

# Alvorada

Como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil

**GREENPEACE**





Greenpeace Brasil

Coordenação de projeto:  
Bárbara Rubim

Coordenação Técnica:  
Camilla Thomaz Bastianon

Consultoria Técnica:  
Arthur Cursino  
Edgar Perloti  
Gabriel Konzen

Redação:  
Guilherme Rosa  
Thaís Herrero

Edição:  
Thaís Herrero

Revisão:  
Marise Reis

Diagramação:  
Karen Francis  
W5 Criação

expediente

# índice

CAPÍTULO 1 CONTEXTO <b>04</b>	<hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>A geração de energia no Brasil</i> 05</li><li>• <i>A geração solar distribuída</i> 06</li><li>• <i>A nova Resolução Normativa 687</i> 07</li></ul>
CAPÍTULO 2 CENÁRIOS <b>08</b>	<hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>O Brasil continua o mesmo</i> 08</li><li>• <i>FGTS para comprar placas solares</i> 10</li><li>• <i>ICMS cai em todos os estados</i> 11</li><li>• <i>IPTU menor para quem gera energia solar</i> 12</li><li>• <i>Menos tributos para os sistemas fotovoltaicos</i> 12</li><li>• <i>Nova Resolução Normativa</i> 13</li><li>• <i>Melhor Brasil</i> 13</li></ul>
CAPÍTULO 3 CONCLUSÃO <b>16</b>	<hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Impacto dos cenários nas unidades solarizadas</i> 17</li><li>• <i>Impacto dos cenários nos indicadores socioeconômicos entre 2015 e 2030</i> 18</li></ul>
CAPÍTULO 4 METODOLOGIA <b>20</b>	<hr/> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Projeção de Unidades Solarizadas</i> 20</li><li>• <i>Análise Socioeconômica</i> 23</li></ul>
APÊNDICE <b>24</b>	
BIBLIOGRAFIA <b>26</b>	

# contexto

Fernando Antonio da Mata era um brasileiro incomodado com suas contas de luz, que todos os meses chegavam com valores entre R\$ 200 e R\$ 300. Morador de Aparecida de Goiânia, em Goiás, ele vive com a família: a mulher Cleusa, os filhos Pedro e Daniel e a cachorrinha Láila.

Um dia, Fernando contatou uma empresa para descobrir quanto custaria a instalação de placas fotovoltaicas no telhado de sua casa. Gerar sua própria eletricidade seria a saída ideal para reduzir drasticamente os gastos com este consumo. Com a economia de cerca de R\$ 3,5 mil por ano, ele poderia realizar o sonho dos filhos, de frequentar uma escola de artes marciais, ou viajar mais com a família. O preço do novo sistema, no entanto, passaria de R\$ 15 mil, muito além do que seu orçamento poderia pagar. O sonho do sistema de microgeração próprio precisou ser adiado.

A família da Mata representa muitas outras que hoje comprometem seus gastos com a conta de luz. E, para piorar, a eletricidade que o governo oferece às nossas casas está cada vez mais cara. A maior parte dessa energia vem de hidrelétricas e de usinas térmicas – ainda que o Brasil seja um dos países com maior

incidência de radiação solar em todo o planeta. E, por isso, conta com um enorme e inexplorado potencial para a adoção, em larga escala, da energia solar distribuída.

Fernando não é o único brasileiro que, mesmo interessado em gerar sua própria energia, se depara com a barreira do alto custo. Hoje, mais de 20% do valor de um sistema fotovoltaico é composto por tributos que o governo poderia diminuir. Além de reduzir a carga tributária, existem outros incentivos que o poder público poderia oferecer para incentivar e facilitar o acesso à energia solar. Mas, infelizmente, isso não acontece.

Neste estudo, apresentamos algumas dessas medidas e o impacto que cada uma delas teria na adesão à microgeração. Essas análises foram consolidadas em seis diferentes cenários, vislumbrados de 2015 a 2030. A análise foi feita pela Mitsi-di Projetos, a pedido do Greenpeace Brasil.

O estudo também mostra como o crescimento da microgeração solar trará benefícios econômicos e sociais ao Brasil, na forma de dinheiro injetado na economia, em arrecadação de tributos, na criação de novos postos de trabalho e a na realocação de profissionais. A disse-

minação da energia do Sol irá, por exemplo, motivar um engenheiro elétrico a entrar nesse mercado específico; ou uma empresa de construção civil a criar um departamento ligado à instalação de placas fotovoltaicas em telhados.

