



ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA RESIDENCIAL

Vinicius B. Vasconcelos – belmuds_eng@hotmail.com

Instituto Federal do Espírito Santo Campus Serra

Av. ES 010, km 6.5, Manguinhos

CEP 29173-087– Serra - ES

Giovani Z. Neto – giovani@ifes.edu.br

Instituto Federal do Espírito Santo Campus Serra

Av. ES 010, km 6.5, Manguinhos

CEP 29173-087– Serra – ES

Resumo: *No dia 17 de abril de 2012, a agência nacional de energia elétrica (ANEEL), lançou a resolução de número 482 que estabelece as condições de microgeração e minigeração de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Uma das fontes a qual se destina essa resolução é a fonte fotovoltaica que utiliza a energia proveniente do Sol através efeito fotovoltaico para a produção de energia elétrica. Este trabalho destina-se a apresentar um breve estudo sobre sistemas fotovoltaicos conectados à rede, apresentando informações técnicas sobre os seus equipamentos e funcionamento. Apresenta ainda um pré-projeto de um sistema de microgeração de energia fotovoltaico conectado à rede elétrica, utilizando como base uma residência de classe média situada na cidade de Vitória, no Espírito Santo, assim como uma análise econômica da viabilidade desse investimento. Apesar dos resultados apresentados terem sido satisfatórios em termos econômicos, ainda assim foram sugeridos meios para tornar esse sistema ainda mais rentável para que a população invista em sua implementação no Brasil.*

Palavras-chave: *Sistemas fotovoltaicos, Sistemas conectados à rede, Resolução normativa da ANEEL nº482.*

1. INTRODUÇÃO

A Resolução Normativa nº 482 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) de 17 de abril de 2012, estabeleceu as condições para o acesso à minigeração e microgeração de eletricidade, assim como também para o sistema de compensação utilizado pelas concessionárias, para incentivar, no Brasil, os sistemas conectados à rede. Também estipulou um prazo de 240 dias para que as concessionárias pudessem elaborar as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração pelos consumidores (ANEEL, 2012). Na prática, a resolução inaugura um novo modelo para o



Sistema Elétrico Brasileiro, ao permitir, e regulamentar, que qualquer consumidor possa ser também um cogenerador e fornecer energia à rede da concessionária.

Em países da União Europeia e nos EUA, tal sistema já se encontra consolidado e em operação. No Brasil, no período estipulado pela resolução até o final do ano de 2012, foram elaboradas e regulamentadas as regras que definem o mercado de energia. Além do estudo sobre a legislação, foram definidas também as características técnicas dos equipamentos que poderão ser usados nos sistemas de microgeração e minigeração, assim como as especificações dos parâmetros técnicos dos sistemas. Por sua vez, a decisão dos usuários pela aquisição de um sistema de cogeração dependerá de análises financeiras que indiquem a viabilidade econômica do projeto.

Devido à implementação desta nova resolução da ANEEL, que permite a criação deste novo modelo para o sistema elétrico brasileiro, este trabalho possui como objetivo a realização de um breve estudo sobre sistemas solares fotovoltaicos e as suas tecnologias, a implementação de um pré-projeto de um sistema de microgeração residencial e a análise da viabilidade econômica deste investimento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Sistema solares conectados à rede elétrica

Os sistemas solares fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) possuem a função de fornecer a energia produzida pelos módulos solares à rede da concessionária local, desta forma, eles são utilizados em locais onde a energia elétrica já está presente e se destinam a complementar o sistema de energia a qual estão conectados gerando assim energia elétrica para o consumo local (VILLALVA & GAZOLI, 2012).

Em países da união europeia, nos EUA e no Japão, existe um incentivo do governo em relação à microgeração e a minigeração de eletricidade através de tarifas de comercialização da energia elétrica, produzida por sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Este tipo de tarifação funciona como incentivo fiscal para que os consumidores pensem em investir neste tipo de geração de eletricidade.

