



Domestic photovoltaic energy generation: Billing by the electric energy compensation system

Maria Luiza Abath Escorel Borges¹, Henrique Sérgio Rêgo de Holanda Sá Sobrinho²

^{1,2}Centro Universitário de João Pessoa/PB

Email: mluizabath@gmail.com, henrique.sobrinho@unipe.br

Received: April 16th, 2017

Accepted: May 21th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

The increase in world energy demand due to improved standards of living in developing countries gives rise to concerns about the environmental impacts caused by energy sources such as fossil fuels, which are still widely used in the world. Renewable energy is seen as the solution to meet this growing energy demand. Solar rays, in addition to bringing the light and heat essential to life on earth, can be harnessed for the generation of electricity. As an incentive for solar energy, ANEEL has established the energy compensation system, where the consumer can obtain credits and use as a discount the next energy bills. This article presents an example of billing by the energy compensation system. The results obtained show that in spite of the high investment cost, it is possible to obtain, over the years, the financial return from the use of photovoltaic energy.

Keywords: Renewable energy; Photovoltaics; Solar energy.

Geração doméstica de energia fotovoltaica: faturamento pelo sistema de compensação de energia elétrica

RESUMO

O crescimento da demanda energética mundial em razão da melhoria dos padrões de vida nos países em desenvolvimento traz preocupação devido aos impactos ambientais causados por fontes energéticas como combustíveis fósseis, que ainda são amplamente utilizados no mundo. Vê-se nas energias renováveis a solução para suprir essa crescente demanda energética. Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de eletricidade. Como forma de incentivo da energia solar, a ANEEL estabeleceu o sistema de compensação de energia, onde o consumidor pode obter créditos e utilizar como desconto nas próximas contas de energia. Este artigo apresenta um exemplo de faturamento pelo sistema de compensação de energia. Os resultados obtidos mostram que apesar do alto custo de investimento, é possível obter no decorrer dos anos o retorno financeiro com a utilização da energia fotovoltaica.

Palavras Chaves: Energias renováveis; Energia fotovoltaica; Energia solar.

I. INTRODUÇÃO

A engenharia civil possui um enorme potencial de intervenção na transformação da natureza e sua adaptação às necessidades humanas, com o intuito de fazer a sociedade progredir. O desenvolvimento dela tem seu preço e, geralmente, quem paga por ele é o meio ambiente, direta ou indiretamente [1].

A indústria da construção civil apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, os quais poderiam ser minimizados ou até mesmo eliminados, se foram adotadas medidas sustentáveis em suas ações, como por exemplo, a utilização de fontes de energias renováveis [2].

A questão energética é um dos assuntos de maior importância na atualidade. A qualidade de vida de uma sociedade está intimamente ligada ao seu consumo de energia. O crescimento da demanda energética mundial em razão da melhoria dos padrões de vida nos países em desenvolvimento traz preocupação devido aos impactos ambientais causados por fontes energéticas como combustíveis fósseis, que ainda são amplamente utilizados no mundo.

Além disso, é importante lembrar que as reservas desses combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural, um dia vão se esgotar e por isso é necessário buscar alternativas.

Vê-se nas energias renováveis a solução para suprir essa crescente demanda energética [3].

Para [4] afirma que a adoção de fontes renováveis na matriz energética de um país minimiza os impactos causados por combustíveis fósseis. Dentre elas, a energia solar vem se destacando nos quesitos relacionados a custos de produção, segurança de fornecimento e sustentabilidade ambiental. Assim como a eólica e a do mar, a energia solar se caracteriza como inesgotável e é considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental.

Diariamente toneladas de energia chegam ao nosso planeta de forma gratuita e limpa. Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de eletricidade. Isso é possível através de uma tecnologia chamada fotovoltaica, ou seja, luz transformada em eletricidade [4].

Com altos níveis de radiação solar contemplando a região Nordeste Brasileira, vê-se grande potencial para a utilização de energia de fontes renováveis para suprir a demanda que vem crescendo a cada ano em nosso país. Como o Brasil depende hoje da geração de energia em quase sua totalidade das hidrelétricas, a população sofre muito quando os níveis das barragens baixam e conseqüentemente, prejudicam a geração desse tipo de energia [5].

