

O MERCADO BRASILEIRO DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA: AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Pedro Drumond Junior – pedro.drumond@uol.com.br

Otávio Lopes Alves Esteves – otaviolesteves@gmail.com

Universidade Estadual de Campinas - Departamento de Energia - Faculdade de Engenharia Mecânica

Resumo. Este trabalho faz uma avaliação econômica dos preços praticados para instalação de sistemas de micro geração de eletricidade por módulos fotovoltaicos. A pesquisa foi desenvolvida através de consulta a equipamentos e serviços disponíveis pelas empresas atuantes no setor no estado de São Paulo. Os dados compreendem sistemas com capacidade entre 1,5 kW e 23 kW, valores típicos para consumidores residenciais e comerciais de pequeno porte. Neste contexto, foi desenvolvida análise das economias com escala e estudo das representatividades percentuais médias dos principais itens que compõe os sistemas. A filosofia considerada foi a legislação prevista na Resolução ANEEL 482 de 2012, que estabelece os critérios e condições para auto geração de eletricidade e exportação para a rede de distribuição, com compensação de créditos em energia elétrica. A possibilidade de agrupamento de residências e estabelecimentos comerciais para aquisição de sistemas fica mais interessante a partir da confirmação dos ganhos econômicos com aumento de escala de projetos. Analisando as políticas públicas, espera-se que haja maior esforço de todas as esferas governamentais para oferta de linhas especiais de financiamentos e condições mais favoráveis de importação de equipamentos. Essas medidas trazem vários benefícios como fomento à pesquisa e desenvolvimento, de forma a avançar também com a nacionalização de máquinas e peças, aquecendo a economia do país e gerando conhecimento científico. Em termos específicos, os resultados mostram que o ganho em escala é representativo, de forma que a diferença entre custos médios para os extremos do intervalo considerado neste trabalho é de cerca de 60%. Ou seja, uma instalação de 1,5 kW tem preço médio de R\$ 20.230,00, o que representa R\$ 13.490,00 / kW, enquanto para 23 kW o custo médio seria de R\$ 187.500,00, ou R\$ 8.150,00 / kW. O custo médio por capacidade instalada foi de R\$ 9,66 / kW.

Palavras-chave: Mercado de Energia Fotovoltaica, Micro Geração Elétrica Fotovoltaica.

1. CONTEXTO GERAL

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2014), a capacidade instalada mundial de sistemas de geração fotovoltaica cresceu aproximadamente 43% de 2011 a 2012 e 38% de 2012 a 2013, passando de 23 GW em 2009 para 139 GW em 2013 e 180 GW no final de 2014 com destaque para o continente europeu e China. A taxa média de crescimento nos últimos 5 anos supera 65% aa, com cerca de 75% do total da carga instalada concentrada em 6 países (Alemanha, Itália, Japão, Espanha, EUA e China). A redução de custos tem sido contínua, o que é atribuído aos ganhos de escala, às inovações tecnológicas, à crise econômica europeia e à sobre oferta. Como exemplo, o custo dos módulos fotovoltaicos caiu de cerca de US\$ 30 / W em 1980 para menos de US\$ 1 nos dias atuais (TOVAR, 2014).

No Brasil, até final de 2015 existiam 24 empreendimentos em operação cadastrados na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para comercialização de eletricidade, totalizado 21,2 MW de carga instalada, sendo que existem ainda outros 40 projetos em construção não iniciada que somados podem gerar até 1,14 GW nos próximos anos. Em relação a microgeração, até 2014 estavam registrados um pouco mais de 100 projetos e em 2015 esse número ultrapassou 1.100 instalações conectadas à rede de distribuição das concessionárias. O potencial do país de geração apenas em residências está estimado em 32,82 GW, o que representa cerca de 230% do consumo anual de eletricidade deste setor. Considerando que em 2014 o setor residencial consumiu cerca de 132.000 GWh e que o consumo brasileiro total foi de 550.000 GWh, conclui-se que, apenas pelos telhados das residências, seria possível abastecer 55% de toda a eletricidade consumida no Brasil, incluindo setores industriais, comerciais e públicos (EPE, 2014). As estimativas indicam ainda aumento da viabilidade já no curto prazo, com 90% para inserção da microgeração fotovoltaica nas 27 capitais brasileiras para 2020. (NAKABAYASHI, 2014).

