

Diagnóstico Computacional dos Impactos Resultantes do Despacho de Termelétricas e suas Implicações Financeiras no Sistema Único de Saúde (SUS)

Luiza Paterlini da Silva

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
luiza.paterlini@gmail.com

Mariana Altoé Mendes

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
altoemariana@hotmail.com

Pablo Rodrigues Muniz

Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil
pablorm@ifes.edu.br

ABSTRACT

Since 2015 the dispatch of thermal power plants as a source of energy in the Brazilian electric power grid has been increasing, but initially they should be used as a complement to the main generation source, the hydroelectric plants. In the long run, the use of thermoelectric plants can cause major problems in the health sector and, as a consequence, increase government spending on public health. The health problems arising from thermoelectric plants occur due to the quantity and severity of the pollutants they emit. Health costs associated with air pollution are mostly associated with diseases of the respiratory tract and circulatory tract. These costs are financed in part by the Union and partly by the States and Municipalities. This work developed a computer program that assesses the damages caused to human health due to the dispatch of thermoelectric power plants as well as the financial impacts on the Health Unique System, stratifying them in the municipal, state and federal spheres. Finally, the paper proposes a method of incentive to distributed mini- and microgeneration with the use of renewable energies.

Keywords: *Thermoelectric Power Plant; Distributed generation; Atmospheric pollution; Health Unique System.*

1. INTRODUÇÃO

Com o constante acionamento das termelétricas ocorre o aumento da poluição atmosférica, como produto da combustão incompleta de combustíveis fósseis nessas usinas, entre outros. A exposição da população a essa poluição é uma das principais causas de problemas de saúde localizados nos sistemas respiratório e cardiovascular (PAMPLONA, 2016).

Assim, colocam-se para esta pesquisa as seguintes questões: a mitigação do uso de termelétricas e aumento proporcional de mini- e microgeração distribuída podem promover uma “limpeza” da matriz energética brasileira? Pode haver redução dos gastos do Sistema Único de Saúde (SUS) devido à diminuição de danos à saúde relacionados à poluição atmosférica? A instalação de painéis solares como forma de microgeração distribuída pode ser uma forma de mitigar o uso de usinas termelétricas?

Com isso, definiu-se como hipótese para esta pesquisa o possível desenvolvimento de um programa

de computador que, dadas as informações sobre a termelétrica, informa a compensação que uma residência equipada com painéis fotovoltaicos solares produz em relação à emissão de poluentes de uma termelétrica, devido à diminuição de energia elétrica gerada por esta última. Espera-se, dessa forma, contribuir com a eliminação de fontes poluentes da matriz energética brasileira, incentivando a instalação de painéis solares como forma de geração de energia distribuída e, conseqüentemente, reduzindo o despacho de usinas termelétricas.

2. REVISÃO

2.1 Usinas Termelétricas

Os impactos negativos que as termelétricas podem ocasionar variam, principalmente, com a quantidade de poluentes emitida, a concentração dos poluentes existentes na região onde a usina está localizada e a dispersão dos materiais (ELETROBRÁS/MME, 2000). A utilização dessas termelétricas pode causar grandes problemas a longo prazo, como problemas de saúde relacionados aos sistemas respiratório e cardiovascular ou, ainda, ocasionar morte de indivíduos. Financeiramente, esses problemas aumentam os custos do governo com saúde pública (MENDES, 2016).

2.2 Emissão de Gases Poluentes

Os poluentes atmosféricos gerados por termelétricas são consequência da emissão de gases e partículas resultantes da queima dos combustíveis (MEDEIROS, 2003). Do ponto de vista da saúde humana, os poluentes que mais causam danos à saúde quando da geração de energia são os materiais particulados derivados da queima de combustíveis fósseis, sendo eles: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado até 10 µm de diâmetro (PM₁₀) (MENDES, 2016). Apesar do gás CO₂ ser o principal produto da combustão do carbono, não foram encontrados suficientes para a pauta principal desse trabalho: o desenvolvimento do software.

2.3 Custos à Sociedade por Morbidade e Mortalidade em Função da Poluição das Termelétricas

A valoração da morbidade causada por problemas respiratórios como resultado da poluição é possível a partir da medida das despesas de saúde, como medicamentos e gastos hospitalares, e também a perda de produtividade devido a doenças (ELETROBRÁS/MME, 2000).