No Brasil, com a resolução de número 482 lançada pela ANEEL, o governo brasileiro deu o primeiro passo ao incentivo à geração de eletricidade fotovoltaica conectada à rede elétrica. Por enquanto, o sistema aqui implementado não contará com tarifas diferenciadas, como ocorre na Europa, mas sim com tarifas de medição líquida, chamada de *net-metering*, na qual o microprodutor pagará no final do mês a diferença entre o que ele consumiu e gerou (VILLALVA & GAZOLI, 2012). Além da vantagem financeira, também se encontra uma vantagem ambiental, já que esse sistema possibilitará uma redução do fornecimento de eletricidade pelo sistema energético convencional enquanto o SFCR estiver funcionando no período do dia, passando esse consumo para os períodos noturnos, evitando dessa forma uma sobrecarga do sistema convencional de produção de energia elétrica (DI SOUZA, 2012).

Segundo a resolução normativa de nº 482 da ANEEL, existem duas categorias de sistemas descentralizados conectados à rede elétrica que se diferenciam pela sua potência instalada, são elas:

- **Microgeração distribuída:** São sistemas que utilizam fontes baseadas em energia solar, hidráulica, eólica, biomassa ou cogeração qualificada pela ANEEL com potência instalada de até 100KW. No caso da geração solar, são geralmente



sistemas fotovoltaicos instalados em telhados de residências que podem suprir uma parte ou todo o consumo do local instalado.

- Minigeração distribuída: São sistemas que utilizam as mesmas fontes das citadas na microgeração distribuída, porém que apresentam uma potência instalada entre 100KW e 1MW. Nesse tipo de classificação encontram-se geralmente indústrias e comércios que utilizam, no caso da energia solar, sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

2.2. Componentes dos sistemas conectados à rede

Os sistemas conectados à rede elétrica possuem alguns componentes básicos que são essenciais ao seu funcionamento, estes componentes são responsáveis pela produção da energia elétrica injetada à rede, pelo acoplamento do sistema à rede elétrica assim como a sua proteção elétrica. Os componentes básicos de um sistema conectado à rede são (VILLALVA & GAZOLI, 2012):

- Módulos fotovoltaicos
- Inversores de frequência conectados à rede
- Quadro de proteção de corrente contínua (CC)
- Quadro de proteção de corrente alternada (CA)

Os módulos fotovoltaicos possuem a função de converter a energia proveniente do Sol em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. Nos SFCR utilizam-se associações de módulos em paralelo e associações em série, estas também são chamadas de *Strings*, para aumentar a potência total de saída do agrupamento.

Os inversores de frequência, além da função de transformar a corrente contínua produzida pelos módulos em corrente alternada, que será injetada na rede, também possuem a função de conseguir um maior rendimento do arranjo fotovoltaico através da função de rastreamento do ponto de máxima potência, de acoplar o sistema à rede elétrica obedecendo às especificações desta e de desligar o sistema da rede elétrica caso ela se encontre desenergizada, função também conhecida como *anti-islanding*.

O sistema fotovoltaico conectado à rede necessita de um sistema de proteção contra surtos de tensão e descargas atmosféricas. Essa proteção deve estar presente tanto no lado CC do sistema quanto no lado CA. No lado CC, o quadro de proteção CC faz a interligação entre o arranjo fotovoltaico e o inversor de frequência com a finalidade de proteger eletricamente os inversores contra os transientes de tensão, é composto por fusíveis para a conexão das *strings*, chaves de desconexão CC para desconectar os módulos no caso de manutenção do sistema e dispositivo de proteção de surto que protegem cabos e equipamentos contra transientes de tensão ocasionados por descargas atmosféricas. O quadro de proteção CA faz a ligação entre o inversor de frequência e a rede elétrica e é nele que estão os dispositivos de proteção do lado CA do sistema fotovoltaico, como disjuntores, disjuntores diferenciais residuais (DR) e o dispositivo de proteção contra surtos (DPS).

2.3. Dimensionamento do sistema conectado à rede

O projeto proposto tem como finalidade o dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede para uma residência típica de classe média situada na cidade de Vitória, no Espírito Santo, que atenda completamente a sua demanda

energética. Inicialmente foi feito um levantamento de potencial energético no local da instalação do sistema. Através do GoogleMaps, pode-se obter a latitude e a longitude em graus decimais da cidade, que são respectivamente 20.307925° Sul e 40.301285 Oeste. Tendo a latitude e a longitude do local, pode-se obter através do sistema de dados SunData do Centro de Referência de Energia Solar e Eólica (CRESESB), uma tabela da radiação média diária do local. A Figura 1 mostra os resultados obtidos.