Com a preocupação em solucionar os problemas existentes em vários seguimentos da sociedade, juntamente com a responsabilidade em preservar o meio ambiente, essa pesquisa se justifica em razão da falta de conhecimento das pessoas em relação à energia solar, o que vem impedindo um crescimento mais rápido da sua utilização, visto que esse tipo de energia é tido como economicamente inviável para a renda dos brasileiros devido ao seu alto custo de implantação.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS NO MUNDO

Ao longo dos últimos 40 anos, a produção de energia elétrica baseada em fontes renováveis manteve-se estável, em torno de 12,5% da produção global. Embora os biocombustíveis sólidos (principalmente madeira) representassem três quartos da oferta das fontes renováveis, grandes desenvolvimentos recentes em energia solar e eólica começaram a mudar esse cenário.

O crescimento acentuado do uso de energia solar e eólica compensou o declínio na participação da hidroeletricidade e, portanto, as fontes renováveis de energia têm mantido a sua posição de terceiro maior contribuinte para a produção global de eletricidade. Foram responsáveis por 21,6% da geração mundial em 2013, depois do carvão (41,2%) e ligeiramente atrás do gás (21,8%), mas à frente da nuclear (10,6%) e óleo (4,4%).

No entanto, para alguns países, a participação pode ser muito maior, próximo ou igual a 100%. Este é o caso, por exemplo, da Islândia, com 100% de sua eletricidade produzida por fontes renováveis (geotérmica e hídrica). Paraguai e Noruega com 100% e 98%, respectivamente, da sua eletricidade produzida por hidrelétrica. O Brasil possui sua matriz de fontes energéticas pouco diversificada, tendo em vista que de toda a energia produzida, 61,12% são de usinas hidrelétricas e 27,75% de usinas termoeletricas. Fontes eólicas representam 6,03% e solar fotovoltaica apenas 0,02%.

II.2 CRESCIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O crescimento mundial da energia fotovoltaica vem configurando uma curva exponencial durante mais de duas décadas, evoluindo de um nicho pequeno de mercado, com aplicações em pequena escala, para se tornar uma grande fonte de eletricidade. Quando os sistemas solares foram reconhecidos como uma tecnologia promissora de energia renovável, programas tais como tarifas “feed-in” e “net-metering” (sistema de compensação) foram implementados por uma série de países, a fim de oferecer incentivos econômicos para investimentos.

Durante vários anos o crescimento foi impulsionado principalmente pelo Japão e países europeus. Como consequência, o custo da energia solar diminuiu significativamente devido a melhorias na tecnologia, sobretudo quando a produção de células e módulos solares começaram a crescer na China. Desde então, o uso da energia fotovoltaica vem ganhando força em uma escala mundial e cada vez mais competindo com as fontes de energia convencionais.

Historicamente o Estados Unidos foi líder em sistemas fotovoltaicos instalados, com capacidade total de 77 megawatts em 1996, mais do que qualquer outro país na época. No ano seguinte, o Japão tornou-se líder mundial até 2005, quando a Alemanha assumiu liderança com aproximadamente 40.000 megawatts. Em 2016 a China se tornou o maior produtor mundial de energia fotovoltaica.

Até o final de 2014 a capacidade fotovoltaica mundial acumulada atingiu 178 gigawatts (GW) suficientes para abastecer 1 por cento da demanda global de energia elétrica. Atualmente 7,9% da demanda mundial é suprida por fonte fotovoltaica. Estima-se que em 2020 a potência fotovoltaica mundial somará 500 GW e que em 2050 será a principal fonte de energia do planeta.

II.3 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Geração Distribuída (GD) é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do consumidor, independente da potência, tecnologia e fonte de energia. A GD tem vantagem sobre a geração central pois economiza investimentos em transmissão e reduz as perdas, melhorando a estabilidade do serviço de energia elétrica.

A geração elétrica perto do consumidor chegou a ser regra na primeira metade do século XX, quando a energia industrial era praticamente toda gerada localmente. A partir da década de 40, a geração em centrais de grande porte ficou mais barata, reduzindo o interesse dos consumidores pela GD. Como consequência, o desenvolvimento tecnológico para incentivar esse tipo de geração também diminuiu.