Em abril de 2012, a ANEEL publicou a Resolução Normativa N° 482, que estabelece os critérios para que os consumidores tenham possibilidade de auto geração de eletricidade a partir de fontes renováveis e conexão com a rede de distribuição. O sistema de compensação de créditos em eletricidade está em vigor desde então, sendo possível aos consumidores de baixa e média tensão fornecer energia quando houver excedente de produção e receber desconto na fatura mensal de acordo com o montante de energia exportado, ao mesmo custo de venda e com saldo a liquidar em até 36 meses. (ANEEL, 2012). Desde então, o mercado brasileiro vem crescendo exponencialmente, atraindo investidores estrangeiros, centros de pesquisa, fabricantes de sistemas, equipamentos e empresas de engenharia. O governo aumentou os incentivos na forma de isenção de impostos e linhas de créditos especiais para novos projetos de microgeração, porém as taxas de juros e condições para consumidores residenciais e comerciais não são atrativas. No dia 26 de novembro de 2015 a ANEEL anunciou a revisão da resolução, que entra em vigência a partir de 1° de março de 2016. As principais mudanças são o aumento para 5 MW na potência máxima permitida para utilização do sistema de compensação, prazo de

até 60 meses para validade dos créditos e possibilidade de formação de agrupamentos de consumidores para instalação de sistemas de auto geração, com objetivo de reduzir os custos unitários de instalação, o que deve beneficiar especialmente os condomínios. Em relação aos problemas técnicos envolvidos, pode ser citada a falta de estrutura das concessionárias de distribuição para conectar os sistemas na rede pela instalação de medidores bidirecionais. Os impactos no sistema de distribuição e as ações necessárias ainda estão sendo estudadas. Após esse período de adaptação, de todas as partes envolvidas, espera-se haver evolução técnica e de disponibilidade de recursos, fato que deve acelerar a aprovação de projetos, melhorar a viabilidade econômica e fomentar o mercado como um todo.

2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar os preços dos sistemas de geração fotovoltaica disponíveis no mercado para micro geração conectada à rede de distribuição, nos termos da Resolução 482 da ANEEL, aplicando a filosofia de compensação de energia. Essa modalidade pode ser aplicada basicamente em residências, pontos comerciais e pequenas indústrias, de acordo com o consumo e disponibilidade de área da instalação dos módulos solares. Além disso, foi realizada uma análise da economia de escala esperada para estes sistemas, de forma agregada e também individualizada dividida pelos principais equipamentos. Entende-se como ganho ou economia de escala a redução do custo médio de longo prazo (de produção e de distribuição), à medida que se eleva o nível de produção, ou basicamente, uma relação entre os custos médios e o nível de produção (escala ou tamanho da produção). Do ponto de vista dos consumidores, essa análise é importante para que se tenha a ordem de grandeza da redução de custos esperada para sistemas maiores, o que aumenta a atratividade dos projetos e evidencia os benefícios de possíveis gerações compartilhadas.