Município: Vitória - ES
 Latitude: 20,319444° Sul
 Longitude: 40,337777° Oeste
 Distância: 4,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Radiação diária média mensal [kwh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☐	Plano Horizontal	0° N	6,14	5,97	5,50	4,56	4,17	3,67	3,89	4,53	4,31	5,11	5,00	5,67	4,88	2,47
☐	Ângulo igual a latitude	20° N	5,58	5,71	5,63	5,05	5,02	4,57	4,77	5,21	4,51	4,99	4,64	5,11	5,07	1,19
☐	Maior média anual	19° N	5,62	5,73	5,63	5,04	4,98	4,53	4,74	5,18	4,51	5,00	4,67	5,15	5,07	1,22
☐	Maior mínimo mensal	20° N	5,58	5,71	5,63	5,05	5,02	4,57	4,77	5,21	4,51	4,99	4,64	5,11	5,07	1,19

Figura 1 - Radiação diária mensal expressa em Kwh/m².dia para a cidade de Vitória, ES
 Fonte: SunData/CRESESB, 2013

Como Vitória está a uma latitude de aproximadamente 20° ao Sul, os painéis devem ser instalados com uma inclinação igual à latitude local, direcionados para o norte geográfico. Para o dimensionamento dos painéis fotovoltaicos, será considerado o mês que apresenta o menor índice de radiação média incidente em um ângulo igual à latitude, pois assim o sistema fornecerá energia suficiente para suprir o consumo da residência no pior caso de incidência solar, que aqui corresponde ao mês de setembro, com 4,51 KWh/m² por dia. Portanto, de acordo com a Equação 1:

$$E_s = 4,51 \frac{KWh}{m^2.dia} \quad (1)$$

Onde E_s é a insolação diária média incidente na superfície inclinada do painel a 20°. O segundo passo foi fazer o levantamento do consumo da residência, para isso foram analisadas as contas de energia da residência no período de janeiro a dezembro de 2012 e criada uma tabela utilizando o Excel com o consumo em kWh referente a este período.

A Tabela 1 mostra o levantamento de consumo da residência.

Tabela 1 – Levantamento de consumo da residência

Mês	Consumo no mês (kWh)
Jan/12	202
Fev/12	270
Mar/12	300
Abr/12	262
Mai/12	250
Jun/12	258
Jul/12	281
Ago/12	265



Set/12	218
Out/12	231
Nov/12	280
Dez/12	280
Média	258

Portanto para suprir em 100% o consumo desta residência, o sistema fotovoltaico deve produzir 258 kWh de energia por mês.

Para este projeto foi escolhido o módulo fotovoltaico monocristalino M230 3BB produzido pela *Bosch*. Estes módulos produzem um total de 31.107,05 Wh/mês, nas condições de insolação diária média da cidade de Vitória, logo serão necessários 8 desses módulos para que se alcance uma produção de 258 kWh/mês.

Neste projeto, o dimensionamento do inversor de frequência é baseado nas características do arranjo fotovoltaico criado para atender as especificações de consumo do projeto. Foi escolhido para atender ao consumo da residência, uma *string* com 8 painéis M230 3BB da BOSCH, esta *string* possui as seguintes:

- Tensão de circuito aberto ($V_{OC_STRING} = 325,6 V$)
- Tensão de operação no ponto de máxima potência ($V_{MPP_STRING} = 237,6 V$)
- Corrente de curto circuito ($I_{SC} = 8,40A$)
- Corrente de máxima potência ($I_{MPP} = 7,90A$)

Essas características foram calculadas a partir da folha de dados do módulo M230 3BB da BOSCH de acordo com o número de módulos que compõe a *string*. Como estarão dispostos 8 módulos de 230W cada, a potência máxima (P_M) fornecida pela *string* será de:

$$P_M = 230 \times 8$$

$$P_M = 1840 W$$

Portanto para o dimensionamento desse sistema, foi escolhido o inversor de frequência do modelo SUNNY BOY 1700 do fabricante SMA, que atende a todas essas especificações de acordo com a sua folha de dados.

Além dos módulos e inversores, foram dimensionados os cabos de corrente contínua das fileiras que fazem a ligação entre os módulos da *string*, o cabo de corrente contínua principal que faz a ligação entre os módulos fotovoltaicos e o inversor de frequência, o cabo do lado de corrente alternada que faz a ligação do inversor de frequência à rede elétrica e os dispositivos de proteção como diodos de *string* e os DPS.

