e Sudeste, enquanto nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica, aplica-se o sistema fotovoltaico. Por isso que:

"Esses projetos atuam basicamente com quatro tipos de sistemas: i) bombeamento de água, para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; ii) iluminação pública; iii) sistemas de uso coletivo, tais como eletrificação de escolas, postos de saúde e centros comunitários; e iv) atendimento domiciliar. Entre outros estão as estações de telefonia e monitoramento remoto, a eletrificação de cercas, a

produção de gelo e a dessalinização de água." (ANEEL, 2008, p. 39).

A geração de energia solar fotovoltaica ocorre, a partir, do semicondutor de silício, que converte a energia luminosa diretamente em energia elétrica, em corrente contínua (CC), por meio do princípio físico cujo efeito é fotovoltaico.

Dessa forma, esse sistema de "energia gera eletricidade, visando o atendimento de comunidades isoladas da rede de energia elétrica e ao desenvolvimento regional" (ANEEL, 2008, p. 37).

A radiação solar é transformada em energia elétrica, em virtude da excitação dos elétrons. Porém, vale ressaltar que o sistema fotovoltaico sofre restrições técnica, para implantar projetos em virtude de:

[...] a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável [...] outras fontes, como a energia hidráulica, por exemplo, que [...] requer grandes áreas inundadas, observa-se que a limitação de espaço não é tão restritiva ao aproveitamento da energia solar (ANEEL, 2008, p. 41).

Mas, por outro lado, estudos comprovam que:

Tomando-se como referência um índice médio global de radiação solar no Brasil de 1.800 kWh/m² ao ano, o consumo total de energia elétrica em 1998 (cerca de 300 TWh) e uma eficiência de conversão de 12%, seriam necessários 1.400 km² de coletores solares (0,016% do território nacional); o que corresponde a somente 5% da área alagada por usinas hidrelétricas no Brasil (ANEEL, 2008, p. 34)

Assim, pode-se afirmar que existe a possibilidade técnica do uso da energia elétrica fotovoltaica, integrada com os sistemas em grid de concessionárias locais, bastando ainda ser verificada a viabilidade econômica.

3.4 Análise Econômica De Implatação Da Energia Solar Fotovoltaica Em Residencias Rurais

No Brasil, o custo da energia elétrica é elevado, em comparação com outros países, levando o consumidor residencial médio a comprometer boa parte de sua renda com energia elétrica. Na Paraíba, por exemplo, o custo do kWh residencial será de R\$ 0,19650 até 06 de agosto de 2015, além da carga tributária de aproximadamente 32%, acrescida a essa tarifa (ANEEL, 2014).

Nessa perspectiva, o consumo médio de uma família da área rural é de, aproximadamente, 182KWh por mês, segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica publicado em 2014 com ano base 2013 registra um consumo de 283 GWh, para 130.095 residências em toda área rural paraibana.

Assim, o valor mensal cobrado, em cada residência, é de aproximadamente de R\$ 47,21 consumo de 1 KWh, incluso os tributos que incidem sobre a conta no final de

cada mês. Os valores podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 – demonstrativa do custo energia elétrica em grid

CONSUMO ANUAL	TOTAL DE RESIDÊNCIAS RURAIS	CONSUMO RESIDENCIAL MENSAL
271 GWH	124.035 und.	182 KWH
Custo do KWH rural sem o imposto = R\$ 0,19650	Custo do KWH rural com imposto = R\$ 0,25938	Custo médio mensal da fatura, paga à concessionária, por residência = R\$ 47,21

Fonte: Pesquisa direta, 2014.

Os custos iniciais para a implantação do sistema fotovoltaico incluem a compra de equipamentos (placas fotovoltaicas e baterias), a instalação e o processo de manutenção. Assim, assumem elevados valores monetários, porém, vale ressaltar que, ao indicar esse sistema autônomo à população do Sertão paraibano, deve-se ter bastante cautela para não superdimensionar o sistema e com isso elevar os custos.

A aplicação da proposta de geração de energia rural por meio do sistema fotovoltaico não é indicado para aumentar o consumo residencial, porém é viável para atender as demandas reais. Um sistema fotovoltaico autônomo deve gerar a energia elétrica consumida em 24 horas, medido pelas cargas. No caso dos pequenos ou médios projetos calculados, para utilizarem esse tipo de sistema, o dimensionamento do gerador fotovoltaico obtido, para fornecer o potencial elétrico desejado, será para apenas um dia.

Assim, vale ressaltar que o pico de captação de energia pelo painel fotovoltaico terá quatro horas para converter a radiação solar em eletricidade, duas horas antes e duas horas depois do meio dia solar, em média.

Por isso, o painel tem que possuir uma quantidade de energia por unidade de tempo, denominada de potência pico elevada, em relação às cargas; a quantidade de módulos fotovoltaicos que compõem o painel varia de

acordo com a localização geográfica, devido os diferentes níveis de irradiação solar registrado. Isto significa que o projeto utilizado no interior da Paraíba, não irá funcionar corretamente, por exemplo, no interior de Rio Grande do Sul.

Além do horário do pico de captação, o painel deve ser dimensionado para assegurar o fornecimento elétrico nos períodos de menor incidência de irradiação solar. Nos períodos com níveis de irradiação solar elevado uma parcela da energia poderá ser desprezada, caso os controladores de carga não aproveitem o excedente da energia elétrica para as tarefas de manutenção das baterias.

Assim, para calcular o potencial a ser gerado diariamente, deve-se considerar o consumo real dos aparelhos, em situações médias. Caso considere apenas as situações críticas, o sistema será superdimensionado; mas se considerar apenas os melhores cenários, o sistema será subdimensionado, impossibilitando a geração de energia elétrica nos períodos de menor irradiação solar, ou maior desgaste das baterias.

