

AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA ECONOMIA BRASILEIRA DA INSTALAÇÃO INCREMENTAL DE 1 MWP DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS RESIDENCIAIS ATRAVÉS DA ANÁLISE DA MATRIZ INSUMO PRODUTO

Bruno Wilmer Fontes Lima – bruno.lima@solsticioenergia.com
Solstício Energia

Marcelo Pereira da Cunha– marcelocunha@eco.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia

Gilberto Eiji Ivamoto – gilberto.ivamoto@solsticioenergia.com
Solstício Energia

Resumo. Em Abril de 2012 foi aprovada pela ANEEL a resolução normativa 482, criando o Sistema de Compensação de Energia (SCE). O SCE permite que sistemas de geração distribuída de energia por fontes incentivadas, o que inclui a solar fotovoltaica, com até 1MW de potência se conectem à rede elétrica de forma simplificada e injetem o excedente da energia gerada na rede, criando créditos de energia que podem ser utilizados posteriormente para abater o consumo. O entendimento da ANEEL é de que haveria uma troca de energia, sem compensação financeira. Assim, não deveria haver cobrança de impostos. Entretanto, a Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, através da Portaria CAT Nº 171 DE 27/12/2012 estabeleceu que deverá haver a cobrança do ICMS sobre a energia que for injetada na rede e consumida posteriormente. Esta decisão foi então seguida pelas Secretarias da Fazenda dos demais estados, através do Convenio ICMS 6/2013. A cobrança do ICMS representa uma grave ameaça à adoção da geração distribuída no Brasil, ao reduzir consideravelmente a viabilidade econômica destes sistemas. Este artigo vem analisar os impactos da instalação de 1MWP de sistemas fotovoltaicos residenciais na economia brasileira. Uma forma de incentivar esta fonte de energia é a isenção do ICMS na geração fotovoltaica. Se por um lado pode haver uma diminuição na arrecadação direta do ICMS, por outro haverá a criação de emprego e renda, e, conseqüentemente, um aumento na arrecadação de impostos indiretamente. Esta análise será realizada através do modelo de Matriz Insumo Produto, calculando o efeito direto e indireto nos setores da economia devido à inserção da energia fotovoltaica.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica, Geração distribuída, Matriz insumo-produto, Tributação, Economia.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de eletricidade no Brasil cresceu 47% na última década (EPE, 2011), chegando a 455,7 TWh em 2010. Projeções realizadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no Plano Decenal de Expansão de Energia para 2020, estimam que este consumo aumente outros 55,6% até lá, chegando a 659TWh. Para atender esta demanda, está previsto e contratado um aumento de 51% da capacidade instalada, passando dos 113.327 MW em operação ao fim de 2010 para 171.138 MW em 2020. Estas novas centrais serão, em sua maioria, grandes centrais hidrelétricas (32.184 MW), mas também estão previstas centrais termelétricas movidas a combustíveis fósseis (8.857 MW), centrais term nucleares (1.405 MW) e centrais movidas a fontes alternativas (18.009 MW), que incluem energia eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (EPE, 2011a).

Entretanto, esta expansão da matriz brasileira está baseada no paradigma da geração centralizada, caracterizada por grandes usinas instaladas distante dos centros de consumo, principalmente no caso das grandes hidrelétricas, que precisam ser construídas onde há potencial hidrelétrico disponível. Este paradigma apresenta vantagens, principalmente no planejamento da expansão e operação do sistema e nos ganhos da economia de escala. Porém, a distância entre a geração da eletricidade e o local de consumo acarreta perdas consideráveis na transmissão e distribuição da eletricidade, que em 2010 foram de 17,2% no Sistema Interligado Nacional (incluindo perdas técnicas, como perdas ôhmicas e na eficiência dos equipamentos, como perdas não técnicas, como furtos e fraudes), equivalentes a 88,2 TWh, suficiente para abastecer 47,7 milhões de residências médias, com um consumo de 154kWh/mês (1848kWh/ano) (EPE, 2011; EPE, 2011b). Outro aspecto negativo deste paradigma é o impacto socioambiental causado por estas usinas, caracterizado pelas áreas inundadas e comunidades deslocadas pela implantação das grandes usinas hidrelétricas, e pelas emissões de gases do efeito estufa (GEE) e outros poluentes que ocorrem durante a operação das usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis.

Uma alternativa ao paradigma da geração centralizada é a geração distribuída (GD), caracterizada como uma fonte de energia elétrica conectada diretamente à rede de distribuição ou ao consumidor (Ackermann, Andersson e Söder, 2001). A GD já é bastante utilizada no setor industrial e em consumidores de alta tensão, tanto na forma da cogeração, onde são gerados calor e energia elétrica conjuntamente; ou com grupos motores-geradores que entram em operação no

horário de ponta, para reduzir os gastos com eletricidade. Entretanto, uma forma de GD que está aumentando, principalmente nos países europeus, Estados Unidos e Japão, é a geração distribuída de pequeno porte em edificações, realizada principalmente por sistemas fotovoltaicos. Dessa forma, estes imóveis passam a gerar sua própria eletricidade, utilizando uma fonte de energia renovável, e fazendo com que novos investimentos em usinas de geração e infraestrutura de transmissão e distribuição possam ser adiados. Além disso, por gerarem eletricidade próximo ao ponto de consumo, reduzem consideravelmente as perdas por transmissão e distribuição.

