

IMPACTO DE PEQUENAS FONTES SOLARES SOBRE O FATURAMENTO DE DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Cristiano Baumgarten
Gládis Bordin
Gustavo Dorneles Ferreira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Este artigo apresenta um modelo para análise de políticas de incentivo à micro e minigeração solar fotovoltaica, bem como para avaliação do impacto da utilização destas fontes no faturamento de distribuidoras de energia elétrica e na arrecadação de impostos. No Brasil, a micro e mini geração para consumidores foi possibilitada a partir da Resolução Normativa N°482/2012. Este cenário motiva o desenvolvimento de modelos que permitam avaliar o comportamento do consumidor/gerador e de políticas que incentivem a implementação destas pequenas fontes fotovoltaicas. O modelo proposto utiliza a abordagem de Dinâmica de Sistemas para avaliar diferentes políticas de incentivo, com o intuito de auxiliar o consumidor na tomada de decisão quanto ao investimento em micro e mini geração. Os resultados obtidos mostram o efeito do comportamento do consumidor/gerador sobre o faturamento da distribuidora e sobre a arrecadação de impostos dos governos estaduais e federal. Dentre outras conclusões, os resultados obtidos indicam que políticas, como, p. ex., a retirada do ICMS sobre a energia gerada, incentiva a implementação destas fontes, mas reduzem o faturamento da distribuidora.

Palavras-chave: Dinâmica de Sistemas, Micro e Minigeração, Políticas Energéticas.

ABSTRACT

This paper aims at presenting a model for analyzing incentive policies concerning photovoltaic solar micro and mini-generation and evaluating the impact of these alternative power sources in the billing of distribution utilities and in different governmental tax collections. In Brazil, micro and mini-generation recent evolution is an outcome of the Directive #482/2012. The environment created by this directive stimulates the development of analysis and simulation models that assess consumers' and generators' decision-making and of policies that encourage the implementation of such small photovoltaic power sources.

Our proposed model uses the System Dynamics approach to evaluate different incentive policies, to assist the consumers' decision-making in the investment in micro and mini-generation power sources. The outcomes of our research expose the potential effect, due to the use of our model, on consumers' / generators' decision-making with impact on the billing of distribution utilities and on the tax collection at the state and federal levels. These results indicate that policies such as, for instance, the removal of Value- Added Tax (VAT) on generated energy by prosumers can further stimulate the use of these alternative power sources although reducing the billing of distribution utility.

Keywords: System Dynamics, Micro and Mini-generation, Energy Policy.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014), o consumo de energia elétrica no Brasil deve aumentar de 525,3 TWh em 2015 para 790,9 TWh em 2024, representado um crescimento médio anual de 4,6%. Assim, com a previsão de aumento da demanda por energia elétrica, torna-se necessário um aumento constante da capacidade de geração, bem como a diversificação da matriz energética. Por sua vez, a busca pela diversificação da matriz energética remete a um novo paradigma energético, representado pela introdução de tecnologias renováveis que, embora mais caras se comparadas com as fontes convencionais de geração, tornam-se cada vez mais viáveis à medida que se expandem. Dessa forma, existe a tendência natural de que os custos associados à exploração das fontes renováveis sejam reduzidos por conta da evolução tecnológica e da produção em grande escala, tornando-se uma opção rentável para alguns consumidores residenciais (MME, 2009).

Torna-se essencial, portanto, uma discussão estratégica, no âmbito governamental, com a finalidade de estabelecer uma proposta objetiva de incentivos econômicos à inserção da tecnologia Solar Fotovoltaica (FV) (MME, 2009). Dentre as possíveis fontes primárias para a micro e minigeração de energia elétrica, e analisando em um horizonte decenal, as fontes solares fotovoltaicas se destacam por possuírem um maior potencial de adesão frente às políticas e aos marcos regulatórios que se apresentam no cenário brasileiro (EPE, 2014).