## Os cenários propostos e avaliados são os seguintes:

- *O Brasil continua o mesmo* – É o cenário referência, em que a evolução do número de instalações de sistemas fotovoltaicos, ocorrida entre 2015 e 2030, é analisada a partir das condições e preços atuais do mercado.
- *FGTS para comprar placas solares* – Estima a evolução das instalações a partir da possibilidade do cidadão utilizar seu FGTS para a compra de sistema fotovoltaico para sua residência e/ou comércio.
- *ICMS cai em todos os estados* – Considera a isenção do ICMS incidente sobre a eletricidade gerada pelo cidadão em todos os estados do país.



Instalação de placas fotovoltaicas na Escola Oswaldo Aranha, em São Paulo (SP), supervisionada pelo Greenpeace e pelos Multiplicadores Solares.

©OTÁVIO ALMEIDA/GREENPEACE

- ***IPTU menor para quem gera energia solar*** – Analisa os efeitos de um desconto no imposto por até 25 anos, para as residências que instalem sistemas fotovoltaicos.
- ***Menos tributos para os sistemas fotovoltaicos*** – Considera a isenção do Imposto de Importação, PIS/COFINS e do IPI incidente sobre os principais componentes dos sistemas fotovoltaicos.
- ***Nova Resolução Normativa*** – Leva em conta as novas regras aprovadas em novembro de 2015, para a micro e mini geração de eletricidade.
- ***Melhor Brasil*** – Estima a evolução das instalações a partir das diversas condições de incentivo fornecidas e combinadas às alterações trazidas pela Resolução 687/15.

Esse documento tem como objetivo dar subsídio aos tomadores de decisão, aos comunicadores e à sociedade civil em geral, na cobrança por medidas que impulsionem o uso da energia solar no Brasil.

## A geração de energia no Brasil

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE)<sup>1</sup>, se todo o potencial de geração de energia solar nas residências e comércios brasileiros fosse aproveitado com sistemas fotovoltaicos, o país produziria 283,5 milhões de MWh por ano. Esse volume de energia seria suficiente para abastecer mais de duas vezes o atual consumo doméstico de eletricidade, que é de 124,8 milhões de MWh por ano. Isso, no entanto, está longe de acontecer.

Hoje, a energia solar corresponde a apenas 0,02% da matriz elétrica nacional. Muitos fatores contribuem para essa pequena participação. Um deles é que, apenas recentemente, o governo brasileiro começou a dar alguns incentivos para a fonte.

Historicamente, o planejamento do setor elétrico brasileiro foi pautado por altos investimentos em grandes hidrelétricas e pela utilização das térmicas como uma energia de reserva – acionada quando as hidrelétricas não suprem a demanda. Hoje, 61% da eletricidade do Brasil vem de grandes hidrelétricas, e 17,5% são provenientes de termelétricas movidas a combustíveis fósseis.

No entanto, esse padrão precisa mudar urgentemente em função de uma série de motivos econômicos e socioambientais.

A construção de grandes usinas resulta na perda de biodiversidade e na inundação de áreas habitadas, com o conseqüente deslocamento de populações tradicionais e comunidades indígenas. Esses impactos serão ainda mais graves com a previsão de construção de novas barragens na região da floresta amazônica, como o Complexo Hidrelétrico de Tapajós, no Pará – projeto idealizado pelo governo, que prevê a construção de mais de 40 barragens.

Para além disso, recentemente, as hidrelétricas tiveram sua viabilidade técnica questionada por órgãos do próprio governo ao concluírem estudos que indicaram a tendência de forte queda na capacidade de geração de energia de tais fontes devido a mudanças no clima e no regime hídrico. Além disso, grandes hidrelétricas vêm aparecendo de forma constante em investigações criminais sobre o pagamento de propinas em obras públicas.

A energia solar, por outro lado, tem como uma de suas características principais a versatilidade. Fa-

vorecendo não só a construção de parques menores, como também a instalação de pequenos sistemas mais próximos aos centros consumidores – a chamada geração distribuída oferece um contraponto às imensas usinas, construídas em áreas remotas, que abastecem a maior parte do país e geram alto custo com linhas e sistemas de transmissão e distribuição.