Segundo o Balanço Energético Nacional, as edificações, que compreendem os setores residencial, comercial e público, foram responsáveis por 14% do consumo de energia primária no Brasil em 2010. Nos três setores, a eletricidade é a principal fonte de energia, e, quando avaliada apenas esta fonte, a participação das edificações sobe para 46,9% do total, com o setor residencial responsável por 23,8% (108,45 TWh), o comercial por 15% (68,19 TWh) e o setor público com 8,1% (37,01 TWh) do total (EPE, 2011). Assim, a geração de eletricidade nas edificações brasileiras apresenta um grande potencial para reduzir não só as perdas intrínsecas à distribuição de energia, como também a demanda - e consequentemente, a infraestrutura necessária para atendê-la - de energia elétrica atual e a prevista para os próximos anos, além de contribuir para evitar o despacho de usinas termoeletricas..

2. ENERGIA FOTOVOLTAICA

A Terra recebe anualmente $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia solar, correspondente a 10.000 vezes o consumo mundial de energia no mesmo período, bastando apenas 12 minutos para que a Terra receba energia do sol equivalente ao consumo anual mundial de energia. Uma forma de aproveitar a energia solar diretamente, na forma de eletricidade são os sistemas fotovoltaicos. O Brasil possui um alto potencial de aproveitamento desta fonte de energia, com elevados índices de radiação solar, variando de 1500kWh/m²/ano a 2200kWh/m²/ano, muito superiores aos encontrados na maioria dos países europeus, o que demonstra um vasto potencial a ser explorado. Com apenas 0,04% do território brasileiro coberto com módulos fotovoltaicos seria possível gerar toda a eletricidade consumida no país (Rüther e Zilles, 2011)

A energia solar fotovoltaica é, das fontes renováveis de energia, a que mais cresce atualmente. Mundialmente, a capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos chegou a 39,529 GW no final de 2010, após a instalação de 16,629 GW, o que representa um crescimento de 129% em comparação a capacidade instalada em 2009. A Europa lidera em termos de MW instalados, equivalentes a 74% (29,252 GW) da capacidade instalada mundial. Alemanha, Espanha e Itália, juntas, representam 24,47 GW, ou 62% de toda a capacidade instalada no mundo (EPIA, 2011a). Parte considerável destas instalações vem sendo feita em edificações.

A utilização de sistemas fotovoltaicos instalados em edificações apresenta diversas vantagens, tanto ambientais, como econômicas, sociais e técnicas. Esta é considerada uma das fontes de energia mais limpas existentes, pois não emite gases do efeito estufa nem outros poluentes durante a operação, ficando os impactos ambientais restritos à fabricação dos equipamentos e ao seu descarte (Fthenakis e Kim, 2011). Outras vantagens são que os componentes: (i) utilizam uma fonte de energia limpa e gratuita, não produzindo emissões durante sua operação; (ii) são modulares, permitindo que o sistema seja aumentado facilmente; (iii) são fáceis de serem instalados, sem a necessidade de grandes obras civis; (iv) produzem energia por mais de 25 anos, (embora sofram uma degradação com o passar do tempo, fazendo com que a geração de energia diminua ano a ano, embora a maioria dos fabricantes garantam um rendimento de 80% do rendimento original após 25 anos de uso), podendo ser reciclados ao fim de sua vida útil; (v) podem ser instalados em casas e edifícios, próximo ao consumo, reduzindo as perdas com a transmissão e distribuição de eletricidade, além de adiar novos investimentos em infraestrutura de transmissão; (vi) podem ser integrados às edificações, através do conceito de Building Integrated Photovoltaics (BIPV), onde os módulos desempenham papel duplo, sendo geradores de eletricidade e parte do envelope do edifício; (vii) não possuem partes móveis, consequentemente não produzem ruídos durante sua operação e apresentam baixos custos de manutenção; (viii) quanto instalados em edifícios, dispensam a necessidade de uma área física dedicada; (ix) têm a capacidade de oferecer potência reativa a pontos críticos da rede (melhoria na qualidade de energia); (x) têm a capacidade de oferecer um elevado fator de capacidade à alimentadores de rede com picos diurnos, como no caso de áreas comerciais com alta demanda por ar-condicionado (Rüther, 2004; EPIA, 2011). Estas características fazem com que a energia fotovoltaica seja uma das mais aplicáveis a geração distribuída em edificações.

2.1 Geração de Empregos na Cadeia Fotovoltaica

Outra vantagem da energia fotovoltaica é ser uma geradora de empregos de alto valor agregado, sendo uma das fontes de energia que mais geram emprego por MW instalado. Estes valores podem chegar a quase 90 empregos por MW instalado, embora o valor médio seja de aproximadamente 32 empregos por MW instalado, como visto na Figura 1 (Simas, 2012).