A Tabela 2 mostra os equipamentos utilizados assim como o orçamento médio do projeto, incluindo a mão de obra para a instalação do sistema.

Tabela 2 – Equipamentos e orçamento estimado para o projeto

Componente	Quantidade usada	Custo unitário	Custo total (R\$)
Módulo monocristalino M230 3BB Bosch	8	R\$ 1.230,00	R\$ 9.840,00



Inversor SUNNY BOY 1700 AS	1	R\$ 2.782,72	R\$ 2.782,72
Cabo FLEX SOL XL 4mm ² (Cabo de corrente contínua das fileiras e para o cabo principal)	150 metros	R\$ 414,00	R\$ 414,00
Cabo 1,5mm ² (lado AC)	100 metros	R\$ 46,30	R\$ 46,30
Diodo RURG3070CC	1	R\$ 0,50	R\$ 0,50
DPS lado AC 7P.21.8.275.1020	4	R\$ 162,76	R\$ 651,05
DPS lado DC 7P.23.9.700.1020	1	R\$ 488,43	R\$ 488,43
Mão de Obra	-	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
Custo Total			R\$ 15.723,00

A Figura 2 ilustra o diagrama de instalação do sistema.

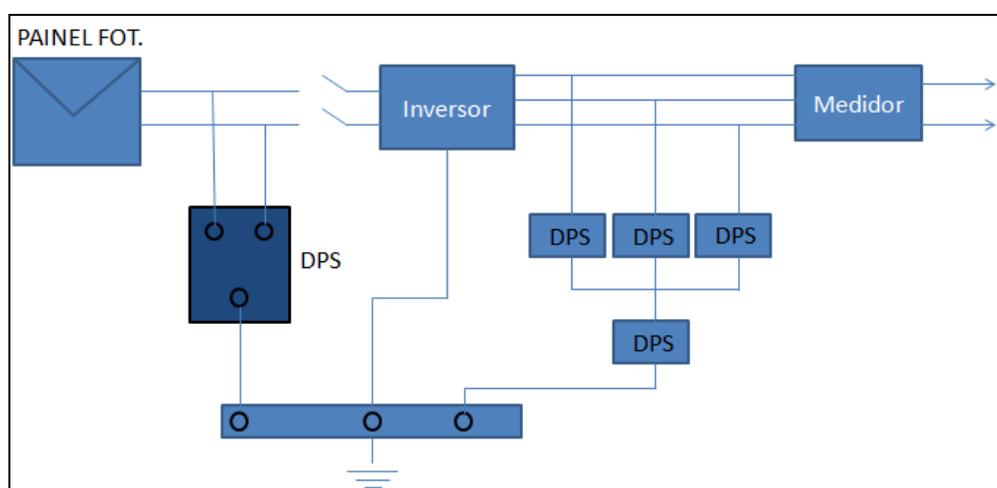


Figura 2 – Diagrama de instalação do sistema fotovoltaico conectado à rede.

2.4. A economia da engenharia na análise econômica do investimento

A Economia da Engenharia constitui um ferramental de análise de investimentos que auxilia os tomadores de decisão em relação à necessidade de eleger entre diferentes investimentos, sobre investir ou não em determinado produto ou processo, ou ainda sobre a expansão ou desativação de um sistema produtivo.

O princípio básico da matemática financeira, que constitui a base da engenharia econômica, é que “o valor do dinheiro se modifica com o tempo”, ou seja, pela ação dos juros, o valor de uma quantidade de dinheiro sempre se altera com o passar do tempo (KASSAI et al., 2012).

Para a análise econômica do projeto serão utilizadas duas metodologias: O método do valor atual e o tempo de retorno do investimento descontado. Pela metodologia do tempo de retorno de investimento descontado, também conhecido como *payback* descontado, pretende-se encontrar o tempo n no qual o valor investido na compra dos equipamentos é amortizado. Todavia, nesta metodologia a taxa de juros é incorporada para compensar o deslocamento do dinheiro no tempo (KASSAI et al., 2012). Por sua vez, o método do Valor Atual (VA) permite conhecer as necessidades de caixa de determinado projeto em termos de dinheiro atual. É a somatória dos valores na data 0 (zero), valor atual ou valor presente, descontando os juros embutidos em cada um dos valores do fluxo de caixa. A análise retornará um valor de VA, que pode ser positivo, negativo ou nulo. Quanto mais positivo for o valor retornado, mais interessante é o investimento (KASSAI, et al, 2012).