Os custos de saúde associados às doenças do trato respiratório e do trato circulatório, derivadas da poluição atmosférica, podem ser classificados em quatro categorias: gastos médicos associados com tratamento de doenças; dias de trabalho perdidos resultantes da enfermidade; gastos preventivos e atividades associadas com tentativas de mitigar a doença; e desutilidade associada com os sintomas e oportunidades de lazer perdidas devido à doença (TAYRA et al., 2012).

2.3.1 Estratificação dos custos entre os entes federativos

A Emenda Constitucional nº 86/2015, em seu art. 2º, estabelece que a aplicação mínima da União deve totalizar 15% da receita corrente líquida no quinto exercício financeiro subsequente ao da promulgação desta Emenda Constitucional. A Lei Complementar nº 141/2012, em seu art. 6º, estabelece que os Estados e o Distrito Federal devem aplicar, anualmente, em forma de ações e serviços públicos de saúde prestados ao público, no mínimo, 12% da arrecadação dos impostos. Essa mesma lei, em seu art. 7º, estabelece que os Municípios e o Distrito Federal devem aplicar, também em regime anual, em forma de ações e serviços públicos de saúde prestados ao público, no mínimo, 15% da arrecadação dos

impostos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

Atualmente, a União financia 40% do total investido no SUS (SIMERS, 2015). Os demais 60% ficam a cargo dos Estados e Municípios, sendo que cada parte fica responsável por, aproximadamente a metade, ou seja, 30%. Com relação à contribuição por meio de impostos, o Distrito Federal atua como Estado e também como Município (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

2.3.2 Cálculos para estimar danos causados à saúde humana devido ao uso de usinas termelétricas

Algumas premissas foram definidas para o desenvolvimento dos cálculos que estimam os danos causados à saúde humana devido ao uso de usinas termelétricas. São elas: a quantidade de poluentes emitidos, a dispersão dos materiais e a concentração de poluentes existentes no local onde a usina opera (ELETROBRÁS/MME, 2000).

A primeira etapa dos cálculos é estimar as emissões de termelétricas, que são específicas para cada tipo de poluente emitido. Para tanto, a equação utilizada deve ser (ELETROBRÁS/MME, 2000):

$$E_{in} = PE \cdot f_{in} \quad (1)$$

Onde,

E_{in} – taxa de emissão do poluente (i) para cada categoria de empreendimento (n) [g/ano];

PE – produção anual de energia [kWh];

f_{in} – fator de emissão do poluente (i) para cada empreendimento (n) [g/kWh].

A segunda etapa consiste em estimar a dispersão dos poluentes emitidos pela usina. Para fazer esta estimativa emprega-se a equação 2 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$C_{in} = \frac{10^6 \cdot Q \cdot E_{in}}{6 \cdot \pi \cdot s} \quad (2)$$

Onde,

C_{in} – concentração do poluente (i) no nível do solo para cada categoria de empreendimento (n) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$];

Q – fator de conversão das unidades;

s – distância da fonte emissora ao ponto de análise [km].

A terceira etapa de cálculo é destinada a estimar o risco associado à população exposta a cada poluente. Para fazer esta estimativa emprega-se a equação 3 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$\Delta r_{s,jn} = C_{s,in} \cdot b_{ij} \quad (3)$$

Onde,

$\Delta r_{s,jn}$ – risco incremental ao dano (j) decorrente do poluente (i) no ponto (s) da região [evento];

$C_{s,in}$ – variação anual da concentração do poluente no ponto (s) da região para cada categoria de empreendimento (n) [evento/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$];

b_{ij} – coeficiente dose-resposta para uma variação da concentração do poluente (i) no ponto (s) da região [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

A quarta etapa consiste em estimar o impacto à saúde da população em termos de morbidade e mortalidade. Para tanto, aplicam-se os resultados da equação 3 à equação 4 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$\Delta S_{s,in} = \Delta r_{s,ij} \cdot Pop_{s,i} \quad (4)$$

Onde,

$\Delta S_{s,in}$ – doenças ou mortes ocasionadas pela variação na concentração do poluente (i) sobre a população residente na área de influência (s) de uma categoria de termelétrica (n) [doenças ou mortes];

$\Delta r_{s,ij}$ – risco incremental ao dano (j) decorrente do poluente (i) no ponto (s) da região [evento];

$Pop_{s,i}$ – população exposta ao risco do poluente (i) em (s) [habitantes/km²].