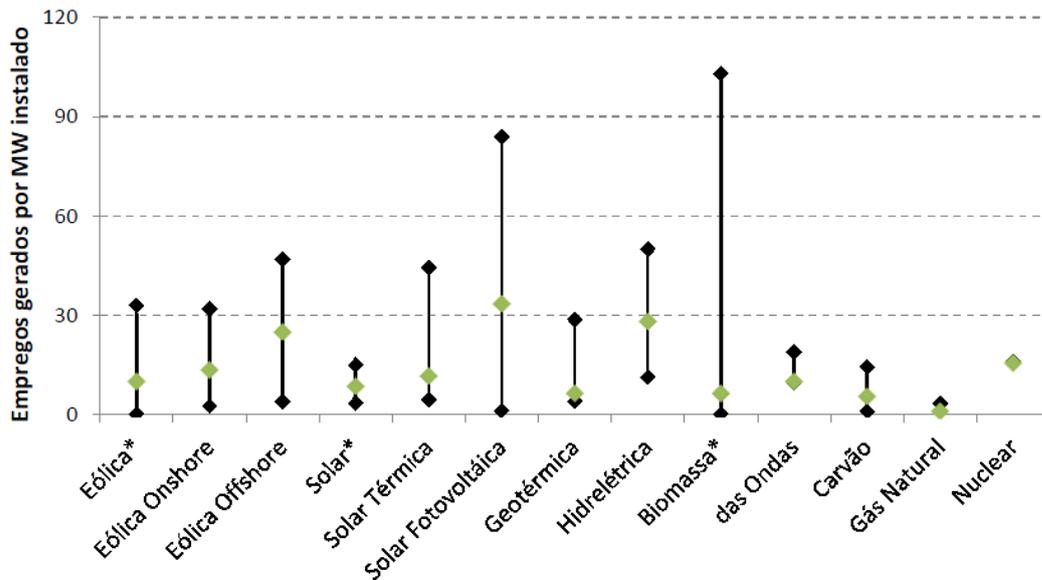


Figura 1 - Geração de empregos gerados por MW instalados de diversas fontes de energia. Fonte: (Simas, 2012)

Outro ponto interessante da geração de empregos na indústria fotovoltaica é a distribuição das posições criadas ao longo da cadeia de valor. Apesar de em termos de preço, os principais itens serem os equipamentos utilizados em um Sistema Fotovoltaico, em especial painel fotovoltaico e inversor, responsáveis por 70% do total (EPIA, 2011), quando se analisa a geração de empregos, a maioria dos empregos gerados se concentra na instalação (48%), ficando a fabricação dos componentes responsável por 25% dos empregos gerados. O restante da divisão de empregos gerados inclui vendas e distribuição (13,5%), engenharia e projetos (6,7%), e outros, que inclui pesquisa e desenvolvimento, financiamento e serviços legais (6,8%) (The Solar Foundation, 2012). Desta forma, mesmo no caso em que os componentes de um sistema fotovoltaico são importados, como ocorre em sua maioria atualmente, o setor ainda tem um grande potencial de geração de empregos.

3. RESOLUÇÃO 482 DA ANEEL

Em 17 de abril de 2012 foi aprovada pela ANEEL a Resolução Normativa N° 482, que estabeleceu as condições gerais para o acesso da microgeração (potência instalada menor que 100kW) e minigeração (potência instalada entre 100kW e 1MW) distribuída no Brasil. Com esta resolução, centrais geradoras de energia elétrica com até 1MW que utilizem fontes de energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada e estejam instaladas em unidades consumidoras podem se conectar à rede de distribuição de eletricidade de forma simplificada, sem a necessidade de contratos de uso e conexão, necessários para as usinas convencionais. Esta resolução criou também o Sistema de Compensação de Energia, no qual o excedente entre a geração de energia pela micro e mini GD e o consumo pode ser injetado na rede, gerando créditos de energia que poderão ser utilizados posteriormente (ANEEL, 2012a). A resolução também incluiu o item 3.7 no Módulo 3 do PRODIST, tratando dos aspectos técnicos para o acesso da acesso de micro e minigeração distribuída.

O Sistema de Compensação de Energia é uma forma de *Net Metering*, onde a energia injetada na rede tem o mesmo valor da energia que seria consumida naquele mesmo horário. Dessa forma, para clientes que adotem tarifas horosazonais, que variam dependendo da hora do dia ou da época do ano, a energia injetada no horário de pico teria um valor maior do que a energia injetada no horário fora do pico. Outro ponto importante deste sistema é que a energia injetada não será recompensada financeiramente, sendo transformada em créditos energéticos com uma validade de 36 meses, e que podem ser utilizados para compensar o consumo de outras unidades previamente cadastradas para este fim e atendidas pela mesma distribuidora, cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação de energia elétrica, ou cujas unidades consumidoras forem reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito.

Esta resolução é um importante passo para a adoção da geração distribuída no Brasil, visto que antes dela o excedente gerado pela geração distribuída não era contabilizado, e também não era garantida a autorização da distribuidora para a conexão da GD à rede. Entretanto, o Sistema de Compensação de Energia estabelece que seja cobrado no mínimo custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B (baixa tensão), ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A (média e alta tensão). Ou seja, mesmo no caso do edifício gerar toda a eletricidade que consumiu, será cobrado o valor de disponibilidade da rede.