No Brasil, os sistemas FV enquadrados como sistemas de micro e mini geração, regulamentados pela RN 482, devem atender aos Procedimentos de Distribuição (PRODIST), Módulo 3, e às normas de acesso das distribuidoras locais.

A micro geração distribuída é definida na RN 482 (ANEEL, 2012) e retificada pela Resolução Normativa N°.687 (ANEEL, 2015)

como a central geradora de energia elétrica, com potência instalada igual ou inferior a 75 kW para as fontes de energia hídricas, solares, biomassa, eólica e cogeração qualificada conectada a rede de distribuição por meio das instalações de unidades consumidoras. A minigeração distribuída é definida pela potência instalada superior a 75 kW e inferior a 3 MW para fontes hídricas, e superior a 75 kW e inferior a 5 MW para fontes que utilizem como base a energia solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Com o exposto, um novo tipo de comércio é introduzido no Brasil, no qual os consumidores podem também se tornar geradores de energia elétrica e, compensar seus gastos na fatura de energia elétrica por meio da injeção da energia excedente na rede de distribuição, com aquisição de créditos de energia ativa. Este novo tipo de consumidor/gerador tem sido chamado de prosumidor, frente a adesão das pequenas fontes FV. Neste contexto, surge a necessidade de um entendimento do comportamento do prosumidor. Este comportamento é contemplado no modelo proposto no presente trabalho.

2. MODELO PROPOSTO

O modelo proposto emprega a técnica de análise e modelagem de Dinâmica de Sistemas, proposta por Forrester (1961), a partir da teoria de controle realimentado, e detalhada por Ford (1999) no que se refere à construção do modelo dinâmico. As relações que compõem o modelo são apresentadas na Figura 1 e descritas a seguir.

A primeira etapa da modelagem consiste do estudo de viabilidade de um dado projeto FV, no qual a disponibilidade do recurso primário de energia é o primeiro critério a ser avaliado (ABINEE, 2012). A viabilidade da utilização do “Potencial” FV é primeiramente avaliada com base na “Regulamentação” existente. Essa “Regulamentação” pode trazer benefícios aos consumidores por meio de “Incentivos”, como, por exemplo, a retirada do ICMS cobrado sobre a energia gerada pelos consumidores e entregue à rede de distribuição. Verificando-se o “Custo Total” do sistema, juntamente com o montante economizado pela unidade consumidora, pode-se estimar o “Tempo de Retorno do Investimento”. Esse fator, juntamente com outros aspectos de caráter ambiental, social e técnico, estimulam o consumidor a implementar as fontes FV.

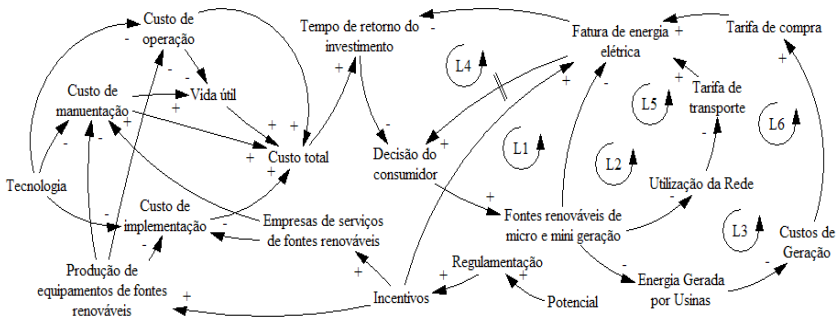


Figura 1 – Estrutura do Modelo Desenvolvido

Na Figura 1, os Laços Causais L1 e L4 apresentados, são laços de equilíbrio, pois a realimentação é negativa. O atraso (*delay*) simbolizado por traços paralelos representa o tempo para que o consumidor, após receber a fatura de energia elétrica, tome a decisão de investir ou não em fontes de mini ou microgeração. Os demais Laços Causais são ditos de reforço, pois são laços de realimentação positiva. Pode-se observar o efeito da espiral da morte (*death spiral*), definida por Ford (1997) e analisada em (Grace, 2014) e (Jiménez; Franco; Dyner, 2015), como uma ação que repetidas vezes ao longo do tempo tende a inviabilizar a ação de outros agentes. No problema sob análise, a entrada de um número cada vez maior de prosumidores, tende a reduzir a arrecadação do serviço de distribuição; em outras palavras, uma redução no faturamento da distribuidora.