Para a coleta dos dados foram selecionados 82 kits fotovoltaicos de fornecedores do estado de SP com potências entre 1,5 kWp e 23 kWp, com aplicações em telhas de cerâmica e coberturas metálicas. A formação dos preços foi elaborada somando-se os preços dos kits com a instalação, esta última estimada de acordo com pesquisa de mercado em empresas especializadas, o que resultou em média de 20% sobre o preço dos equipamentos e materiais envolvidos. Foram adicionados ainda 5% relativos a frete e outras despesas. Todos os dados foram organizados em gráficos de Custo (R\$) x Potência (kWp) e então foi realizada uma regressão linear, resultando em uma curva representativa. Após essa primeira análise, foi calculada a relação Custo (R\$) / kWp, índice importante na análise de sistemas e comparação de viabilidades econômicas. Na sequência foram calculadas as contribuições percentuais de cada item do sistema, divididos agregadamente em: módulos fotovoltaicos, inversores de frequência, estrutura (suporte, cabos e conectores), quadro elétrico (string box) e instalação.

3. RESULTADOS

Os resultados apresentam a variação dos custos dos sistemas em relação à potência instalada, de forma que é possível estimar o preço médio de mercado de acordo com necessidade da instalação. Pela Fig. 1 é possível perceber que existe uma tendência de proximidade entre os preços. Tal resultado pode ser entendido porque os fornecedores trabalham com equipamentos similares e de qualidade também próxima, o que faz com que as estratégias de venda sejam feitas como foco em custo final. Dessa forma, aspectos como valor do cambio no momento da aquisição dos módulos solares, disponibilidade de recursos financeiros para investimento e níveis de estoque praticados sejam diferenciais e determinantes para conquista desse mercado. A pesquisa mostra que os estudos técnicos mais especializados e demorados não se aplicam, na maioria das vezes, a projetos de micro geração, estando tais esforços mais evidentes em empreendimentos com maiores capacidades instaladas. Outro ponto interessante que pode ser observado pela mesma figura é que há maior variação dos preços para sistemas maiores. O que pode ser comentado para explicar esse resultado é a faixa de potência disponível para inversores, de forma que os fabricantes com menor fatia de mercado ou menor poder aquisitivo tem em seu portfólio limite de potência, sendo necessário instalação de mais de 1 inversor para sistemas acima de 10 kWp, fato que tende a aumentar os preços. Em outras palavras, exemplificando, via de regra, é mais barato utilizar um inversor de 20 kW do que 4 unidades de 5kW, haja vista a economia em escala, além de cabos, conectores, mão de obra, dentre outros materiais e serviços relacionados.

A Fig. 2 mostra a compilação dos resultados agrupando os preços para a unidade de potência elétrica instalada. Esse é, sem dúvidas, um dos indicadores mais utilizados pelos profissionais do setor, entidades governamentais e privadas para avaliar a viabilidade de instalação de projetos de geração fotovoltaica. Como esperado, esse índice tem uma forte redução à medida que o sistema aumenta de potência, evidenciando ainda mais a economia em escala. Analisando parcialmente os dados e a curva alcançada, percebe-se que há maior desvio padrão para sistemas menores, especialmente até 5 kW, que representa a maior parcela de potência disponível por inversores no mercado, onde se espera estar a maior parte das instalações de micro geração previstas para o país. Em poucas situações, entre residências e pequenas empresas, será necessária instalação de sistemas maiores que 5 kW, sendo esta então uma fatia de mercado de destaque para os investidores. Além disso, há maior oferta de sistemas até 10 kW, o que demonstra que as empresas parecem ter percebido o potencial de mercado para residências e pequenos pontos comerciais. Sistemas acima de 15 kW tem menor demanda e consequentemente menor oferta, porém com a atratividade de menores custos relativos à carga instalada.