3.1 O Convênio ICMS 6/2013 de 12/04/2013

A resolução 482 foi elaborada de forma a considerar que 1 kWh injetado na rede tivesse o mesmo valor de 1 kWh consumido da rede, incluindo encargos, impostos e tarifas de transmissão e distribuição. Entretanto, as distribuidoras de

eletricidade, responsáveis pela arrecadação do ICMS, levantaram o questionamento sobre a arrecadação do ICMS da energia entregue ao consumidor, mas que foi compensada pela geração própria. Em 27 de Dezembro de 2012, a Secretaria da Fazenda de São Paulo emitiu a Portaria CAT N° 171, que estabelece que a base de cálculo do ICMS deve ser o valor integral da operação, ou seja, toda a energia que foi consumida pela unidade consumidora, independente se foi compensada ou não. Em 12 de Abril de 2013, o Conselho Nacional de Política Fazendária emitiu o convênio ICMS 6, adotando esta forma de cálculo do ICMS sobre a geração distribuída, significando que todas as Secretarias da Fazenda irão seguir esta diretriz (SEFAZ SP, 2012), (CONFAZ, 2013). Vale ressaltar que esta cobrança do ICMS não incide na energia que for gerada e consumida ao mesmo tempo, conhecido também como autoconsumo.

A cobrança do ICMS em toda a energia consumida pela unidade consumidora, mesmo sendo ela compensada pela geração própria reduz consideravelmente a viabilidade econômica da instalação de um sistema fotovoltaico em residências. Isto ocorre devido ao fato das curvas de geração e consumo não serem coincidentes (Figura 2 e Figura 3), o que significa que grande parte da energia gerada pelo sistema fotovoltaico será injetada na rede para consumo posterior, e portanto, será cobrado o ICMS, que chega até 30% em alguns estados e faixas de consumo (Figura 4).

A isenção da cobrança do ICMS na energia injetada na rede melhoraria a viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos residenciais, possivelmente aumentando a quantidade de sistemas instalados. Entretanto, as Secretarias da Fazenda Estaduais poderiam argumentar que ao isentar a cobrança do ICMS, estariam perdendo arrecadação.

Este artigo busca mostrar que uma maior adoção de sistemas fotovoltaicos em residências iria trazer benefícios à economia como um todo, além dos benefícios ambientais. E que uma possível isenção da arrecadação do ICMS da energia injetada, que viabilizaria uma maior adoção desta fonte de energia, não iria diminuir a arrecadação do Estado (arrecadação esta praticamente inexistente atualmente, e que assim continuaria por um tempo devido a um baixo número de instalações de sistemas fotovoltaicos devido à baixa viabilidade). Pelo contrário, iria aumentar a arrecadação devido aos efeitos diretos e indiretos devido ao estímulo da economia.

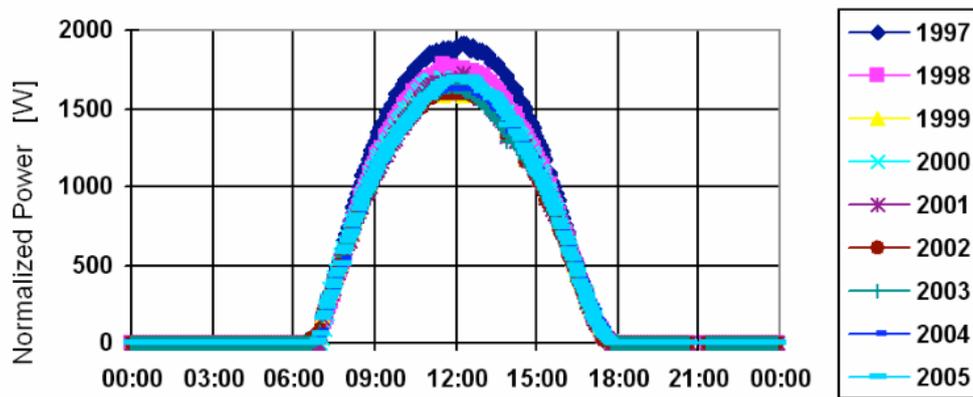


Figura 2 - Perfil Diário de Geração Fotovoltaica de um Sistema instalado em Florianópolis - SC. Fonte: (Rüther, et al., 2006)

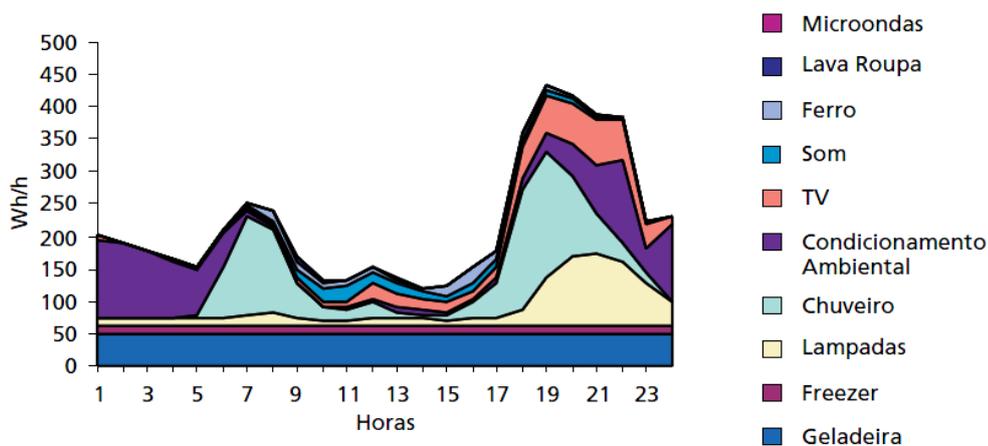


Figura 3 - Curva de Carga de uma Residência Média no Brasil. Fonte: (PROCEL, 2005)