Neste modelo, o fator central utilizado para a determinação da quantidade de energia gerada é a decisão do consumidor, o qual possui a capacidade de optar pela implementação de sistemas de micro e minigeração. O diagrama mostrado na Figura 2 apresenta a interação dos fatores determinantes à decisão do consumidor. Todas as variáveis apresentam uma contribuição positiva para a decisão, com exceção da “Confiabilidade de Energia Elétrica” que, conforme aumenta, reduz a decisão do consumidor em implementar as “Fontes Renováveis de Micro e Minigeração”. Esta relação é assumida considerando-se que, com o aumento da confiabilidade da rede de distribuição, o consumidor tende a não necessitar de outra fonte para suprir suas necessidades energéticas. As relações indiretas por sua vez, são representadas pela “Escolaridade” agindo na “Consciência Ecológica”, e as contribuições da “Confiabilidade de Energia Elétrica” e da “Renda” para compor a variável denominada de “Conforto”.

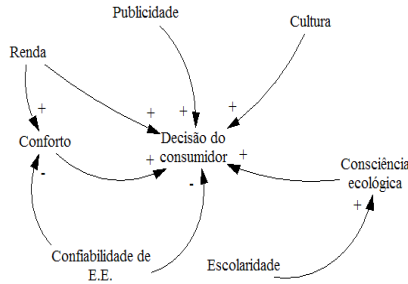


Figura 2 – Relações Causais da Decisão do Consumidor

A próxima etapa da formulação é a determinação da resposta do sistema, denominada Modo de Referência (MR). O MR pode ser interpretado como “imagem” aproximada do comportamento real a ser observado, o qual é utilizado para validar os resultados obtidos. Na determinação do MR, como se trata de um evento recente que não possui histórico, tem como requisito a modelagem do comportamento da adesão dos consumidores, de modo a estimar um gráfico que sirva como imagem aproximada do comportamento real a ser observado, possibilitando embasar e validar os resultados obtidos. Para este estudo, as unidades consumidoras foram classificadas em diferentes grupos, de acordo com a renda média. As unidades consumidoras com renda entre 10 e 20 salários mínimos ou com renda superior a 20 salários mínimos foram consideradas aptas e separadas em grupos. Da mesma forma, avaliou-se o nível educacional (ensino médio e superior). As unidades consumidoras com nível educacional até o ensino médio foram consideradas menos aptas à adesão visto que os conceitos de sustentabilidade e de consciência ecológica são amplamente difundidos nas escolas e nas universidades brasileiras.

Assim, com o objetivo de avaliar o mercado potencial, para o grupo de renda entre 10 a 20 salários mínimos e as unidades consumidoras com nível de escolaridade até o ensino médio, atribuiu-se o peso de 20%, e para os outros grupos atribuiu-se o peso de 80%. O modo de referência é ilustrado na Figura 3.

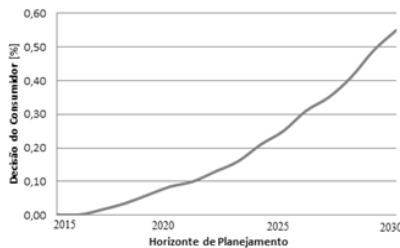


Figura 3 – Modo de Referência

Após definido o sistema e o modo de referência, o modelo matemático foi elaborado.

3. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

O modelo descrito anteriormente foi implementado no software PowerSim® (POWERSIM, 2015), sendo suas soluções obtidas por meio do método de Runge-Kutta de 4ª ordem com passo fixo. O emprego deste método foi motivado pelo desempenho superior em relação aos demais métodos para solução de modelos não lineares disponibilizados pelo programa. Aqui apresenta-se somente as expressões mais relevantes ao presente trabalho.