Por fim, a quinta e última etapa é a estimativa do valor econômico das alterações ambientais causadas pela emissão dos poluentes. Esse valor é determinado a partir da equação 5 (ELETROBRÁS/MME, 2000).

$$VDSH_{s,in,p} = VM_n \cdot \sum (\Delta S_{s,SO_2,n} (mortes) + \Delta S_{s,PM,n} (mortes)) + VMB_n \cdot \sum (\Delta S_{s,SO_2,n} (doenças) + \Delta S_{s,PM,n} (doenças)) \quad (5)$$

Onde,

$VDSH_{s,in,p}$ – valor total do dano causado à saúde humana durante a vida útil de um empreendimento numa área de dispersão atmosférica (s) com uma densidade demográfica p [em bases monetárias];

VM_n – valor atribuído à vida humana [em bases monetárias];

VMB_n – valor atribuído à morbidade [em bases monetárias];

$\Delta S_{s,i,n} (doenças)$ – doenças provocadas pela variação na concentração do poluente (i) sobre a população residente na área de influência (s) de uma categoria de termelétrica [em bases monetárias];

$\Delta S_{s,i,n} (mortes)$ – mortes ocasionadas pela variação na concentração do poluente (i) sobre a população residente na área de influência (s) de uma categoria de termelétrica [em bases monetárias].

3. METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado é o qualitativo, apoiando-se em revisão bibliográfica. O capítulo 2 foi dedicado a uma pesquisa exploratória dos temas descritos no resumo e introdução deste trabalho. Com isso, a proposta foi desenvolver um programa de computador que analise os impactos ambientais oriundos da poluição de termelétricas e suas decorrências financeiras sobre o SUS. Ademais, correlacionar tais impactos com a implantação de mini e microgeração distribuídas de energia elétrica, no intuito de quantificar redução de emissão de poluentes. Por fim, propor incentivos financeiros para a instalação de painéis solares, oriundos de eventual redução dos gastos do SUS.

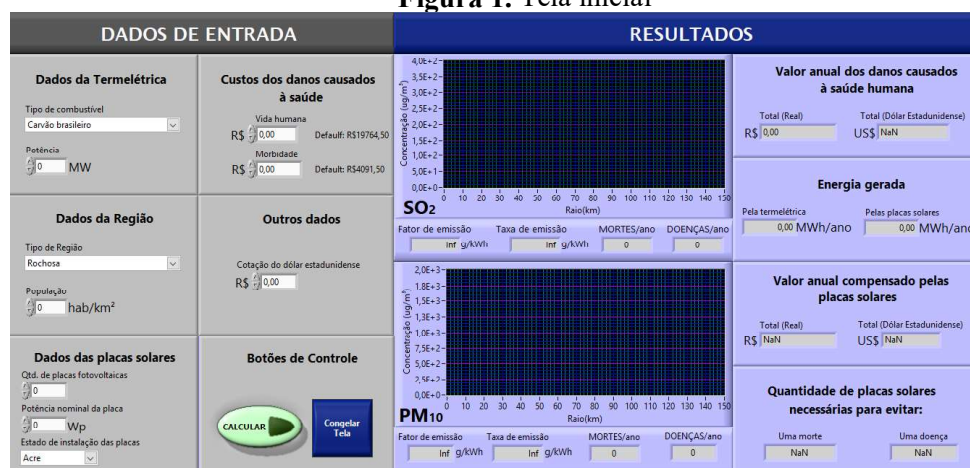
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Programa de computador

A proposta do programa de computador desenvolvido é aplicar os cálculos desenvolvidos no item

2.4.2 e salientar os impactos ambientais e financeiros que a termelétrica analisada pode provocar, por meio da exposição dos valores gerados a partir dos dados inseridos sobre a termelétrica. O programa foi desenvolvido na plataforma LabVIEW com a linguagem de programação G (que conta com sistema de blocos e linguagem C), e consiste em duas principais etapas: os dados de entrada e os resultados (Figura 1).