Estado	kWh														
	[0;30]	[31;50]	[51;60]	[61;80]	[81;90]	[91;100]	[101;140]	[141;150]	[151;200]	[201;220]	[221;250]	[251;300]	[301;400]	[401;500]	> 500
AC	Isento				12%		17%					25%			
AL		Isento									25%				
AM									25%						
AP		Isento									12%				
BA				25%								27%			
CE	Isento								27%						
DF	Isento					12%					17%		21%		25%
ES	Isento								25%						
GO	Isento		25%							29%					
MA		Isento					10%		17%			25%			30%
MG		Isento								30%					
MS	Isento					17%						20%			25%
MT		Isento					10%		17%			25%			27%
PA		Isento					15%					25%			
PB	Isento		17%						20%					27%	
PE	Isento								25%						
PI	Isento					20%						25%			
PR	Isento								29%						
RJ	Isento							18%						29%	
RN	Isento								17%					27%	
RO								17%							
RR		Isento									17%				
RS	12%									25%					
SC				12%								25%			
SE	Isento						25%						27%		
SP		Isento						12%				25%			
TO									25%						

Figura 4 - Alíquota do ICMS incidente sobre a energia elétrica para clientes residenciais. Fonte: (ABRADEE, 2012)

4. METODOLOGIA

Para avaliar os impactos na economia da isenção da cobrança do ICMS na geração distribuída, será utilizado o Modelo de Insumo Produto. Este modelo foi proposto por Wassily Leontief na década de 1930, o que lhe rendeu o Premio Nobel de Economia em 1973 (Miller e Blair, 2009). Será utilizada a Matriz Insumo Produto da Economia Brasileira para o ano de 2005, agregada para 55 setores (IBGE, 2008), a última publicada pelo IBGE.

Será realizado um choque positivo no setor *Máquinas, aparelhos e materiais elétricos* e no de *Construção*, representando a aquisição e instalação dos sistemas fotovoltaicos, e um choque negativo no setor *Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana*, representando um menor consumo de eletricidade provenientes das distribuidoras devido à geração fotovoltaica.

Os sistemas fotovoltaicos são em sua totalidade instalados em residências, portanto será considerado um valor médio da eletricidade para consumidores do grupo B1-Residencial, bem como o preço dos sistemas fotovoltaicos são preços médios praticados para sistemas de pequeno porte, para instalação em residências.

As hipóteses para o cálculo deste choque são:

- Potência Nominal Instalada de Sistemas Fotovoltaicos: 1 MWp
- Preço do Sistema Fotovoltaico Instalado: R\$ 6 o Watt, ou R\$ 6.000.000,00 o MWp (preço base – sem incluir margem de lucro do integrador)
- Todos os equipamentos são de fabricação nacional, e correspondem por 70% do investimento total, e estão dentro do setor de *Máquinas, aparelhos e materiais elétricos*
- Projeto e Mão de Obra de Instalação correspondem por 30% do investimento total, e estão dentro do setor de *Construção*
- Choque total no setor de *Máquinas, aparelhos e materiais elétricos*: R\$ 4,2 milhões
- Choque total no setor de *Construção*: R\$ 1,8 milhões
- Energia gerada pelo Sistema Fotovoltaico: 1400 kWh/kWp/ano ou 140.000 MWh/ano
- Tarifa média residencial R\$ 404,15 o MWh (ANEEL, 2013)
- Choque total no setor *Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana*: - R\$ 565,81 mil

4.1 O modelo Insumo-Produto

O modelo de Insumo-Produto permite capturar os efeitos multiplicadores e os impactos macroeconômicos da mudança de investimentos entre os setores produtivos, tendo sido incorporada à metodologia de elaboração de Contas Nacionais (Simas, 2012). O modelo se quantifica através da Matriz de Insumo Produto, que apresenta as entradas e saídas, em valor monetário, de cada setor da economia durante um determinado período de tempo. Cunha e Pereira, 2008, apresentaram uma maneira didática de se compreender o modelo insumo produto, avaliando a economia brasileira de 2005 agregada em 4 setores, como vista na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de transações da economia brasileira em 2005. Fonte: (Cunha e Pereira, 2008):

Brasil 2005 (R\$ bilhão)	S1	S2	S3	S4	Y	X
S1	17,14	0,01	107,73	3,21	66,38	194,48
S2	0,03	2,17	58,47	0,10	10,42	71,20
S3	45,50	12,42	578,12	198,20	816,37	1.650,63
S4	15,05	20,39	220,86	375,90	1.238,19	1.870,39
Import.	6,27	2,89	99,12	34,22	104,85	
W	110,49	33,30	586,31	1.258,75	158,38	
X^T	194,48	71,20	1.650,63	1.870,39		

Os setores produtivos são identificados como: S1: Agropecuária; S2: Petróleo e gás; S3: Transformação; S4: Serviços. A coluna Y corresponde à demanda final, incluindo o consumo das famílias, do governo, exportações e a formação bruta de capital; e a coluna X corresponde às receitas de cada um dos setores. A linha Import significa as importações realizadas por cada setor, como também pela demanda final; a linha W são as despesas dos setores da economia e da demanda final no pagamento de impostos, remuneração do fator trabalho e fator capital; e X^T as despesas totais de cada setor.