Dentre as análises realizadas com o modelo, pode-se destacar o montante arrecadado pelo governo estadual e federal. A arrecadação dos governos estaduais vem do ICMS cobrado sobre a energia injetada pelo prosumidor na rede de distribuição e dos equipamentos relacionados à micro e minigeração. Ainda, há a redução na receita pela perda do ICMS que incidia sobre a energia total consumida pela unidade consumidora. Dessa forma, pode-se estimar o total arrecado pelos estados, em Reais (R\$) conforme é descrito em (1).

$$AE_{(t)} = NUC_{(t)}(CI_{(t)} \times ICMS_{inv} \times P_{einv} + TEE_{(t0)} \times VT_{(t)} \times CM \times ICMS_{tar} \times \%Exp - TEE_{(t0)} \times VT_{(t)} \times CM \times ICMS_{tar} + CD \times ICMS_{tar}) \quad (1)$$

Onde: $AE_{(t)}$ é a arrecadação estadual, $CI_{(t)}$ é o custo de implementação, $ICMS_{inv}$ é o ICMS incidente sobre os inversores, P_{einv} é o percentual do custo total relativo aos inversores, $TTE_{(t0)}$ é o preço da tarifa percebida pelo consumidor no ano inicial, $VT_{(t)}$ é a variação da tarifa, $ICMS_{tar}$ é o valor de ICMS que incide sobre a fatura de energia elétrica, CM é o consumo médio nas unidades consumidoras, CD é o custo de disponibilidade e $\%Exp$ é o percentual de exportação de energia a rede.

Ainda, pode-se estimar o montante em impostos que será arrecado pelo governo federal. Esses recursos vêm da arrecadação dos impostos sobre produtos industrializados e impostos de importação, como é mostrado em (2), em Reais (R\$).

$$AF_{(t)} = NUC_{(t)} \times CI_{(t)} [P_{einv}(II_{inv} + IPI_{inv}) + P_{emód} \times II_{mód} - IR] \quad (2)$$

Onde: $AF_{(t)}$ é a arrecadação federal, $CI_{(t)}$ é o custo de imple-

mentação, P_{einv} é o percentual do custo total relativo aos inversores, II_{inv} é o imposto de importação incidente sobre os inversores, IPI_{inv} é o imposto sobre produtos industrializados incidente sobre os inversores, $P_{\text{mód}}$ é o percentual do custo total relativo aos módulos FV, $II_{\text{mód}}$ é o imposto de importação incidente sobre os módulos e IR é a possível compensação do investimento no Imposto de Renda.

A partir da formulação matemática é avaliada a robustez do modelo e são apresentados os resultados.

4. VALIDAÇÃO DOS MODELOS E RESULTADOS

A análise de sensibilidade é efetuada com o objetivo de avaliar a robustez do modelo e verificar a contribuição de cada variável frente à variação dos seus parâmetros, identificando as variáveis que afetam significativamente o comportamento do modelo. Assim, os parâmetros foram alterados em 20% e 40% em relação ao valor referência até o ano de 2030 e, os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise de Sensibilidade

Variável	Variações	Decisão do Consumidor 2030 (%)	Total de Energia Gerada 2030 (GWh)
II Inversores	Valor Referência - 14%	0,49798	102,927
	-20%	0,50223	104,378
	-40%	0,50653	105,853
II Módulos	Valor Referência - 12%	0,49798	102,927
	-20%	0,50403	105,071
	-40%	0,51018	107,266
IPI Inversores	Valor Referência - 15%	0,49798	102,927
	-20%	0,50254	104,483
	-40%	0,50716	106,066
ICMS Inversores	Valor Referência - 18%	0,49798	102,927
	-20%	0,50346	104,797
	-40%	0,50902	106,706
Redução no IR	Valor Referência - 0%	0,49798	102,927
	-20%	0,60619	142,844
	-40%	0,74812	200,987
ICMS Tarifa	Valor Referência - 30%	0,49798	102,927
	-20%	0,51823	100,079
	-40%	0,53789	117,171

Com os resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se a estabilidade do modelo, atendendo às características de robustez. Os parâmetros que apresentam maior sensibilidade são a redução no IR e a retirada do ICMS sobre a energia injetada pelo prosumidor. Assim, essas são as principais políticas tarifárias a serem exploradas, como descrito nos cenários apresentados a seguir.