Seja por motivos técnicos, econômicos ou sociais, não há motivos para que o país deixe de investir em energia solar.

**O** Brasil já tem pelo menos um bom exemplo de incentivo governamental para a energia fotovoltaica: o Projeto de Lei do Sol (PL 8322/14). Ele prevê a isenção de vários tributos governamentais em alguns componentes dos sistemas fotovoltaicos e a liberação do uso do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para o cidadão que queira adquirir esses sistemas. O PL do Sol já foi aprovado na Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados, e, agora, depende de votações em outras comissões ao longo de 2016.

## A geração solar distribuída

Os sistemas de geração distribuída são aqueles instalados próximos aos locais de consumo de energia. A instalação pode acontecer em casas, prédios, centros comerciais ou mesmo em áreas sem acesso à rede elétrica.

Somente em 2012, o consumidor brasileiro pôde começar a gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis, compensando tal produção em troca de créditos em sua conta de luz, que passa a ser reduzida – é a chamada mini ou microgeração. Essa possibilidade, foi inicialmente regulamentada pela Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Desde novembro de 2015, entrou em vigor a Resolução 687/2015, que atualizou a norma anterior e trouxe uma série de mudanças que serão comentadas no próximo capítulo.

Segundo a Aneel, até dezembro de 2015, existiam no país apenas 1.502 sistemas (que somavam 19,7 MWp de potência instalada) de mini e microgeração solar. Até março de 2016, quando esse estudo foi finalizado, já eram 1.982 sistemas, totalizando 22,8 MWp<sup>2</sup>.

Apesar do rápido crescimento no período de tempo citado, os números são baixos, sobretudo se comparados aos da Alemanha, por exemplo. O local com a menor irradiação solar do Brasil – a região Sul – tem potencial 25% superior ao lugar com a melhor irradiação da Alemanha<sup>3</sup>. E mesmo assim, em 2014, o país europeu já somava 1,5 milhões de sistemas fotovoltaicos instalados.

Para suprir seu consumo, a família da Mata, por exemplo, precisaria instalar um sistema de energia fotovoltaica de cerca de 2 kWp<sup>4</sup>. Hoje, cada kWp instalado custa em média R\$ 8,81 mil<sup>5</sup>. Assim como Fernando, outros consumidores consideram que este valor é alto para ser pago à vista, apesar de entenderem que o investimento é válido. O retorno é sentido em cerca de nove anos, considerando-se apenas a economia gerada na conta de luz, sem contar que a vida útil desses painéis ultrapassa os 25 anos – ou seja, a partir do oitavo ano as famílias passam a auferir “lucro”.

A microgeração oferece autonomia e economia para a população, que tem a escolha de consumir ou não a energia produzida e distribuída pelas grandes empresas, podendo utilizar o dinheiro economizado de outras formas, de acordo com as necessidades das famílias. Grandes empresas ligadas ao setor energético e alguns políticos são contrários à sua disseminação porque temem perder seus lucros e o controle sobre a geração de eletricidade.

A questão que impede a energia solar de decolar no Brasil, portanto, passa por duas dificuldades principais. A primeira, diz respeito à própria falta de conhecimento e disseminação sobre a possibilidade de geração da própria eletricidade. A segunda, é o preço e a falta de melhores condições para pagamento. Desses R\$ 8,81 mil por kWp, cerca de 20% têm como origem tributos governamentais, que poderiam ser isentados durante alguns anos para incentivar o aumento da demanda. Por isso, a adoção de mecanismos que facilitem o financiamento e promovam uma política tributária diferenciada é necessária para tornar a energia solar cada vez mais vantajosa.

## A nova Resolução Normativa 687

Em novembro de 2015, foi publicada a Resolução Normativa 687, que atualizou a Resolução 482. Ela entrou em vigor em março de 2016 trazendo diversas alterações que favorecem a mini e microgeração – e, portanto, a produção de energia solar. Entre os principais pontos da normatização está a permissão para que moradores de um mesmo condomínio se organizem para instalar conjuntamente um sistema fotovoltaico, de forma que consigam abater parte do valor na conta de luz de cada uma das residências. O mesmo vale para um grupo de pessoas que mora em uma área próxima, e queira aproveitar a luz do sol em painéis compartilhados.

Antes da Resolução 687, era preciso que o CNPJ ou CPF da conta de luz do estabelecimento onde o sistema estivesse instalado fosse o mesmo do local que requeria o desconto. Agora, basta que o usuário esteja na mesma área da distribuidora de energia.