Figura 1. Tela inicial



The screenshot shows a software interface divided into two main sections: 'DADOS DE ENTRADA' (Input Data) and 'RESULTADOS' (Results).

DADOS DE ENTRADA:

- Dados da Termelétrica:** Tipo de combustível (Carvão brasileiro), Potência (0 MW).
- Custos dos danos causados à saúde:** Vida humana (R\$ 0,00, Default: R\$19764,50), Morbidade (R\$ 0,00, Default: R\$4091,50).
- Dados da Região:** Tipo de Região (Rochosa), População (0 hab/km²).
- Dados das placas solares:** Qtd. de placas fotovoltaicas (0), Potência nominal da placa (0 Wp), Estado de instalação das placas (Acre).
- Outros dados:** Cotação do dólar estadunidense (R\$ 0,00).
- Botões de Controle:** CALCULAR, Congelar Tela.

RESULTADOS:

- SO₂:** Gráfico de Concentração (µg/m³) vs. Raio (km). Taxa de emissão: inf g/kWh, MORTES/ano: 0, DOENÇAS/ano: 0.
- PM₁₀:** Gráfico de Concentração (µg/m³) vs. Raio (km). Taxa de emissão: inf g/kWh, MORTES/ano: 0, DOENÇAS/ano: 0.
- Valor anual dos danos causados à saúde humana:** Total (Real) R\$ 0,00, Total (Dólar Estadunidense) US\$ NaN.
- Energia gerada:** Pela termelétrica 0,00 MWh/ano, Pelas placas solares 0,00 MWh/ano.
- Valor anual compensado pelas placas solares:** Total (Real) R\$ NaN, Total (Dólar Estadunidense) US\$ NaN.
- Quantidade de placas solares necessárias para evitar:** Uma morte NaN, Uma doença NaN.

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

O usuário deverá inserir todos os dados requisitados para que os resultados sejam calculados da forma correta. Primeiro deve-se determinar qual o tipo de combustível (carvão brasileiro, carvão estrangeiro, gás natural, óleo combustível padrão e óleo combustível pesado, que é fração residual da destilação das frações mais leves de petróleo, como a gasolina) e a capacidade em termos de potência média da termelétrica analisada. Em seguida, deve-se determinar em qual região a termelétrica será ou está instalada, considerando a densidade demográfica do local em questão.

Deve-se, então, entrar com a quantidade de placas a serem instaladas em domicílios, considerando-se que, a quantidade mínima de placas fotovoltaicas que pode ser instalada em um sistema fotovoltaico residencial é de seis com a potência individual de 270 Wp, segundo informações de catálogo da fabricante WEG (WEG, 2017). As outras informações são: potência nominal da placa e o Estado brasileiro em que tais placas serão instaladas, pois a incidência solar é um dos fatores que influenciam no desempenho das placas e varia em função da localidade.

Itens fundamentais para a etapa dos impactos financeiros, os custos dos danos causados à saúde consistem na soma do valor monetário da mortalidade – que é uma estimativa pecuniária baseada em estudos de risco ocupacional – e do valor monetário da morbilidade – que envolve o custo médio por internação e a taxa diária para perda de atividades de trabalho. Os valores padrão são os valores atuais. O valor considerado padrão para o custo de morbilidade no programa de computador é de R\$3.539,35. Já o valor considerado padrão para o custo de mortalidade é de R\$19.764,50, considerando-se a cotação do dólar em uma média de R\$3,50 (MENDES, 2016).

Por fim, entende-se que o custo total também deve ser compreendido em termos de dólar estadunidense, visando uma compreensão melhor em termos de economia global. Portanto, o usuário também deve inserir o valor da cotação do dólar. Com todos os dados de entrada inseridos, basta clicar no botão “calcular” e os resultados serão calculados e exibidos ao usuário. O botão “congelar tela” tem

a função de manter os dados calculados exibidos enquanto novos dados são inseridos.