As crises do petróleo introduziram fatores perturbadores que mudaram irreversivelmente este panorama. A partir da década de 90, a reforma do setor elétrico brasileiro permitiu a competição no serviço de energia, criando concorrência e estimulando a produção de energia elétrica com custos competitivos. Com o fim do monopólio da geração elétrica, em meados dos anos 80, o desenvolvimento de tecnologias alternativas voltou a ser incentivado com visíveis resultados na redução dos custos.

No final de 2015, o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), para ampliar e aprofundar as ações de estímulo à geração pelos próprios consumidores, com base nas

fontes renováveis (em especial a solar fotovoltaica). O ProGD pode movimentar pouco mais de R\$ 100 milhões em investimentos, até 2030, quando 2,7 milhões de unidades consumidoras poderão gerar sua própria energia, entre residências, comércios, indústrias e setor agrícola, o que pode resultar em 23.500 MW de energia limpa e renovável, o equivalente à metade da geração da Usina Elétrica de Itaipu. Com isso, o Brasil pode evitar que sejam emitidos 29 milhões de toneladas de gás carbônico na atmosfera.

II.4 MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDAS

Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a [6], o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada. Podendo, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade.

Os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

Com objetivos de reduzir os custos e tempo para a conexão das micro e minigeração, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento, aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012 [6].

II.5 PRINCIPAIS INOVAÇÕES

Segundo as novas regras, que começaram a valer em 1º de março de 2016, é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denomina-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (kW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (sendo 3 MW para a fonte hídrica), conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passa de 36 para 60 meses, podendo também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular, situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto”.

Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios (empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras). Nessa configuração a energia gerada pode ser dividida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores.

A ANEEL criou ainda a figura da “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados.

Com relação aos procedimentos necessários para se conectar a micro ou minigeração distribuída à rede da distribuidora, a ANEEL estabeleceu regras que simplificam o processo: foram instituídos formulários padrão para realização da solicitação de acesso pelo consumidor e o prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias. Adicionalmente, a partir de janeiro de 2017, os consumidores poderão fazer a solicitação e acompanhar o andamento de seu pedido junto à distribuidora pela internet.

II.6 CRÉDITO DE ENERGIA

Caso a energia injetada na rede seja superior à consumida, cria-se um “crédito de energia” que não pode ser revertido em dinheiro, mas pode ser utilizado para abater o consumo da unidade consumidora nos meses subsequentes ou de outras unidades de mesma titularidade (desde que todas as unidades estejam na mesma área de concessão), com validade de 60 meses.

II.7 CONDIÇÕES PARA A ADESÃO

Compete ao consumidor a iniciativa de instalação de micro ou minigeração distribuída – a ANEEL não estabelece o custo dos geradores e tampouco eventuais condições de financiamento. Portanto, o consumidor deve analisar a relação custo-benefício para instalação dos geradores, com base em diversas variáveis: tipo da fonte de energia (painéis solares, turbinas eólicas, geradores a biomassa etc), tecnologia dos equipamentos, porte da unidade consumidora e da central geradora, localização (rural ou urbana), valor da tarifa à qual a unidade consumidora está submetida, condições de pagamento/financiamento do projeto e existência de outras unidades consumidoras que possam usufruir dos créditos do sistema de compensação de energia elétrica.

II.8 O EFEITO FOTOVOLTAICO

O fundamento da conversão da energia do sol em energia elétrica está no Efeito Fotovoltaico, descoberto por Becquerel em 1839, ao observar que certos materiais, ao serem expostos à luz, eram capazes de produzir corrente elétrica. No entanto, somente em 1954 foi produzida a primeira célula fotovoltaica com uma eficiência de conversão aceitável (Chapin, 1954, célula de 6%). Nos anos 1950-70, iniciaram-se as pesquisas intensivas nesta área, especialmente para aplicações espaciais. A grande mudança foi produzida a partir dos anos 70, motivada em parte pela primeira crise energética internacional, que fomentou uma tentativa de diversificação das fontes energéticas e promoveu a pesquisa e o desenvolvimento da energia fotovoltaica (FV) como fonte energética.