O prazo de validade dos créditos gerados na micro e minigeração foi expandido de 36 para 60 meses, garantindo o benefício por mais tempo. A redução de prazos recaiu sobre as distribuidoras, que tinham 82 dias, mas agora terão apenas 34 dias para conectar sistemas de microgeração (até 75 kWp) na rede elétrica.

## O Acordo de Paris e o fim das fontes fósseis

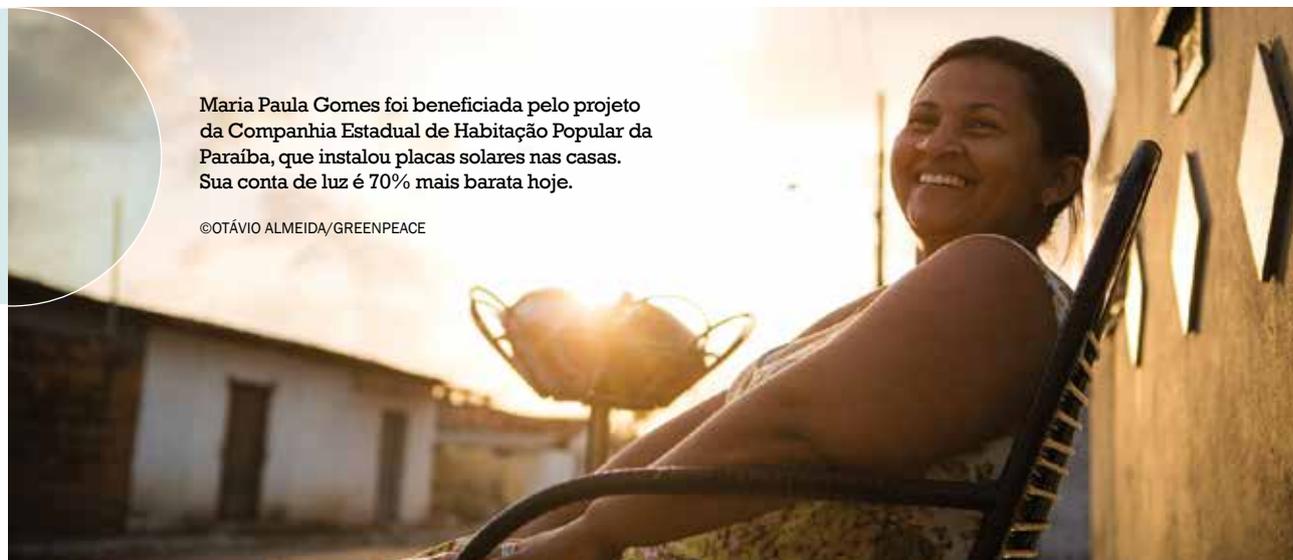
Investir nas energias renováveis é uma oportunidade importante e necessária para o Brasil. Em dezembro de 2015, mais de 190 nações – incluindo o Brasil – criaram o Acordo de Paris, durante a Conferência do Clima das Nações Unidas, na França. Com isso, se comprometeram a reduzir as mudanças climáticas e a evitar um aquecimento global superior a 1,5°C. Caso estas metas não sejam alcançadas, estaremos colocando a segurança da vida na Terra em xeque.

Esse acordo marcou o fim do uso dos combustíveis fósseis, principais responsáveis pelo efeito estufa, e a ascensão das energias renováveis. Esta é a tendência mundial, e o Brasil não pode ir na sua contramão.

Para cumprir o Acordo, o governo brasileiro precisa desligar as usinas térmicas movidas a carvão e a gás. E, para substituí-las, deve expandir o mercado das novas energias renováveis, como a solar e a eólica. As hidrelétricas serão uma opção, desde que não impactem os rios e florestas preservados, como na região amazônica. Diante do potencial de aproveitamento da energia do Sol e dos ventos no Brasil, essas são as fontes que devem receber mais atenção nos próximos anos.

**Maria Paula Gomes foi beneficiada pelo projeto da Companhia Estadual de Habitação Popular da Paraíba, que instalou placas solares nas casas. Sua conta de luz é 70% mais barata hoje.**

©OTÁVIO ALMEIDA/GREENPEACE



# Cenários

Hoje, brasileiros, como os da família da Mata, têm poucos incentivos financeiros para adquirir os sistemas fotovoltaicos. Os custos desses equipamentos ainda são altos para a maioria da população. Essa é uma das razões pelas quais os benefícios da energia solar não são amplamente conhecidos.