Os resultados fornecidos pelo programa de computador são: gráficos de concentração dos poluentes em função da distância à termelétrica; fator e taxa de emissão dos poluentes [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; quantidade de doenças e de mortes por ano ocasionadas pela quantidade de poluentes lançados pela termelétrica na atmosfera; valor anual acrescido ao montante do SUS devido aos danos causados pelos poluentes à saúde humana – em real e em dólar estadunidense; a energia total gerada pela termelétrica analisada e pelo total de placas fotovoltaicas consideradas; valor anual compensado do SUS pelo investimento na instalação das placas fotovoltaicas; e quantidade de placas fotovoltaicas necessárias para evitar uma morte e uma doença que seriam causadas pelos poluentes.

Para comparar os efeitos ambientais, sociais e financeiros que diferentes combustíveis causam, considerando-se as variáveis requisitadas pelo programa de computador, foi definido um cenário hipotético com dados de entrada definidos, mostrados na **Tabela 1**, variando-se apenas o tipo de combustível, listados na **Tabela 2**. Um dos resultados da aplicação desses dados no programa de computador é exibido na **Figura 2**.

Tabela 1. Cenário analisado

Dados de Entrada			
Potência:	200 MW	Estado de instalação das placas:	Espírito Santo
Tipo de região:	Próxima à zona urbana	Vida humana:	R\$19.764,50
População:	200 hab/km ²	Morbidade:	R\$3.539,35
Qtd. de placas fotovoltaicas:	6	Cotação do dólar estadunidense:	R\$3,50
Potência nominal da placa:	270 Wp		

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

O programa mostra o reflexo direto do impacto na saúde da população com os números de mortalidade e morbidade. Uma usina termelétrica a carvão brasileiro pode influenciar na ocorrência de 6.976 mortes ao ano, enquanto uma termelétrica a gás natural pode provocar 18 mortes ao ano. O combustível que se destacou dentre os cinco tipos analisados foi o óleo combustível padrão, pois ele não emite o PM₁₀. Esse é um ponto positivo para o meio ambiente, pois elimina um fator da poluição atmosférica. Com isso, a adoção de placas fotovoltaicas aparece como uma solução “limpa” e oportuna, pois a sua adoção promoverá compensação ambiental e financeira.

Os resultados da penúltima coluna da **Tabela 2**, “Valor anual dos danos causados à saúde humana (R\$)” correspondem aos valores totais dos danos (mortes e doenças) causados à saúde humana durante a vida útil da usina termelétrica considerada na **Tabela 1**. Esses são os valores custeados pelo SUS. Portanto, o despacho da termelétrica estudada, com todas as condições consideradas na **Tabela 1** acarreta o aumento de gastos com saúde pelo SUS.

Os valores da última coluna da **Tabela 2**, “Valor anual compensado pelas placas solares (R\$)”, correspondem à quantia que o SUS deixará de gastar caso as placas fotovoltaicas descritas na **Tabela 1**

sejam instaladas. Com essa instalação, a energia gerada pelas placas vai compensar a energia que seria gerada pela usina termelétrica também considerada na **Tabela 1**. Com isso, menor quantidade de poluentes será emitida, o que justifica a economia financeira.

Figura 2. Cenário: termelétrica a gás natural



Fonte: elaborada pela autora, 2017.

Tabela 2. Principais resultados dos cenários analisados

Tipo de combustível	Quantidade de mortes ocasionadas pelo poluente por ano		Quantidade de doenças ocasionadas pelo poluente por ano		Valor anual dos danos causados à saúde humana (R\$)	Valor anual compensado pelas placas solares (R\$)
	SO ₂	PM ₁₀	SO ₂	PM ₁₀		
Carvão brasileiro	414	6.562	1.425.301	13.398	5.229.949.470	10.591
Carvão estrangeiro (não brasileiro)	67	726	230.137	1.482	835.447.961	1.692
Gás natural	1	17	5.028	34	18.277.815	37
Óleo combustível padrão	25	0	85.093	0	301.661.174	611
Óleo combustível pesado	181	2	622.336	5	2.206.302.770	4.468

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

4.2 Método de incentivo à mini- e microgeração de energia elétrica distribuída para o Brasil

A política de incentivo estabelecida pela Resolução Normativa nº 482/2012 é o *Net Metering*, isto é, um sistema de compensação que visa promover a Geração Distribuída (GD) para consumo próprio. Isso implica em dizer que a energia ativa gerada por microgeração ou minigeração injetada na rede de distribuição não tem fins comerciais (ANEEL, 2016).