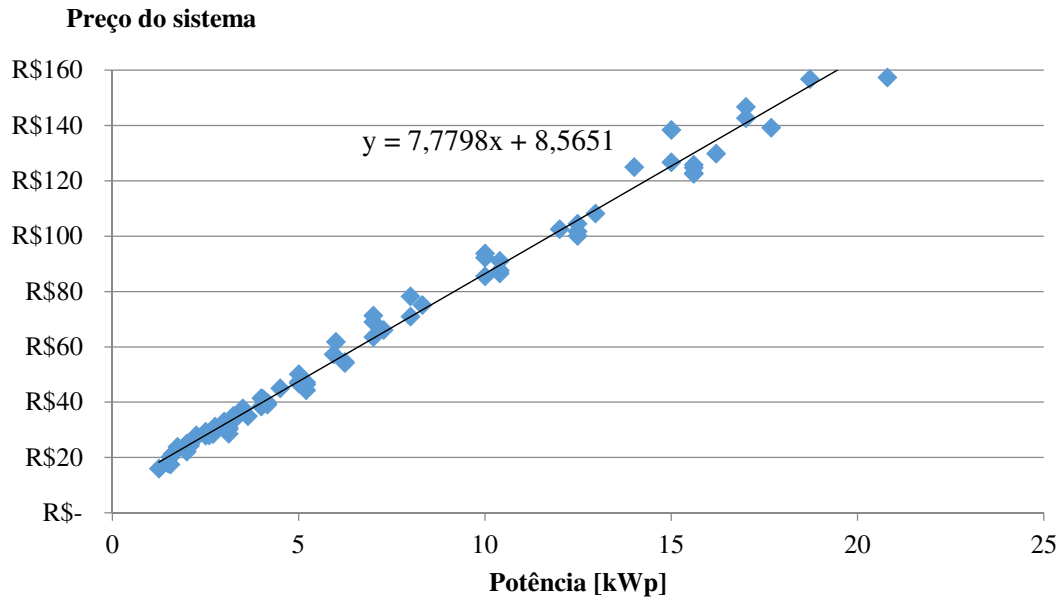


Figura 1 – Variação de preços para instalação de sistemas fotovoltaicos

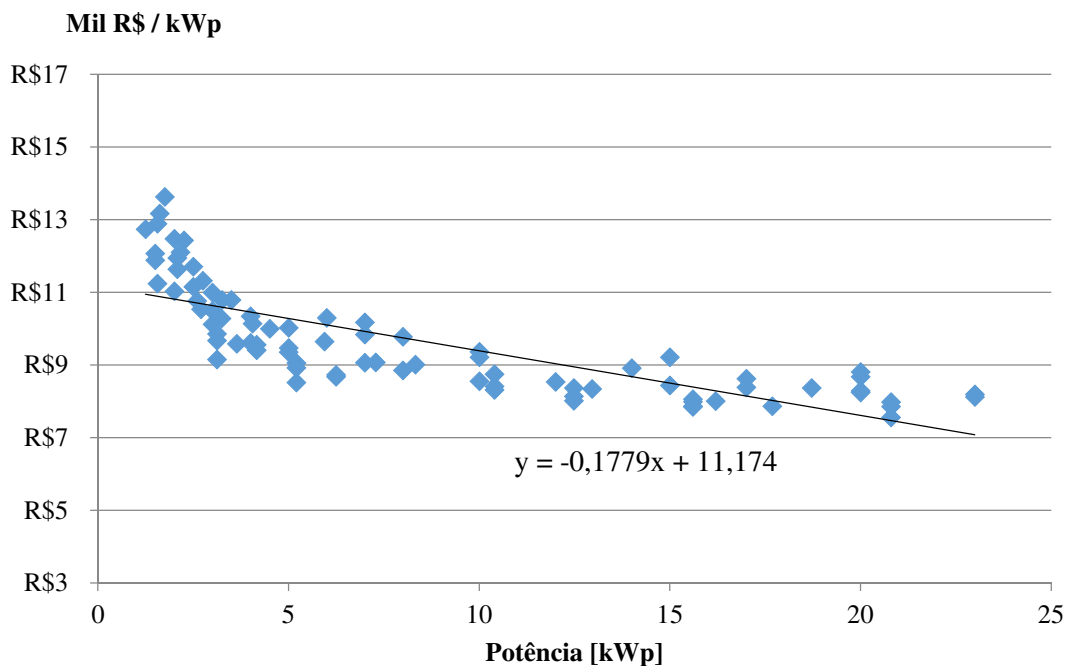


Figura 2 – Custos de sistemas fotovoltaicos completos (R\$ / kWp)