Na elaboração das projeções foram adotadas premissas compatíveis com cenários prováveis de evolução das atividades econômicas e sociais do país ao longo do período de análise. Nos cenários são exploradas à tomada de decisão do consumidor, o total de energia gerada pelas fontes FV, a arrecadação de impostos estadual e federal e a redução do faturamento da distribuidora.

Os cenários são assim caracterizados: Cenário 1 é projetado com base na regulamentação vigente, ou seja, sem nenhum incentivo adicional; Cenário 2 considera a possibilidade de dedução de parte dos custos de instalação no Imposto de Renda, e Cenário 3 isenta a cobrança do ICMS da energia gerada e injetada na rede de distribuição pelo prosumidor.

4.1 Cenário 1

Este cenário é elaborado com a manutenção da regulamentação vigente sem ser explorado incentivos, ou seja, nesse cenário é cobrado o ICMS do prosumidor sobre a energia injetada na rede de distribuição e não há a possibilidade de abater no IR os investimentos na implementação do sistema. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados para o Cenário 1

Ano	Decisão do Consumidor (%)	Total de Energia Gerada (MWh)	Arrecadação Estadual (R\$)	Arrecadação Federal (R\$)	Redução do Faturamento da Distribuidora (R\$)
2016	0,00662	109,83	22.923,90	72.181,52	23.561,13
2017	0,01843	301,26	63.344,56	190.063,62	64.976,51
2018	0,03512	863,68	181.992,26	522.748,99	187.212,13
2019	0,05414	1.986,73	405.126,48	1.133.634,62	432.570,87
2020	0,07980	3.798,19	727.294,98	2.010.637,28	831.180,70
2021	0,10202	6.538,88	1.251.543,27	3.375.711,65	1.437.674,60
2022	0,12672	10.203,83	1.893.707,18	5.052.004,09	2.253.974,78
2023	0,15472	14.943,72	2.689.385,61	7.157.531,78	3.316.337,76
2024	0,18962	20.936,53	3.654.178,72	9.700.974,16	4.667.787,32
2025	0,22866	28.661,14	4.851.882,93	12.847.248,56	6.419.431,36

2026	0,27286	38.205,75	6.273.684,81	16.567.290,57	8.596.453,23
2027	0,32150	49.983,65	7.962.418,69	20.967.970,22	11.297.865,78
2028	0,37581	64.437,01	9.959.125,34	26.149.915,77	14.630.981,62
2029	0,43463	81.915,32	12.284.782,94	32.159.264,68	18.683.725,67
2030	0,49798	102.927,04	14.979.272,54	39.090.980,98	23.581.927,22

Neste cenário verifica-se que há um crescente aumento das instalações dos sistemas FV. Porém, ao fim do horizonte de planejamento, apenas 2% das unidades consumidoras optam em instalar o sistema, representando uma adesão baixa.

4.2 Cenário 2

O presente cenário contempla a possibilidade de os custos de instalação do sistema serem abatidos no IR. Estima-se que no período de 2016 a 2020 o custo de instalação do sistema é abatido em 30% no IR. No período seguinte, de 2021 a 2025 é admitido um desconto de 15% e no último período é retirado esse incentivo. A Tabela 3 apresenta os resultados para este cenário.