O elemento fundamental na conversão FV é a Célula Fotovoltaica. Em determinados materiais semicondutores, os fótons da radiação solar são capazes de transmitir sua energia aos elétrons de valência do semicondutor, tomando possível romper suas ligações de modo que fiquem livres e possam movimentar-se no material produzindo corrente elétrica. A ausência de um elétron devido ao rompimento de uma ligação se chama “buraco”, que também pode mover-se através do semicondutor.

Portanto, as propriedades de condução elétrica de um semicondutor devem-se tanto ao movimento dos elétrons, quanto ao movimento dos buracos, denominando-se ambos, de maneira genérica, portadores de carga. O movimento dos elétrons e buracos

em direções opostas gera uma corrente elétrica no semicondutor, que pode ser aproveitada por um circuito externo.

II.9 GERAÇÃO DE ENERGIA

Os sistemas fotovoltaicos geram energia elétrica através das células fotovoltaicas, que são feitas de materiais capazes de transformar a radiação solar diretamente em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. Nesse efeito, a luz solar é absorvida pelas células fotovoltaicas, que podem ser dispostas de diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares.

A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons, que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica [7]. Em resumo, o efeito fotovoltaico decorre da excitação dos elétrons de alguns materiais na presença da luz solar. Entre os materiais mais adequados para esse processo, destaca-se o silício [8].

A eletricidade gerada pelas células está em corrente contínua e pode ser imediatamente usada ou armazenada em baterias. Em sistemas conectados à rede, a energia gerada precisa passar por um equipamento chamado inversor, que converte a corrente contínua em alternada com as características necessárias para atender as condições impostas pela rede elétrica pública.

Segundo a [6], a energia é lançada diretamente na rede e a que não for consumida é convertida em crédito, que pode ser utilizado em até dois anos. Esse crédito se dá por meio de um desconto nas próximas contas de eletricidade. Outra vantagem do sistema fotovoltaico é que ele não precisa do brilho do sol para operar. Ele também gera eletricidade em dias nublados, entretanto, a quantidade de energia gerada depende da densidade das nuvens. Devido à reflexão da luz do sol, dias com poucas nuvens podem resultar em mais produção de energia do que dias completamente claros.

Como já dito anteriormente, as células fotovoltaicas são fabricadas com material condutor. Isso significa que o material possui características intermediárias entre um condutor e um isolante. Existe um processo para que material semicondutor seja realmente transformado em uma célula fotovoltaica. De uma maneira geral, o semicondutor passa por uma etapa de purificação, seguido por um processo conhecido por dopagem, através da introdução de impurezas [9].

De acordo com [10], a célula fotovoltaica é composta por uma camada de material tipo P, justaposta a uma camada de material tipo N. Ao serem unidas, é formado um campo elétrico próximo à junção. No momento em que célula é exposta à luz, a energia dos fótons permite que elétrons presentes na camada P consigam passar

para a camada N, criando uma diferença de potencial nas extremidades do semicondutor. Se forem conectados fios às extremidades e estes forem ligados a uma carga, haverá um fluxo de corrente elétrica, fazendo os elétrons retornarem para a camada P, reiniciando o processo.

Ou seja, a luz do sol fornece energia para impulsionar os elétrons, estabelecendo assim, a corrente elétrica. É fundamental saber a quantidade de irradiação solar que incide no local onde se deseja instalá-las, através de um estudo dos níveis médios de irradiação, além de verificar qual a melhor orientação e inclinação em relação ao Sol, para ser obtido o melhor aproveitamento dos painéis.

Finalmente, um conjunto de inversores de frequência transforma a energia elétrica gerada em corrente contínua em, podendo então, conectar-se à rede elétrica e ser distribuída para a cidade [8].

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi utilizado como metodologia de pesquisa o levantamento bibliográfico sobre o tema, assim como sobre as técnicas mais usuais e práticas para dimensionamento básico de arranjos para utilização em unidades residenciais e conexão à rede. Fez-se, também, uma pesquisa documental (projetos técnicos, orçamentos, de mercado) a fim de se obter dados comparativos quanto aos custos e tecnologia colocada no mercado. No intuito de demonstrar a dinâmica do sistema de compensação de energia elétrica, foi calculado o faturamento hipotético de uma possível situação, afim de discutir o levantamento de custos e retorno do investimento.