Em termos práticos, o valor embutido no custo da energia elétrica que chega às residências é a soma do valor da energia elétrica gerada, do transporte de energia elétrica até às unidades consumidoras

(transmissão e distribuição), dos encargos setoriais e dos tributos (ANEEL, 2016). Os tributos são pagamentos compulsórios devidos ao poder público (ANEEL, 2016) e conferem, portanto, a parcela da fatura de energia elétrica passível de propostas para isenção financeira ao usuário. A tributação atual e suas respectivas alíquotas estão dispostas na **Tabela 3**.

Tabela 3. Tributação incidente na conta de energia elétrica brasileira

Ente federativo	Tributo	Alíquota sobre energia comprada pelo consumidor	Alíquota sobre energia gerada pelo consumidor
União	PIS	0,69 %	0,0 %
	COFINS	3,17 %	0,0 %
Estado (considerando o Espírito Santo)	ICMS	Até 50 kWh: isento	Até 50 kWh: isento
		Acima de 50 kWh: 25%	Acima de 50 kWh: 25%
Município (considerando o município de Vitória/ES)	Cosip	6,28%	----

Fontes: elaborada pela autora adaptado de “Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015,” 2015; ABRADEE, 2015; “IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo - 2016,” 2017.

As alíquotas federais sobre a energia gerada pelo consumidor não são mais cobradas desde a publicação no DOU da lei nº 13.169/2015. Segundo essa lei (“Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015,” 2015), “ficam reduzidas a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS incidentes sobre a energia elétrica ativa fornecida pela distribuidora à unidade consumidora”.

Em 2015, foi publicado o Convênio ICMS 16 no Diário Oficial da União (DOU) pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), que prevê a possibilidade de isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica fornecida pela distribuidora ao consumidor, na quantidade correspondente à soma da energia injetada na rede de distribuição pelo mesmo consumidor “com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular”, nos termos da Resolução Normativa nº 482/2012, da ANEEL (CONFAZ, 2017).

Em novembro de 2017, o Espírito Santo era um dos quatro Estados brasileiros que ainda não tinham aderido à isenção de ICMS sobre a mini- e microgeração de energia solar fotovoltaica. Tendo isso em vista, uma proposta deste trabalho é a isenção do ICMS ao consumidor de energia elétrica também no estado do Espírito Santo, com a adesão ao mesmo Convênio e seguindo os mesmos termos da Resolução Normativa nº 482/2012, da ANEEL.

Esse trabalho também propõe que os municípios façam a sua parte isentando o tributo Cosip para o consumidor que se tornar um microgerador instalando, no mínimo, seis placas fotovoltaicas de 270 Wp cada, em sua residência, ou, alternativamente, oferecendo descontos em outros tributos municipais, como por exemplo IPTU (Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana). No município de Vitória/ES, a Cosip é atualizada pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (“Iluminação Pública,” 2014).

A **Tabela 4** apresenta os impostos incidentes sobre uma unidade residencial consumidora típica de consumo mensal de 300 kWh, que instale seis placas fotovoltaicas de 270 Wp cada em sua residência.

Com a instalação das placas fotovoltaicas, o consumidor gera, aproximadamente, a mesma quantidade de energia que consome e paga à distribuidora de energia a taxa mínima de 100 kWh (para sistemas trifásicos) (ANEEL, 2016).

Tabela 4. Impostos com e sem placas fotovoltaicas

Tributo	Impostos SEM placas fotovoltaicas (R\$)	Impostos COM placas fotovoltaicas (R\$)	Economia anual com a isenção fiscal proposta (considerando-se uma termelétrica a gás natural)
Cosip	6,25	0,00	R\$13,50
ICMS	40,00	25,00	R\$15,00
PIS/PASEP	0	0,00	-

Fonte: elaborada pela autora, 2017.

Dado o exposto acima, as isenções fiscais propostas não gerariam aos entes federativos anistia fiscal acima do ganho indireto com a contrapartida do cidadão. Inclusive, o cidadão em questão teria um incentivo fiscal de, aproximadamente, R\$200,00 anuais. Uma vez estabelecida esta proposta, novos cenários de incentivos podem ser analisados, considerando usinas termelétricas com potencial poluidor maior que as usinas a gás natural.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Este trabalho contribui em propor uma solução de curto e médio prazo na mitigação do uso de termelétricas por demonstrar economicamente que a introdução de placas fotovoltaicas no SIN através da instalação de geração distribuída em residências pode compensar parcialmente o valor gasto pelo SUS com mortalidade e morbidade devidas ao aumento da poluição proporcionada pelas termelétricas. A compensação de termelétricas promovida por placas fotovoltaicas solares foi estudada e modelada por meio do desenvolvimento de um programa de computador.