Na análise econômica em questão o valor da taxa de juros utilizada será a taxa de poupança, ou seja, 6,17% ao ano, pois aqui levará em conta um investimento feito por uma pessoa que não tenha dinheiro investido em nenhum outro fundo, somente dinheiro guardado na poupança. O tempo de análise foi considerado como o tempo de vida útil dos painéis que, de acordo com a sua folha de dados, é de vinte e cinco anos.

Para o cálculo do valor final da conta de eletricidade será considerado o valor do kWh e os tributos PIS, COFINS e ICMS. A Tabela 3 fornece o valor do preço do kWh assim como os valores médios das alíquotas dos tributos citados acima.

Tabela 3 - Valores do kWh e tributos aplicados à conta de energia elétrica

Valor do kWh publicado pela ANEEL	R\$ 0,315
Alíquota do ICMS	25%
Alíquota média do COFINS	4,88%
Alíquota média do PIS	1,06%

A Equação 2 mostra como calcular do consumidor residencial o valor do kWh incluindo os tributos (ANEEL, 2013).

$$Valor\ cobrado = \frac{Valor\ do\ kWh\ publicado\ pela\ ANEEL}{1 - (PIS + COFINS + ICMS)} \quad (2)$$

Substituindo os valores da Tabela 3 na Equação 2, tem-se:



$$\text{Valor cobrado} = \frac{0,315}{1 - (0,0106 + 0,0488 + 0,25)}$$

$$\text{Valor cobrado} = \text{R\$ } 0,456 \text{ por KWh}$$

Portanto, com os impostos, o valor cobrado pelo kWh consumido vale R\$ 0,456.

A Tabela 4 mostra o valor do consumo de energia elétrica da residência no período de 2012.

Tabela 4 - Valor do consumo de energia elétrica da residência no ano de 2012

Mês	Consumo (kWh)	Valor Cobrado (R\$/kWh)	Valor Consumo (R\$)
Jan/12	202	R\$ 0,456	R\$ 92,11
Fev/12	270	R\$ 0,456	R\$ 123,12
Mar/12	300	R\$ 0,456	R\$ 136,80
Abr/12	262	R\$ 0,456	R\$ 119,47
Mai/12	250	R\$ 0,456	R\$ 114,00
Jun/12	258	R\$ 0,456	R\$ 117,65
Jul/12	281	R\$ 0,456	R\$ 128,14
Ago/12	265	R\$ 0,456	R\$ 120,84
Set/12	218	R\$ 0,456	R\$ 99,41
Out/12	231	R\$ 0,456	R\$ 105,34
Nov/12	280	R\$ 0,456	R\$ 127,68
Dez/12	280	R\$ 0,456	R\$ 127,68
Média	258	-	R\$ 117,69

Para a realização dos cálculos será considerado o valor médio do consumo de energia elétrica no período de um ano de acordo com a Tabela 4, ou seja, R\$117,69.

Portanto, como o custo total médio do investimento é de R\$ 15.723,00, ou seja, o valor para a aquisição e instalação do sistema ($P_{investido}$) será de R\$15.723,00.

O projeto considera um sistema solar fotovoltaico que fornece ao sistema elétrico o equivalente à 100% do consumo de energia. Desta forma, o valor de retorno mensal do investimento é de R\$ 117,69, que é o valor economizado pelo não pagamento da conta de energia, logo o valor de retorno anual do investimento será:

$$R = 117,69 \times 12$$

$$R = \text{R\$ } 1412,28$$

O tempo n do investimento será o tempo de vida útil dos painéis solares fotovoltaicos, aqui considerados em 25 anos. A taxa de juros considerada (i) para os cálculos será a taxa da poupança, desta forma tem-se:

- $n = 25$
- $i = 6,17\%$ ao ano
- $R = \text{R\$ } 1.412,28$
- $P = \text{R\$ } 15.723,00$



Onde R representa o valor dos recebimentos sucessivos e iguais, iniciados um período após o início do fluxo de caixa e P é o valor inicial do investimento.