IV. FATURAMENTO PELO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Considerando a existência de uma unidade consumidora trifásica (custo de disponibilidade igual ao valor em reais equivalente a 100 kWh), que tenha instalado equipamentos de microgeração solar fotovoltaica com potência de 2 kW (pico), e cujo consumo médio mensal seja de 418 kWh. Para efeitos de cálculo, foi utilizada a tarifa de 0,51 R\$/kWh, sem a incidência de impostos federais e estaduais (PIS/COFINS e ICMS) [11].

Com base nos níveis mensais de irradiação solar na localidade, foi estimada para a unidade consumidora (UC) a geração de energia (injetada), conforme apresentado no Quadro 1 a seguir.

Tabela 1: Consumo e geração no primeiro trimestre.

Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	Crédito acumulado (kWh)	Fatura sem GD*	Fatura com GD*	Diferença
Jan	330	353	23	R\$ 168,30	R\$ 51,00	R\$ 117,30
Fev	360	360	23	R\$ 183,60	R\$ 51,00	R\$ 132,60
Mar	460	335	0	R\$ 234,60	R\$ 52,02	R\$ 182,58

$\text{Fatura março} = (\text{Consumo} - \text{Injetado} - \text{Crédito utilizado}) \times \text{Tarifa energia}$
 $\text{Fatura março} = (460 - 335 - 23) \times 0,51 = \text{R\$ } 52,02$

Fonte: ANEEL, (2016).

Conforme pode ser observado no quadro anterior, no mês de janeiro o consumo da unidade consumidora (330 kWh) foi menor do que a energia ativa injetada na rede (353 kWh), resultando disso um crédito (23 kWh) a ser utilizado em faturamento posterior.

No mês de janeiro, portanto, o faturamento será apenas pelo custo de disponibilidade. Como esse custo é o valor em reais equivalente a 100 kWh, para uma tarifa de 0,51 R\$/kWh, o custo de disponibilidade será de R\$ 51,00.

No mês de fevereiro, a energia ativa injetada na rede (360 kWh) foi igual ao consumo medido. Dessa forma, o crédito do mês anterior não foi aproveitado (e, novamente, a UC foi faturada pelo custo de disponibilidade).

Em março, o consumo (460 kWh) foi maior do que a energia ativa injetada na rede (335 kWh), circunstância que propiciou a utilização do crédito de 23 kWh gerados no mês de janeiro. O consumo e geração anual da unidade consumidora está retratado na Tabela 2.

Tabela 2: Consumo e geração no ano.

Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	Crédito acumulado (kWh)	Fatura sem GD*	Fatura com GD*	Diferença
Jan	330	353	23	R\$ 168,30	R\$ 51,00	R\$ 117,30
Fev	360	360	23	R\$ 183,60	R\$ 51,00	R\$ 132,60
Mar	460	335	0	R\$ 234,60	R\$ 52,02	R\$ 182,58
Abr	440	357	0	R\$ 224,40	R\$ 51,00	R\$ 173,40
Mai	450	333	0	R\$ 229,50	R\$ 59,67	R\$ 169,83
Jun	390	308	0	R\$ 198,90	R\$ 51,00	R\$ 147,90
Jul	350	360	10	R\$ 178,50	R\$ 51,00	R\$ 127,50
Ago	476	370	4	R\$ 242,76	R\$ 51,00	R\$ 193,80
Set	484	380	0	R\$ 246,84	R\$ 51,00	R\$ 183,60
Out	480	378	0	R\$ 244,80	R\$ 52,02	R\$ 192,78
Nov	430	338	0	R\$ 219,30	R\$ 51,00	R\$ 168,30
Dez	390	332	0	R\$ 198,90	R\$ 51,00	R\$ 147,90
Total	5.100	4.204	-	R\$ 2.560,20	R\$ 622,71	R\$ 1.937,49

Fatura agosto = (476 – 370 – 6) x 0,51 = R\$ 51,00

Fonte: ANEEL, (2016).