Os valores em amarelo da Tabela 1 são os consumos intermediários, insumos consumidos por um setor por outro setor para atender a demanda final. No caso, os valores nas colunas significam o quanto aquele setor consumiu de cada um dos setores nas linhas, incluindo dele próprio, para atender à demanda final e dos demais setores. Somando-se as importações e a remuneração do fator trabalho, fator capital e impostos, tem-se o total das despesas daquele setor. Já os valores nas linhas podem ser vistos como os insumos que este setor forneceu aos demais, incluindo ele próprio. Somando-se os insumos destinados à demanda final, tem-se as receitas daquele setor.

A partir destes valores, pode-se calcular uma série de coeficientes técnicos diretos de produção, que significa os valores de insumos de outros setores necessários para produzir R\$ 1,00 daquele setor. Por exemplo, olhando-se novamente para a coluna ocupada pelo setor S3, dividindo-se os R\$ 220,86 bilhões de insumos (fornecidos pelo setor S4) pelo valor da produção do setor S3 (R\$ 1.650,63 bilhões), encontra-se o valor 0,134, significando que para produzir R\$ 1,00, o setor S3 consome R\$ 0,134 do setor S4.

Este valor, 0,134, é o coeficiente técnico direto de produção do setor S3 pelo setor S4, sendo identificado por a_{34} . De modo geral, o coeficiente técnico direto de produção a_{ij} , interpretado como os insumos fornecidos pelo setor i ao setor j para a produção de R\$ 1,00 do setor j, é definido por:

$$a_{i,j} = \frac{Z_{i,j}}{X_j} \quad (1)$$

Calculando-se a Eq. (1) para cada setor, obtém-se a Matriz A, conhecida como matriz de coeficientes técnicos. Assim, a matriz insumo produto pode ser reescrita como:

$$A.X + Y = X \quad (2)$$

A Eq. (2) pode ser resolvida para X (vetor com o valor da produção de cada um dos setores) em função de Y (vetor com o valor da demanda final de cada um dos setores), cujo resultado é:

$$X = (I - A)^{-1}.Y \quad (3)$$

onde I é a matriz identidade de ordem n.

Através da matriz (I-A), também chamada de matriz inversa de Leontief, pode-se obter o valor da produção de todos os setores considerando a soma dos efeitos diretos e indiretos envolvidos em toda a cadeia produtiva para atender a uma determinada demanda final. Desta forma, pode-se estimar os efeitos diretos e indiretos de um choque na demanda final de um ou mais setores, ao multiplicar-se a matriz inversa de Leontief por um vetor Y que represente este choque.

5. RESULTADOS

Os resultados mostram que a instalação de 1MWp de sistemas fotovoltaicos em residências ao custo total de R\$ 6 milhões trariam um impacto total na economia de R\$ 10,76 milhões, incluindo efeitos diretos e indiretos.

Os setores mais afetados foram os de *Máquinas, aparelhos e materiais elétricos*, com uma demanda total de R\$ 4,62 milhões, seguidos pelos setores de *Construção* (R\$ 1,86 milhões), *Fabricação de aço e derivados* (R\$ 4,82 milhões), *Comércio* (R\$ 4,11 milhões) *Transporte, armazenagem e correio* (R\$ 3,49 milhões) e *Refino de petróleo e coque* (R\$ 3,46 milhões). A Figura 5 mostra os setores mais impactados por este choque.

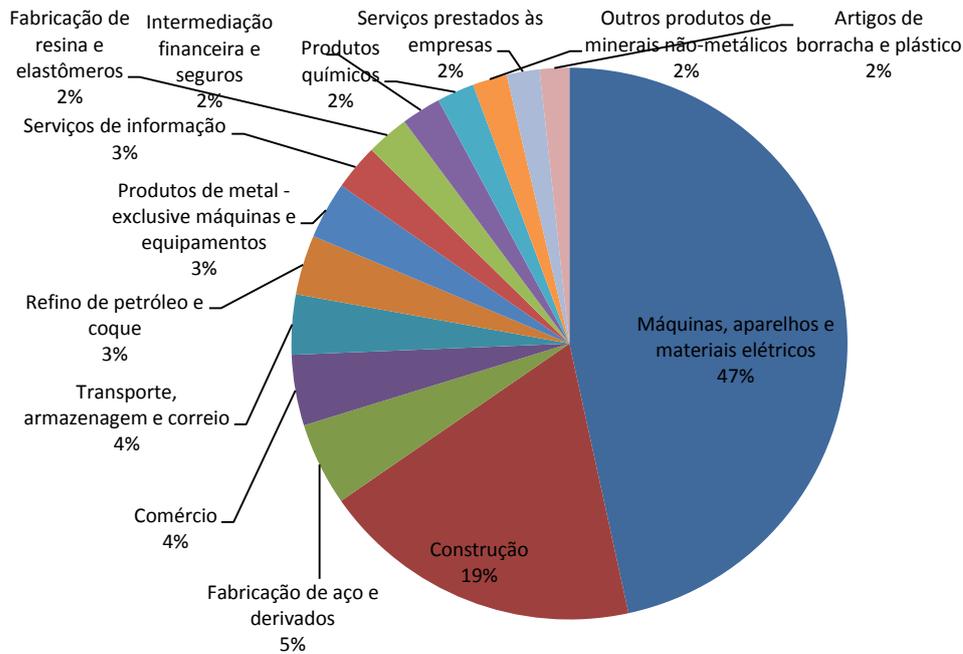


Figura 5 - Setores Mais Impactados

O setor de *Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana* foi o único que teve uma redução na demanda total, de R\$ -348 mil. Entretanto, esta redução é inferior ao choque na redução na compra de eletricidade das distribuidoras devido aos sistemas fotovoltaicos.