Os impactos ambientais foram avaliados com auxílio de gráficos de concentração dos poluentes no raio de ação da termelétrica e de variáveis como fator de emissão e taxa de emissão. Os impactos sociais foram ponderados por meio da quantidade de mortes e doenças proporcionadas pelo aumento da parcela de poluentes lançados na atmosfera pela termelétrica analisada, assim como pela análise da quantidade de placas solares necessárias para evitar uma morte ou uma doença. Já os impactos financeiros foram verificados por meio do valor investido pelo SUS para custear os danos na saúde advindos dos poluentes emitidos pela termelétrica em questão.

Em suma, o programa de computador possibilita a realização de uma análise breve e objetiva de como o aumento proporcional de mini e microgeração distribuída – com a instalação de placas solares – pode compensar a emissão de poluentes devido à diminuição do uso de termelétricas. Além disso, é uma ferramenta que possibilita evidenciar a necessidade de limpeza da matriz de energia elétrica brasileira, com o incentivo da instalação de painéis solares como forma de geração distribuída de energia e consequente redução do despacho de usinas termelétricas. Em complementação, foram propostas três formas de incentivos fiscais para o consumidor implementar a microgeração distribuída em sua residência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Alíquotas ICMS 2015 - Residencial**. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/financeiro/mapas-aliquotas-icms/residencial>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Por dentro da conta de luz: informação de utilidade pública**. 7. ed. Brasília: ANEEL, 2016.

BRASIL. Lei no 13.169, de 6 de outubro de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 07 out. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA. Convênio ICMS 16, DE 22 de abril de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 27 abr. 2015.

ELETOBRÁS/MME. **Metodologia de valoração das externalidades ambientais da geração hidrelétrica e termelétrica com vistas à sua incorporação no planejamento de longo prazo no setor elétrico**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2000.

IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor - Amplo - 2016. Disponível em: <<http://www.calculador.com.br/tabela/indice/IPCA/2016>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MEDEIROS, Alexandre Mollica. **Bases metodológicas para a incorporação da variável ambiental no planejamento da expansão termelétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/ammedeiros.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MENDES, Mariana Altoé. **Análise dos impactos financeiros oriundos da poluição de usinas termelétricas no sistema de saúde público brasileiro**. 2016. 64f. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca2.ifes.edu.br/vinculos/00000E/00000E10.1.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Base de cálculo e aplicação mínima pelos entes federados em ações e serviços públicos de saúde**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2016/abril/01/NT-Base-C--lculo-Aplica----o.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

PAMPLONA, Ysabely de Aguiar Pontes. **Relação entre poluição do ar e internações por insuficiência cardíaca congestiva, em adultos e idosos, na cidade de São Paulo, estratificado por sexo, explorando estruturas de defasagens, para o período de 2000 a 2013**. Santos: UNISANTOS, 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.unisantos.br:8181/handle/tede/2401>>. Acesso em: 10 out. 2017.

SIMERS. **Como funciona o financiamento do SUS**. Disponível em: <<http://www.simers.org.br/2015/10/como-funciona-o-financiamento-do-sus/>>. Acesso em: 7 fev. 2017.

TAYRA, Flávio; NARDOCCI, Adelaide de Cássia; RIBEIRO, Helena. **Avaliação econômica dos custos da poluição em Cubatão-SP com base nos gastos com saúde relacionados às doenças dos aparelhos respiratório e circulatório**. v. 21, n. 3, p. 760–775. São Paulo, 2012.

VITÓRIA (Município). Secretaria de Transportes, Trânsito e Infraestrutura Urbana. **Iluminação Pública**. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/iluminacaopublica>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

WEG. **Kit para Geração Distribuída**. Disponível em: <<http://static.weg.net/medias/downloadcenter/ha6/h60/WEG-50065383-pt.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2017.