Além das informações referentes aos preços totais de sistemas instalados, uma importante análise pode ser feita sobre a representatividade de cada item do sistema fotovoltaico em relação ao custo total. A Fig. 3 apresenta o percentual do preço dos inversores de frequência em comparação com o total a ser investido. A economia em escala com os inversores é representativa, de forma que para sistemas abaixo de 5kW tem-se 35% correspondente ao equipamento (mais alto que os custos com instalação) e acima de 15 kW apenas pouco mais de 20%. Fazendo-se uma extrapolação, assumindo um comportamento similar da curva, para sistemas acima de 30 kW o custo com o inversor tende de representar cerca de apenas 10%. Essa comparação é importante especialmente pelo fato de que atualmente já existem fabricantes de inversores no Brasil, não ocorrendo o mesmo com os módulos, fabricados praticamente em sua totalidade na China. Ou seja, como toda importação é muito sensível ao câmbio, sistemas de maior potência tem a tendência a sofrer a mesma influencia. Dessa forma, o mercado de micro geração, para sistemas residências com consumos menores é menos sensível a estas questões, fato que pode ser entendido como um fator positivo, com tendência a gerar maior confiança por parte dos investidores.

A Fig. 4 mostra os resultados comparativos para a representatividade do preço dos módulos fotovoltaicos em relação ao custo total do sistema instalado. Como mencionado anteriormente, o inversor de frequência reduz sua representatividade percentual com aumento da capacidade instalada e o inverso ocorre com os módulos solares. Devido a própria natureza das placas modulares, esse resultado é esperado, de forma que o ganho em escala para aquisição no mercado brasileiro é muito pequeno, ficando condicionado especialmente a negociações comerciais ou redução de custos com frete para importação, além da redução de ganhos de capital para maiores volumes de venda, método bastante praticado pelos empresários em geral. Outro aspecto interessante é que a soma entre as contribuições percentuais para composição do sistema de módulos solares e inversores permanece em um patamar com menores variações, em torno de 70% somadas. A Fig. 5 apresenta a média das contribuições dos itens de forma agregada, divididos em 5 categorias.