A Tabela 3 apresenta cálculos da necessidade de Wh/dia demandada por uma casa de dois quartos, um banheiro, uma sala, uma cozinha e um terraço, para uma típica família de pessoas moradoras nos municípios do Nordeste do Brasil.

Tabela 3 – Cálculo da demanda de energia elétrica fotovoltaica

APARELHO	CARGA	HORAS/DIA	CÁLCULO	DEMANDA
3 Lâmpadas fluorescente de 40 W	120 W	6	120 x 6	720 Wh/dia
3 Lâmpadas fluorescente de 20 W	60 W	6	60 x 6	360 Wh/dia
1 geladeira	280 W	24	280 x 24	6720 Wh/dia
1 ferro elétrico	1200 W	0,3	0,3 x 1200	360 Wh/dia
1 liquidificador	100 W	0,3	0,3 x 100	30 Wh/dia
1 Televisor	100 W	4	4.0 x 100	400 Wh/dia

Fonte: Pesquisa direta, 12/2014.

Assim, continua-se calculando as necessidades energéticas dos aparelhos de consumo somados para conhecer a energia que é utilizada diariamente. Após essa etapa, e com base nos componentes do sistema e formas de uso, realiza-se o cálculo do rendimento global da instalação. A energia real necessária para atender a demanda de uma edificação no dia, deve ser gerada

diariamente pelo sistema fotovoltaico e acumulada nas baterias.

Os aparelhos descritos na Tabela 3 apresentam um consumo total de 8.590 Wh/dia. Ao considerar um rendimento global de 89%, o sistema fotovoltaico tem que gerar e armazenar, diariamente,

aproximadamente 600 Wh/dia. Assim, devido a diversas perdas e dispersão de características, no cálculo do painel fotovoltaico, deve-se acrescentar 10% ao valor da energia real calculada para um dia. Nesse caso, para os 600 Wh/dia, aproximadamente 660 Wh/dia.

A montagem do sistema fotovoltaico, de acordo com mercado interno do Brasil, para a geração de energia elétrica, a partir, da irradiação solar, que supra a demanda dos aparelhos, requer a instalação dos equipamentos que estão apresentados a Tabela 1, com o respectivo valor da tarifa mensal, para o uso off line, da energia solar.

3.5 Comparação entre a Energia Solar e a em Grid.

Em prol de facilitar a visualização da diferença entre a utilização da energia elétrica em grid e a solar, pode-se

comparar as definições de nomenclaturas dos dimensionamentos, comumente utilizados no sistema solar fotovoltaico.

Para uma residência com um consumo médio de 243 KWh/mês, exige-se a instalação de um sistema composto por: módulos solares; inversores; baterias; painel de controle central; e contador de fornecimento. Para produzir e atender a demanda o sistema fotovoltaico custará, aproximadamente, R\$ 9.200,00. Os valores dos custos em relação ao consumo da energia elétrica em grid e a solar estão apresentados no Tabela 4.

Vale ressaltar que os valores apresentados na Tabela 1 foram calculados, a partir, do valor do custo de implantação do sistema solar diluído de acordo com o prazo de garantia de 25 anos.

Tabela 4 – Valores referentes aos custos mensais EG x EF

SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	VALORES MONETÁRIOS
Implantação do Sistema Fotovoltaico	R\$ 9.200,00
Custo Residencial Mensal com Ligação em Grid	R\$ 47,21
Custo Residencial Mensal do Sistema fotovoltaico	R\$ 30,61

Fonte: Pesquisa direta, 2014.

4 CONCLUSÃO

Fica exposto, nesse estudo, a relevância da implantação do sistema fotovoltaico para suprir a demanda das residências rurais do Nordeste brasileiro, principalmente, do sertão paraibano, através do aproveitamento da energia solar em relação ao uso da geração de energia elétrica em grid.

Esse sistema deve ser utilizado de modo integrado com o sistema em grid, evitando a sobrecarga do fornecimento da concessionária, liberdade na administração do uso e do custo mensal que, atualmente, compromete a renda de cada residência dessa região.

Conclui-se que a implantação do sistema fotovoltaica, nas residências localizadas na região do Sertão paraibano, exige um investimento de menor custo em relação ao sistema em grid, no qual, todos ganharão, por não ocasionar alteração no aspecto econômico, inclusive para as concessionárias que porventura acreditassem em redução de faturamento, e, bem como, não provoca a degradação do meio ambiente e nem a escassez dos recursos naturais.

5 REFERÊNCIAS

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2014.

_____. **Informações técnicas das tarifas residências**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/493.htm>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

_____. **Anuário estatístico de energia elétrica: ano base 2013**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, EPE, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

ARAÚJO. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

BENEDUCE. **Energia solar fotovoltaica sem mistérios**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

BRASIL.Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: 2002.

DUTRA, R. M.; TOLMASQUIM, M. T. Estudo de viabilidade econômica para projetos eólicos com base no novo contexto do setor elétrico. In: COLETÂNEA de artigos: energias solar e eólica. Rio de Janeiro: CRESEB, 2003. V. 1, p. 189-202. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=6>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

GALDINO. **Perguntas mais frequentes sobre energia solar**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?tas>>

k=livro&cid=6>. Acesso em: 16 nov. 2003.

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

KARLSSON, C., **Researching operations management**. London: Routledge, 2008.

TASCA, E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.R., An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. **Journal of European Industrial Training**, Florianópolis, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010.

VILELA. **Métodos e técnicas de estudo**. Disponível em:
<http://famanet.br/pdf/cursos/semipre/metodos_tecnicas_estudo_md3.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2014.