Nota-se que, no mês de julho, novamente o consumo (350 kWh) foi menor do que a energia ativa injetada na rede (360 kWh), o que gerou um crédito de 10 kWh. Já no faturamento de agosto, a energia injetada foi de 370 kWh e o consumo foi maior (476 kWh). A diferença entre o consumo e a geração (106 kWh) seria, portanto, o valor a faturar naquele mês. Todavia, há 10 kWh de créditos gerados no mês anterior (julho) e, assim sendo, eles podem ser utilizados para abater o valor a faturar.

Nesse caso, no entanto, basta que sejam utilizados 6 kWh (dos 10 kWh de crédito) para que a quantidade de kWh a faturar seja igual à quantidade mínima que deve ser faturada (100 kWh – custo de disponibilidade). Logo, sobrariam ainda 4 kWh de créditos que o consumidor utilizará no mês em que necessitar (no exemplo, em setembro).

Em resumo, nos meses em que o consumo for igual ou inferior à energia injetada na rede (janeiro, fevereiro e julho, no exemplo), ou quando, embora maior o consumo, a diferença for menor ou igual a 100 kWh (abril, junho, agosto, setembro, novembro e dezembro, no exemplo), a UC será faturada apenas pelo custo de disponibilidade.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sendo uma fonte renovável de energia, em virtude de falta de tecnologia brasileira para produção dos equipamentos e do alto custo de investimento, existem empresas e universidades que incentivam a produção de energia fotovoltaica. Na tentativa de se promover um incentivo à produção de energias limpas, foram editadas as resoluções da ANEEL NR 112/1999 e NR 482/2012 que possibilitaram a produção de micro e minigeradores de energia

e sua absorção pelo Sistema Interligado Nacional – SIN, fazendo com que o excedente da produção fotovoltaica possa ser revertido em crédito de energia. Entretanto, não há pagamento em dinheiro pelo excedente produzido, tornando o sistema pouco atrativo para o pequeno produtor.

Foi realizada a análise financeira do faturamento através do sistema de compensação de energia. A conclusão é que a longo prazo o sistema autônomo é economicamente viável, pois possibilita retorno financeiro do valor aplicado e os excedentes poderão ser trocados pelo consumo na própria residência e/ou nas residências do mesmo titular.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Ferreira, A.; Walter, C. S.; Bajay, S. V. **Otimização das práticas de planejamento e dos procedimentos regulatórios envolvidos no dimensionamento, construção e operação de usinas termelétricas**: relatório fase 5, convênio Agência Nacional de Energia Elétrica - FUNCAMP. Campinas: NIPE, UNICAMP, 2012.
- [2] Goldemberg, L.; Villanueva, L. D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento** (Edusp, São Paulo, 2007), 2a. ed.
- [3] Guarnieri, R. A.; Meyer, N. I. **The Wind Energy**: resources, systems and regional strategies. In: JOHANSSON, T. B. et. al. **Renewable energy: sources for fuels and electricity**. Washington, D.C.: Island Press, 2008. cap. 3.

- [4] Martins, F. R.; **O Aproveitamento da Energia Solar**; Revista Brasileira de Ensino de Física; 2007; São José dos Campos – SP.
- [5] Braga, Ricardo Henrique. **Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede elétrica**. Sba Controle & Automação, Abr 2008, vol.21, no.2, p.159-172.
- [6] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução nº 482**. Atlas de energia elétrica do Brasil. Banco de Informações de Geração: BIG.
- [7] Silva, R. L., Weigmann, P. R., Navarro, A. E., Cezário, I. C., Pazeto, L. W. e Steinbach, R.; **As Fontes Alternativas de Energia no CEFEL/SC**. Revista Principia, João Pessoa, n.13, pp. 76 – 81. Abril, 2002.
- [8] Casaro, Marcio Mendes et Al. **Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede elétrica**. Sba Controle & Automação. 2010, vol.21, n.2, pp.159-172.
- [9] Villalva, Marcelo; Gazoli, Jonas. **Energia Solar Fotovoltaica**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2012.
- [10] Nascimento, Cássio Araújo et al. **Atlas do potencial solar brasileiro**. Brasília: MME; Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2004.
- [11] Ziles, Roberto et. Al. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.