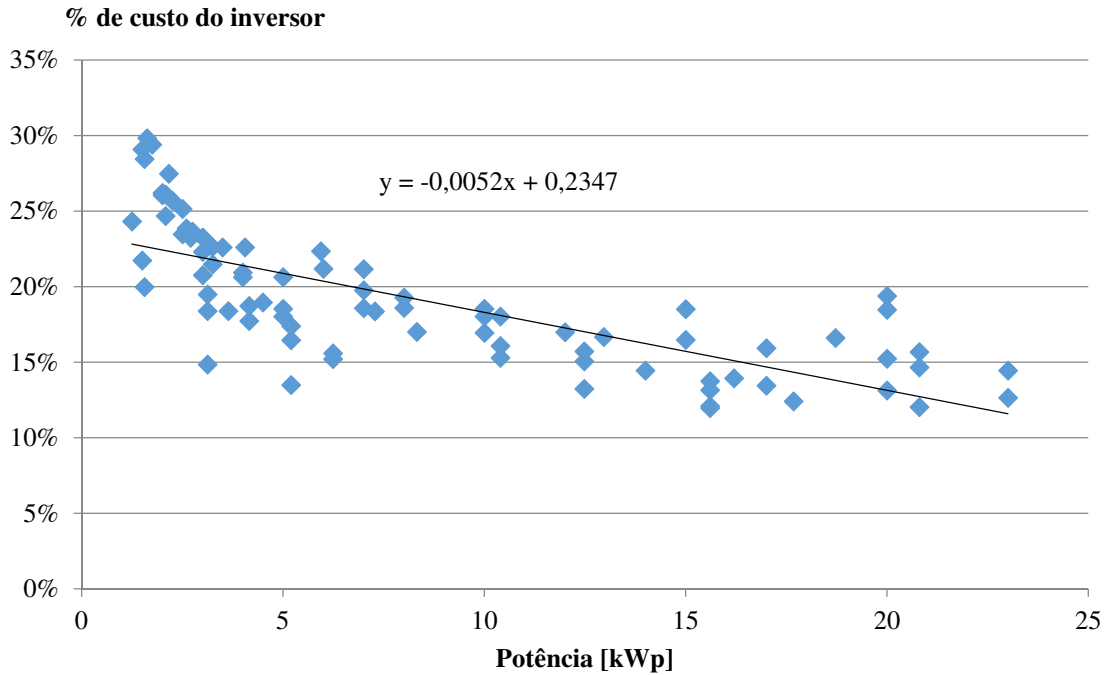


Figura 3 – Representatividade percentual do custo do inversor de frequência em sistemas fotovoltaicos

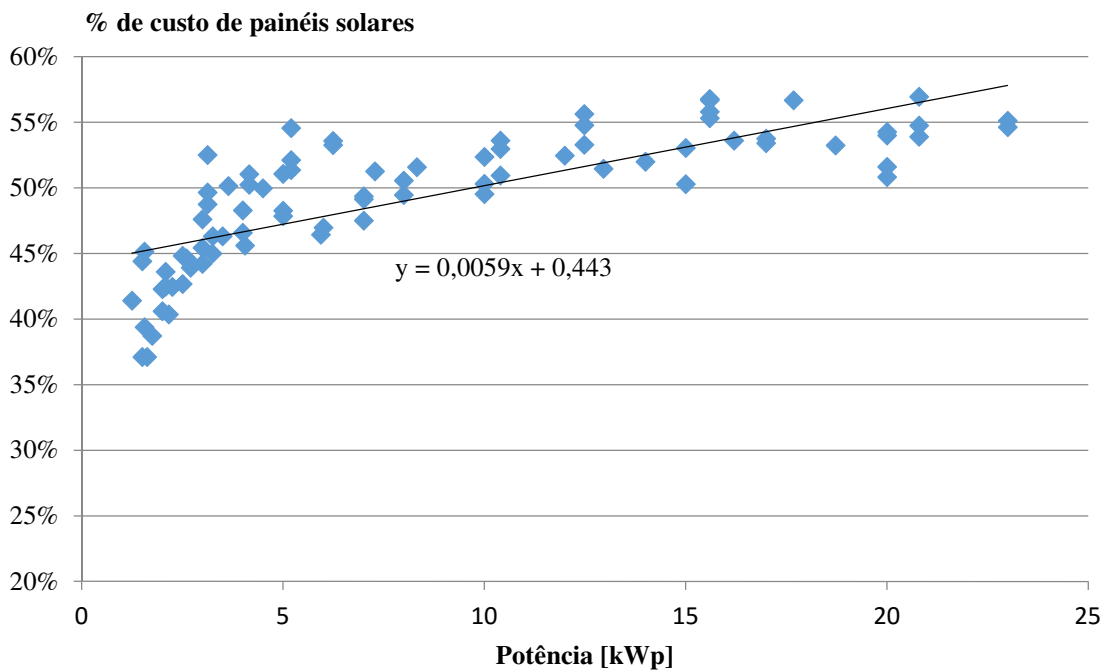


Figura 4 – Representatividade percentual dos módulos fotovoltaicos em sistemas completos