A Tabela 2 traz os resultados para cada um dos 55 setores da economia brasileira, em R\$.

Tabela 2 - Demanda Total dos 55 Setores da Economia Brasileira devido à Instalação de 1 MWp de Sistemas Fotovoltaicos

Setor	Demanda Total (R\$)
Agricultura, silvicultura, exploração florestal	R\$ 33.687,56
Pecuária e pesca	R\$ 5.886,28
Petróleo e gás natural	R\$ 139.230,29
Minério de ferro	R\$ 44.804,41
Outros da indústria extrativa	R\$ 61.776,61
Alimentos e bebidas	R\$ 25.694,71
Produtos do fumo	R\$ 8,68
Têxteis	R\$ 21.182,10
Artigos do vestuário e acessórios	R\$ 3.522,82
Artefatos de couro e calçados	R\$ 643,20
Produtos de madeira - exclusive móveis	R\$ 60.407,88
Celulose e produtos de papel	R\$ 61.423,85
Jornais, revistas, discos	R\$ 27.542,40
Refino de petróleo e coque	R\$ 346.869,83
Álcool	R\$ 15.051,44
Produtos químicos	R\$ 215.448,93
Fabricação de resina e elastômeros	R\$ 247.389,67
Produtos farmacêuticos	R\$ 2.134,12
Defensivos agrícolas	R\$ 13.234,18
Perfumaria, higiene e limpeza	R\$ 7.640,76
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	R\$ 50.189,53
Produtos e preparados químicos diversos	R\$ 57.402,20
Artigos de borracha e plástico	R\$ 170.553,16
Cimento	R\$ 59.376,99

Outros produtos de minerais não-metálicos	R\$ 198.842,66
Fabricação de aço e derivados	R\$ 482.536,32
Metalurgia de metais não-ferrosos	R\$ 80.403,48
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	R\$ 330.474,78
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	R\$ 82.267,86
Eletrodomésticos	R\$ 1.641,20
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	R\$ 1.611,66
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	R\$ 4.621.499,44
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	R\$ 19.923,07
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	R\$ 19.393,77
Automóveis, camionetas e utilitários	R\$ 1.063,38
Caminhões e ônibus	R\$ 2.275,14
Peças e acessórios para veículos automotores	R\$ 122.109,38
Outros equipamentos de transporte	R\$ 5.236,39
Móveis e produtos das indústrias diversas	R\$ 16.308,61
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	-R\$ 348.197,55
Construção	R\$ 1.860.212,13
Comércio	R\$ 411.110,19
Transporte, armazenagem e correio	R\$ 348.970,14
Serviços de informação	R\$ 266.720,33
Intermediação financeira e seguros	R\$ 228.979,98
Serviços imobiliários e aluguel	R\$ 42.425,23
Serviços de manutenção e reparação	R\$ 15.466,17
Serviços de alojamento e alimentação	R\$ 23.011,23
Serviços prestados às empresas	R\$ 189.958,00
Educação mercantil	R\$ 3.259,23
Saúde mercantil	R\$ 4.382,05
Outros serviços	R\$ 45.856,47
Educação pública	R\$ 332,29
Saúde pública	R\$ 11,10
Administração pública e seguridade social	R\$ 17.950,00

6. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que a instalação de sistemas fotovoltaicos em residências teria efeitos positivos em quase todos os setores da economia, com exceção do setor de *Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana*, devido à uma redução no faturamento das distribuidoras que deixariam de vender eletricidade aos consumidores que optaram pelo uso da energia solar. Além disso, a instalação de cada 1MWp de sistemas fotovoltaicos teria a capacidade de gerar de 30 a 90 empregos diretos, considerando-se os valores de Simas, 2012.

Entretanto, devido ao alto custo da tecnologia e ao longo tempo para retorno do investimento, as residências que instalaram sistemas fotovoltaicos no Brasil ainda fazem parte de um universo muito restrito e caso não sejam adotadas políticas de incentivo ao uso desta fonte de energia, continuarão a ser. E um muito simples, e bastante eficaz seria isenção do ICMS sobre a energia injetada na rede.

Considerando-se uma alíquota do ICMS sobre a eletricidade de 25%, e que toda a eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico seria injetada na rede, ou seja, incidiria ICMS, ao isentar a energia injetada os estados estariam abrindo mão de uma receita direta de R\$ 141,4 mil. Porém, os impactos diretos e indiretos para a fabricação e instalação dos sistemas fotovoltaicos iria demandar eletricidade também, e a redução na demanda total por eletricidade seria de R\$ 348,2 mil. Mantendo a mesma alíquota do ICMS, a redução na arrecadação do ICMS sobre a eletricidade seria de apenas R\$ 87 mil. Ao se considerar os efeitos diretos e indiretos que a instalação destes sistemas fotovoltaicos trouxeram à economia, pode-se perceber que a arrecadação total dos estados seria bastante superior a essa redução na arrecadação sobre a eletricidade. Vale ressaltar que esta foi uma análise qualitativa dos resultados, já que o correto cálculo da arrecadação de impostos é muito mais complexa do que as contas apresentadas neste artigo.