Tabela 3 – Resultados para o Cenário 2

Ano	Decisão do Consumidor (%)	Total de Energia Gerada (MWh)	Arrecadação Estadual (R\$)	Arrecadação Federal (R\$)	Redução do Faturamento da Distribuidora (R\$)
2016	0,07538	1.751,16	365.485,85	-1.108.663,67	376.010,13
2017	0,09469	3.927,94	825.751,87	-2.263.183,83	847.477,74
2018	0,11956	6.801,33	1.433.076,18	-3.563.577,29	1.474.423,90
2019	0,14702	10.595,99	2.161.252,27	-5.145.204,78	2.307.944,09
2020	0,18258	15.478,17	2.963.507,75	-7.102.503,61	3.387.254,66
2021	0,14796	19.612,09	3.753.323,88	719.574,66	4.312.074,20
2022	0,17613	24.857,45	4.612.628,96	775.011,96	5.490.898,36
2023	0,20752	31.366,18	5.644.091,94	946.061,94	6.960.870,13
2024	0,24630	39.313,62	6.860.572,25	1.147.115,23	8.764.973,10
2025	0,28913	49.241,30	8.334.322,94	1.389.951,45	11.028.932,50
2026	0,27187	58.593,39	9.619.837,02	25.408.053,11	13.183.773,96
2027	0,32052	70.170,82	11.176.372,28	29.436.446,67	15.860.824,43
2028	0,37484	84.414,08	13.044.542,61	34.257.037,00	19.166.958,33
2029	0,43367	101.671,72	15.245.173,82	39.915.462,36	23.189.890,04
2030	0,49703	122.452,08	17.817.954,22	46.506.453,18	28.055.373,02

Neste cenário verifica-se um aumento da energia gerada pelos prosumidores, já que houve uma maior taxa de adesão devido ao incentivo financeiro. Observa-se que há, nos anos iniciais, uma diminuição na arrecadação do governo federal devido à dedução dos custos no IR. No entanto, nos anos subsequentes o montante total é quase todo recuperado, já que há uma disseminação mais rápida da tecnologia. Ainda, há somente a redução de aproximadamente 15 milhões de reais da arrecadação federal para um incremento de mais de 5 mil unidades consumidoras com micro e minigeração, durante o período de análise. Nesse sentido, mesmo sem o governo estadual fornecer algum incentivo, sua receita é aumentada, devido a um maior número de prosumidores adotarem as fontes FV.

4.3 Cenário 3

No Cenário 3 a premissa é a retirada do ICMS sobre a energia injetada pelo prosumidor na rede de distribuição. Assim, no período de 2016 a 2025 é retirado totalmente o ICMS. No restante do período há novamente a cobrança do ICMS. A Tabela 4 apresenta os resultados para este cenário.

Ano	Decisão do Consumidor (%)	Total de Energia Gerada (MWh)	Arrecadação Estadual (R\$)	Arrecadação Federal (R\$)	Redução do Faturamento da Distribuidora (R\$)
2016	0,03984	889,68	179.079,25	584.686,09	191.020,56
2017	0,05587	2.040,85	413.857,43	1.287.556,43	440.311,81
2018	0,07718	3.738,69	759.916,90	2.262.863,65	810.479,38
2019	0,10105	6.193,89	1.217.010,45	3.535.437,18	1.349.098,83
2020	0,13254	9.559,62	1.757.177,97	5.060.546,60	2.092.025,91
2021	0,15899	14.087,66	2.585.878,81	7.272.784,14	3.097.420,59
2022	0,18784	19.767,52	3.510.165,42	9.787.023,73	4.366.550,86
2023	0,21988	26.752,09	4.595.567,55	12.813.335,92	5.936.894,14
2024	0,25941	35.215,56	5.852.240,29	16.317.183,87	7.851.308,00
2025	0,30299	45.713,47	7.349.161,67	20.490.891,75	10.238.776,17
2026	0,27204	55.097,99	9.046.232,14	23.892.333,25	12.397.292,81
2027	0,32069	66.709,77	10.625.423,65	27.984.544,25	15.078.514,79
2028	0,37501	80.989,03	12.515.623,44	32.867.079,13	18.389.269,63
2029	0,43384	98.284,49	14.737.682,57	38.585.661,69	22.417.307,82
2030	0,49719	119.104,49	17.331.323,78	45.235.062,41	27.288.392,87

Verifica-se que o impacto dessa política, no montante de energia gerada, é semelhante ao impacto do Cenário 2. No entanto, nota-

se que não há redução de arrecadação por nenhuma das esferas do governo. Ao contrário disso, há o aumento na arrecadação do governo estadual e federal. Isso ocorre, pois, a perda da receita do ICMS cobrado na tarifa de energia elétrica é compensada pela arrecadação do ICMS sobre os produtos referentes à instalação do sistema FV.