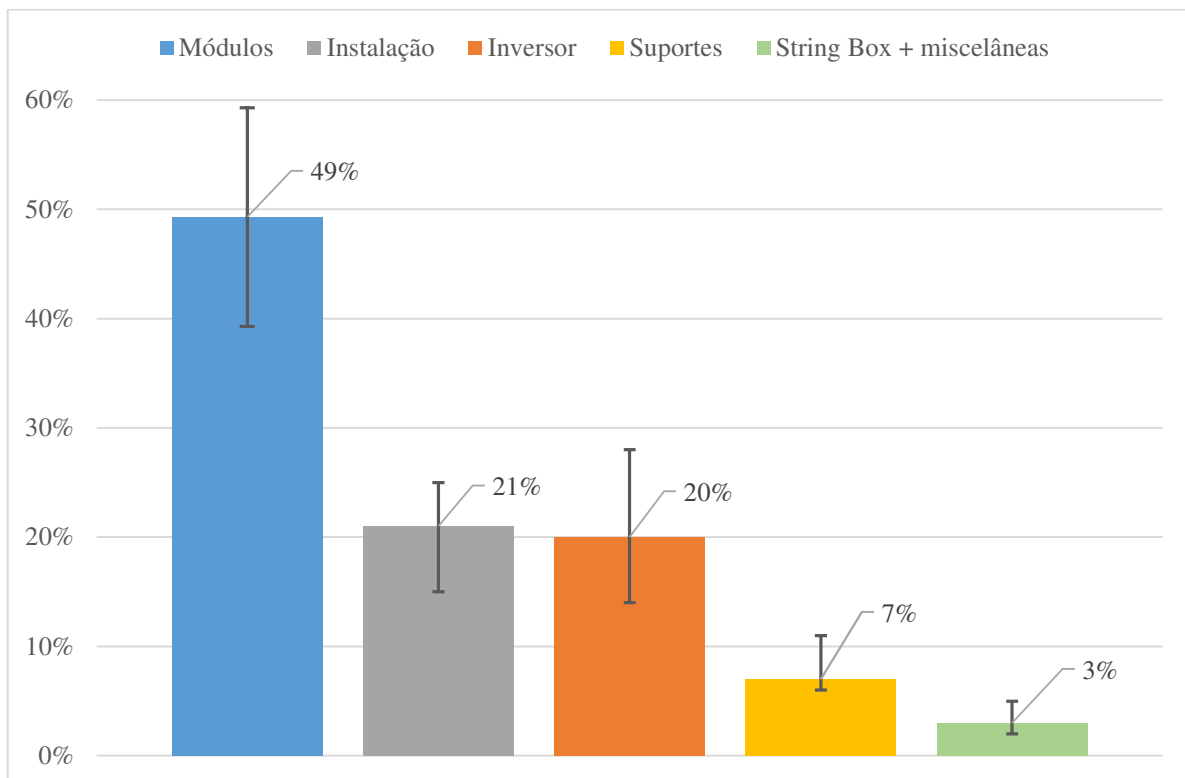


Figura 5 – Representatividade percentual do custo dos itens de composição de sistemas fotovoltaicos

4. CONCLUSÕES

Analisando os resultados e informações disponíveis, foi possível perceber que as economias em escala para projetos de geração elétrica seguindo a filosofia de microgeração e compensação de créditos em eletricidade são expressivas. Especialmente após a revisão Res. 482 da ANEEL, acredita-se que condomínios e outros possíveis agrupamento de consumidores residenciais e comerciais consigam obter maiores ganhos e conseqüentemente menores períodos de retorno dos investimentos. A legislação brasileira ainda está sendo desenvolvida, de forma que são esperados alguns anos até que o setor se consolide através do acúmulo de experiências em projetos. Muitos estudos têm sido feitos, especialmente por parte das distribuidoras, que devem começar a sentir os impactos da injeção de eletricidade em suas redes. Assim, serão necessários maiores investimentos em “Smart Grid” e melhorias nos sistemas atualmente existentes, de forma a oferecer melhores prazos para aprovação de novos projetos e garantia técnica de suprimento e operação.