A Equação 3 permite calcular a quantia que será retornada ($P_{retorno}$) em um determinado período n , de acordo com o valor dos recebimentos sucessivos R e da taxa de juros i (KASSAI, et al, 2012).

$$P_{retorno} = R \left\{ \frac{1 - \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]}{i} \right\} \quad (3)$$

Substituindo os valores na equação 3, tem-se:

$$P_{retorno} = 1.412,28 \left\{ \frac{1 - \left[\frac{1}{(1 + 0,06179)^{25}} \right]}{0,06179} \right\}$$

$$P_{retorno} = 17.765,68$$

Logo, espera-se que em 25 anos, $P_{retorno}$ seja igual a R\$ 17.765,68. Abaixo é mostrado o cálculo do método do valor atual para o investimento:

$$VA = P_{Retorno} - Valor_{Investido}$$

$$VA = 17.765,68 - 15.723,00$$

$$VA = + 2.042,68$$

O resultado do método do valor atual indica que o investimento é positivo, ou seja, que o investimento oferece a remuneração de capital desejada.

Utilizando a função VP do Excel para calcular o tempo de retorno de investimento descontado para o investimento, consegue-se gerar o gráfico mostrado na Figura 3, utilizando uma taxa de juros de 6,17% ao ano.

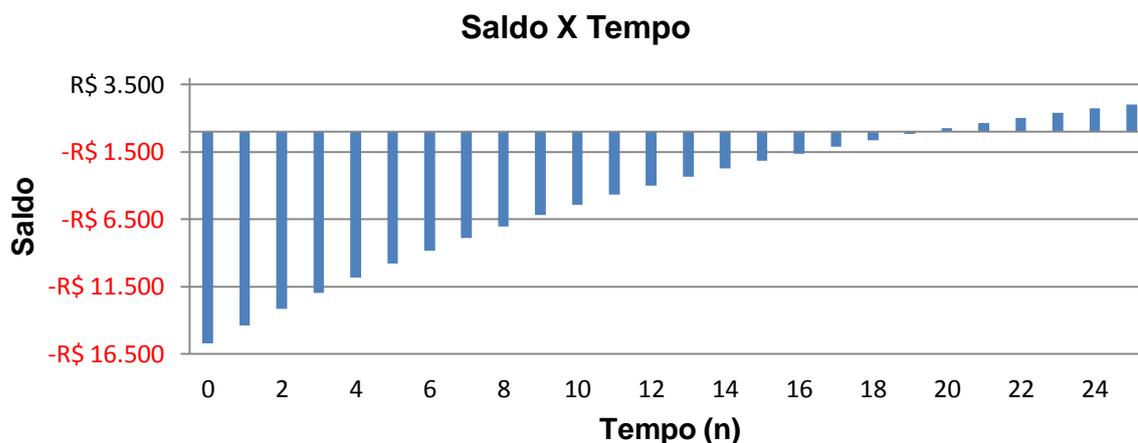


Figura 3 – Saldo versus tempo de retorno do investimento.

Através do gráfico da Figura 3 pode-se verificar que o tempo de retorno de investimento descontado para a operação do investimento é de aproximadamente 20 anos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo, elaborar um pré-projeto de um sistema de microgeração distribuída a partir de uma matriz solar fotovoltaica e desenvolver uma análise econômica da implantação do sistema

Deve-se ressaltar aqui que o sistema de tarifação para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica adotado no Brasil será o *net-metering*, na qual o cliente da concessionária gera a sua energia de forma descentralizada pagando no final do mês a diferença entre o que consumiu e o que foi gerado.

Com a regulamentação da microgeração e a minigeração de energia elétrica baseada em fontes renováveis realizada pela ANEEL, aqui sendo considerada a energia fotovoltaica, a análise econômica deste trabalho apresentou uma boa viabilidade econômica de retorno financeiro para o sistema de microgeração proposto.

Se o consumidor decidir investir em um sistema que compense o consumo de eletricidade mensal de sua unidade consumidora, o retorno financeiro deste investimento será dependente da taxa de juros anual e do valor investido na compra dos equipamentos. Se o valor de compra dos equipamentos fosse reduzido, o tempo do retorno financeiro também reduziria, podendo assim deixar o investimento ainda mais atrativo. Esta análise de *investimento versus tempo de retorno* mostra a importância de investimentos na tecnologia de fabricação de células solares no Brasil, que iria diminuir significativamente o custo dos painéis solares fotovoltaicos, e também, na importância de um subsídio governamental para aquisição dos equipamentos, dando assim, um incentivo para a microgeração e minigeração de energia.