Outros pontos que devem ser ressaltados quanto aos resultados são a defasagem dos dados utilizados para a simulação, que são de 2005, e o nível de agregação da economia, onde os equipamentos que compõem um sistema fotovoltaico foram considerados como equivalentes a motores, transformadores e outros materiais elétricos e a eletricidade junto com outros serviços de utilidade pública. Contudo, esta análise serviu como um parâmetro para mostrar que o incentivo ao uso da energia solar fotovoltaica trás benefícios econômicos ao país, além dos sociais, com a

geração de empregos, e ambientais, com a redução nas emissões de gases do efeito estufa, contribuindo para as três dimensões da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ABRADEE, 2012. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/banco-de-dados/financeiro>>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- Ackermann, T.; Andersson, G.; Söder, L. Distributed Generation: a Definition. *Electric Power Systems Research*, v. 57, p. 195-204, 2001.
- ANEEL. Resolução Normativa Nº 482. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília. 2012a.
- ANEEL. Relatórios do Sistema de Apoio a Decisão, 2013. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550>>. Acesso em: 24 jun. 2013.
- CONFAZ. SEFAZ MT. Convenio ICMS 6, 2013. Disponível em: <http://app1.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/legislacaoatribut.nsf/07fa81bed2760c6b84256710004d3940/7da5f17d128552ec84257b4b0079d71c?OpenDocument#_u8d7kslmi9p4ku8298d6l681m5gg48h906kg48h9085154iac4124a_>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- Cunha, M. P.; Pereira, J. T. V. Estimativa da energia incorporada na demanda final da economia brasileira em 2005. XII Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: [s.n.]. Novembro 2008.
- EPE. Balanço Energético Nacional 2011. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília, p. 267. 2011.
- EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia 2020. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. 2011a.
- EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2011. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, p. 244. 2011b.
- EPIA. Solar Generation 6 - Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World. European Photovoltaic Industry Association. [S.l.], p. 100. 2011.
- EPIA. Global Market Outlook for Photovoltaics Until 2015. European Photovoltaic Industry Association. [S.l.], p. 44. 2011a.
- Fthenakis, V. M.; Kim, H. C. Photovoltaics: Life-cycle analyses. *Solar Energy*, v. 85, n. 8, p. 1609-1628, Agosto 2011.
- IBGE. IBGE Downloads, 2008. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>. Acesso em: 24 jun. 2013.
- Miller, R. E.; Blair, P. D. *Input-Output Analysis - Foundations and Extensions*. 2a. ed. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2009.
- PROCEL. Avaliação de Mercado e Eficiência Energética no Brasil - Ano Base 2005. Procel. [S.l.], p. 77. 2005.
- Rüther, R. Edifícios Solares Fotovoltaicos. Florianópolis: Editora UFSC / LABSOLAR, 2004.
- Rüther, R. et al. Performance of the First Grid-Connected, BIPV Installation in Brazil over Eight Years of Continuous Operation. 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, Dresden, Germany, 4-8 Setembro 2006.
- Rüther, R.; Zilles, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. *Energy Policy*, v. 39, p. 1027-1030, 2011.
- SEFAZ SP. Legisweb. Portaria CAT Nº 171 DE 27/12/2012 (Estadual - São Paulo), 2012. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?legislacao=249113>>. Acesso em: 20 jun. 2013.
- Simas, M. S. Energia Eólica e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Estimativa da Geração de Empregos por Meio de uma Matriz Insumo-Produto Ampliada. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2012. 220 p. Dissertação de Mestrado.
- THE SOLAR FOUNDATION. National Solar Jobs Census 2012. [S.l.], p. 68. 2012. Disponível em: <http://thesolarfoundation.org/sites/thesolarfoundation.org/files/TSF%20Solar%20Jobs%20Census%202012%20Final.pdf>.

EVALUATION OF THE IMPACTS ON THE BRAZILIAN ECONOMY DUE TO THE INCREMENTAL INSTALLATION OF 1 MWP OF RESIDENTIAL SOLAR PV SYSTEMS USING THE INPUT-OUTPUT MODEL

Abstract. In April, 2012 ANEEL approved the resolução normativa 482, creating the Energy Compensation System (Sistema de Compensação de Energia - SCE). The SCE allows that distributed generation systems up to 1MW using supported sources, including solar PV, connected themselves to the electricity grid and inject the excess energy into the grid, creating energy credits that can be used later to reduce the energy bill. ANEEL understanding is that there would be a trade of energy, without this credit being transformed into money. So, there should be no tax collection. However, São Paulo State Department of Finance (Sefaz-SP), through the Portaria CAT Nº 171 DE 27/12/2012 established that there would be collection of ICMS over the energy that is delivered to the grid to be consumed later. This decision was followed by the other states' Department of Finance, through the Convenio ICMS 6/2013. The collection of the ICMS poses as a severe threat to the adoption of distributed generation in Brazil, by reducing considerably the economic viability of these systems. This paper will evaluate the impacts of the installation of 1MWP of residential solar photovoltaic systems in the Brazilian economy. One way to support this source of energy is the exemption of ICMS collection on the photovoltaic generation. If in one way, there will be a reduction in direct ICMS collection, there will be an increase in jobs position and income and consequentially, an increase in indirect collection in ICMS and other

taxes collections. This evaluation will be performed using the input-output model, calculating the direct and indirect effects on the economy due to the insertion of photovoltaic systems.

Key words: *Solar photovoltaic energy, Distributed generation, Input-output model, Taxation, Economy.*