A opção por compartilhamento de geração entre consumidores deve atrair maior número de clientes interessados, especialmente pelos benefícios comprovados das economias em escala. As revisões esperadas na legislação por parte da ANEEL caminham no sentido de melhores condições para os consumidores de pequeno porte e depositar maiores responsabilidades nas concessionárias, que devem se adaptar rápido tecnicamente e organizacionalmente. Atualmente há poucos fabricantes de módulos fotovoltaicos em território nacional, de forma que a maior parcela da demanda é atendida por produtos fabricados especialmente na China. Mesmo em relação aos demais equipamentos, inversores, suportes e cabos, a fabricação nacional ainda é pequena, o que deixa mais ainda explícito a dependência do mercado externo. Essa situação deixa os setores de micro e mini geração menos atrativos, especialmente pela fragilidade com câmbio. Os custos relativos a R\$ / kW pode ser alterados em poucas semanas caso haja variação cambial repentina, fato que tem se tornado frequente no país. Neste contexto, é importante que o governo trabalhe no sentido de reduzir a dependência externa e estabelecer legislações de apoio e incentivo ao setor. As medidas devem estimular pesquisa e desenvolvimento para novas linhas de produção e tecnologias, além de linhas de crédito com menores juros, maior prazo de pagamento e isenção de impostos.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações de Geração. Disponível < <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> >. Acesso em: 4 fev. 2016.
- Tovar, A. C. de Andrada, 2014. Perspectivas da Energia Solar e o Apoio do BNDES ao Setor. Seminário de Micro e Mini geração Distribuída ANEEL.

- EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2014. Série Recursos Energéticos, Nota Técnica DEA 19/14, Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos, Rio de Janeiro.
- Nakabayashi, R., Kuniso, 2014. Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Condições atuais e perspectivas Futuras, Dissertação de Mestrado, Instituto de Energia e Meio Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- IEA. International Energy Agency, 2014. Trends 2014 in photovoltaic applications: survey report of selected IEA countries between 1992 and 2013.
- Rodrigues, Mariana F. B., 2013. Análise da atratividade econômica da microgeração e minigeração distribuída no Brasil pela geração solar fotovoltaica. Monografia de Graduação. Universidade de Brasília.
- Zilles, Roberto, 2013. Avanços e desafios para a energia solar fotovoltaica no Brasil. III Workshop Inovação para o fortalecimento do Setor de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil.

PHOTOVOLTAIC MICROGENERATION BRAZILIAN MARKET: ECONOMIC EVALUATION FOR SYSTEMS ON SÃO PAULO STATE

Abstract. *This work covers an economic evaluation regarding to the prices for electrical generation projects using photovoltaic modules. The research was developed through equipment and services companies consult working on the state of São Paulo. The data include prices for systems between 1.5 kW and 23 kW capacity, typical values for residential and commercial customers. In this context, it's developed analysis of economies with scale and study the average percentage representativeness of the main items for the systems. The methodology considered is the ANEEL legislation on Resolution 482 from 2012, establishing the criteria and conditions for self-generation of electricity and export to the distribution network, with electricity credit compensation. The possibility of grouping of residences and businesses for acquisition of systems gets more interesting from the confirmation of the economic gains from increased scale gains. Analyzing public policies, it is expected more effort by all levels of government to offer special finance oportunities and more favorable conditions to import equipment. These actions bring many benefits such as improving research and development in order to also move forward with the nationalization of machines and equipment, growing the economy and generating scientific knowledge. Specifically, the results show the scale gain is representative, so that the difference between the average costs for the extreme range considered in this study is about 60%. In other words, 1.5 kW of capacity has average price of R \$ 20,230.00, representing R\$ 13,490.00 / kW, while for 23 kW the average cost is R\$ 187,500.00, or R \$ 8,150 00 / kW. The average cost per installed capacity was R\$ 9.66 / kW.*

Key words: *Photovoltaic Energy Market, Photovoltaic Electrical Micro Generation.*