5. CONCLUSÕES

A implementação de pequenas fontes FV tem efeito sobre os consumidores, as distribuidoras, as esferas governamentais e o agente regulador. Os consumidores têm a alternativa de reduzir seus gastos com energia elétrica por meio da instalação destes sistemas. As distribuidoras podem ter seus faturamentos reduzidos. Quanto às esferas governamentais, essas devem estar atentas à necessidade desse novo mercado. O agente regulador deve elaborar políticas que incentivem os prosumidores e preserve a saúde financeira das concessionárias.

O estudo realizado mostra que as políticas empregadas influenciam na penetração da micro e minigeração. Ainda, mesmo que as políticas adotadas não ocorram no sentido de expansão deste mercado, até o horizonte de estudo, há um aumento dos sistemas FV.

A retirada do ICMS sobre a energia injetada na rede pelo prosumidor mostra-se como uma política atraente, tanto para as esferas de governo e consumidores quanto à distribuidora. Para o consumidor, o incentivo aumenta a rentabilidade do investimento. Para o governo estadual, a perda no faturamento é compensada com o incremento da receita do ICMS cobrado sobre os produtos do sistema FV. Para a distribuidora, essa política, entre as avaliadas, possui o menor impacto sobre o seu faturamento.

A abordagem do problema de inserção de mini e microgeração distribuída fotovoltaica, visto como um sistema, agregando em um único modelo computacional variáveis técnicas, comportamentais dos agentes de mercado, financeiras, culturais, entre outras, só foi possível com uso da técnica de Dinâmica de Sistemas.

O modelo aqui apresentado é uma ferramenta de aprendizagem e permite à elaboração de políticas para empresas distribuidoras e órgão regulador, visando à atuação neste novo tipo de mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Acesso em 3/9/2015, disponível em: www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf

Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa 482. Acesso em 25/8/2015, disponível em: www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf

Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa 687. Acesso em 25/8/2015, disponível em: www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf

Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Acesso em 27/1/2016, disponível em: www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PDE2024.pdf

FORRESTER, J. W. Industrial dynamics. 1ª. Ed. New York: John Wiley & Sons, 1961. ISBN 978-1614275336

FORD, A. Modelling the Environment: An Introduction to System Dynamic Modelling of Environmental Systems. 1ª. Ed. Washington D. C: Island Press, 1999. ISBN 1-55963-600-9.

Ford, A. System Dynamics and the Electric Power Industry. System Dynamics Review. vol. 13, pp57-85, 1997.

Grace, W. Exploring the Death Spiral: A system dynamics model of the electricity network in Western Australia. Acesso em 2/9/2015, disponível em: www.systemdynamics.org/conferences/2015/papers/P1181.pdf

JIMÉNEZ, M. Z.; FRANCO, C. J.; DYNER, I. R. Diffusion of solar generation on rooftops: A system dynamics-based approach in Colombia. III Simpósio Brasileiro de Dinâmica de Sistemas. 2015.

Ministério de Minas e Energia, Estudo e Propostas de Utilização de Geração Fotovoltaica Conectada à rede, e particular em edificações urbanas. Acesso em 12/1/2016, disponível em: www.abinee.org.br/informac/arquivos/mmegtsf.pdf

POWERSIM.EXE. Versão 10. Programa para simulação de modelos baseados em dinâmica de sistemas. Demo. Norway, 2015. Powersim Software AS. 79 Litleasvegen, Nyborn, Norway.