Outro tipo de análise seria verificar o retorno do investimento caso o Brasil mudasse o seu sistema de tarifação *net-metering* para o *gross-metering*, onde seria utilizada uma tarifação diferenciada no preço do kWh produzido pelas unidades microprodutoras e miniprodutoras.

O Brasil ainda está iniciando os seus investimentos em sistemas de microgeração e minigeração de energia baseada em fontes fotovoltaicas. Além desse investimento se



mostrar financeiramente viável para os micros e miniprodutores de energia elétrica, este sistema também é altamente viável quando é analisado o seu impacto no sistema elétrico brasileiro, isso porque, ele aumenta a oferta de energia no período ensolarado do dia de forma limpa e renovável.

Analisando a situação do estado do Espírito Santo, segundo dados da agência de serviços públicos de energia do estado do Espírito Santo (ASPE), no ano de 2012 o consumo no estado foi de 10.060 GWh, sendo 4.899 GWh consumidos pelas indústrias, 2.071 GWh consumidos por residências, 1.619 GWh consumidos pelo comércio e 1.471 GWh por outros setores. Do total dessa energia consumida, apenas foram produzidas aqui no estado 25%, sendo necessário importar 75%. Esses dados indicam uma grande dependência na importação de energia elétrica no ES e dessa forma a microgeração e a minigeração poderiam ajudar, diminuindo essa dependência energética do estado.

Devido a análise aqui mostrada, levando-se em conta também o fato do Brasil ser um país tropical com altas taxas de incidência solar em quase todo o seu território, é altamente justificável que haja uma reformulação na política de produção de energia elétrica, pensando futuramente em formas de tarifações diferenciadas, e nos aparatos tecnológicos aqui desenvolvidos, para que assim, não só as pessoas que ingressem nessa nova forma de produção energética sejam beneficiadas financeiramente, mas o também o sistema energético e a matriz elétrica brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Escelsa por dentro da conta de luz. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Cartilha%20Escelsa.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

BOSCH. Folha de dados. 2013. Disponível em: <<http://www.bosch-solarenergy.com.pt/produtos/modulos-solares/modulos-solares-cristalinos>>. Acesso em: 23 fev. 2013.

CRESESB. Disponível em:<[http:// www.cresesb.cepel.br/sundata](http://www.cresesb.cepel.br/sundata) >. Acesso em: 03 fev.2013

DI SOUZA, Ronilson. Treinamento em energia solar fotovoltaica. Bluesol, São Paulo, 2010.

GOOGLE MAPS. Disponível em:< <http://mapas.google.com>>. Acesso em: 03 fev. 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Agência de serviços públicos do estado do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.aspe.es.gov.br/>>. Acesso em: 22 mar. 2013.



KASSAI, José Roberto; CASANOVA, Silvia Pereira de Castro; SANTOS, Ariovaldo dos; ASSAF-NETO, Alexandre. Retorno do investimento, abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. São Paulo: Atlas, 2011. 280p.

SMA. Folha de dados. 2013. Disponível em: <http://files.sma.de/dl/5682/SB1200_3000-DEN110712W.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2013.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. Energia solar fotovoltaica conceitos e aplicações – Sistemas isolados e conectados à rede. São Paulo: Érica, 2012. 224p.

STUDY OF IMPLANTATION OF A MICROGENERATION DISTRIBUTED RESIDENCIAL SYSTEM

Abstract: *On seventeenth April 2012, the National Agency of Eletrical Energy (ANEEL), launched the resolution of number 482 that establishes the conditions of microgeneration and minigeneration of electrical energy from renewable sources. One such source which intended that resolution is photovoltaic supply that uses energy from the Sun and the photovoltaic effect to produces electricity. This work presents a study about photovoltaic systems, presenting technical information about their equipment and operation. It also presents a pre-design of a system microgeneration photovoltaic energy connected to the grid, using as a base a middle class home in the city of Vitória, Espírito Santo, as well as an economic analysis of viability of this investment. Although the results presented have been satisfactory in terms of economy, even so have been suggested ways to make this system more profitable for the population invest in its implementation in Brazil.*

Key-words: *Photovoltaics Systems, Grid-on Systems, Normative Resolution Number 482.*