Este estudo apresenta diferentes cenários simulando investimentos do governo que estimulariam a compra de painéis fotovoltaicos no Brasil. Em cada um desses cenários foram calculados os impactos positivos do crescimento da geração distribuída entre os anos de 2015 e 2030.

## O Brasil continua o mesmo

O presente cenário considera o desenvolvimento da microgeração de energia solar caso permaneçam as atuais condições no país. Esse tipo de cenário é chamado em inglês de Business as Usual (BAU). Para o estudo, foi avaliada a evolução das instalações dos sistemas fotovoltaicos no país entre os anos de 2015 e 2030. As condições são:

- **Tarifa de eletricidade** com valor constante ao que era praticado em dezembro de 2015;
- **Tarifa com bandeira verde**, na qual não há cobrança adicional por kWh consumido;
- **PIS e COFINS constantes**, com alíquota de 6,5%;
- **ICMS incidente** sobre a tarifa de eletricidade com valores estaduais constantes. A alíquota média no país é de 25%;
- **ICMS incidente** sobre a eletricidade injetada pelo sistema fotovoltaico na rede elétrica para os estados que, em dezembro de 2015, ainda não haviam zerado sua cobrança, (*Mais informações sobre isso estão no cenário ICMS cai em todos os estados*).
- **Despesas com a operação e a manutenção** dos painéis fotovoltaicos na ordem de 1% ao ano do faturamento bruto;
- **Preço do kWp instalado** nas residências em R\$ 8,81 mil e nos comércios em R\$ 7,85 mil;
- **Queda no preço do kWp instalado**, por conta de ganhos de escala, de 3,6% ao ano, entre 2015 e 2020. E de 4% ao ano, entre 2021 e 2030.

Em Juazeiro (BA), moradores de um conjunto habitacional foram capacitados, e hoje trabalham com a instalação das placas.

©CAROL QUINTANILHA/GREENPEACE



O Brasil continua o mesmo	
 Unidades solarizadas	1.212.662
 Potência instalada	7.281 MWp
 Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	17,8 milhões de toneladas
 Valor adicionado à economia	R\$ 81,5 bilhões
 Tributos gerados	R\$ 1,6 bilhões
 Empregos gerados	689.961 vagas

Pela projeção desse modelo, ao final dos anos 2030, o país terá mais unidades solarizadas do que atualmente, porém ainda insuficientes para representar um aumento de participação considerável na matriz energética nacional.

Segundo os valores socioeconômicos,

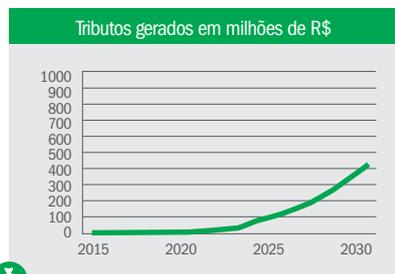
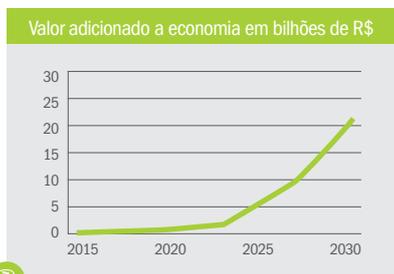
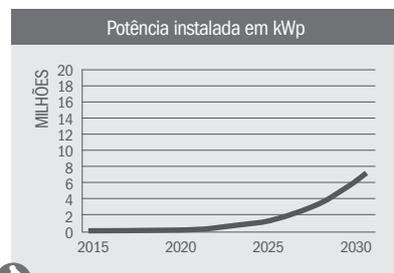
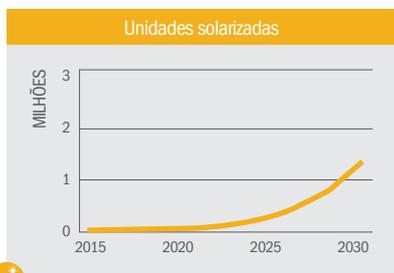
nos próximos 15 anos teremos a geração de 608.974 empregos diretos e indiretos ligados à microgeração. Dessas vagas geradas, 58% estarão na região Sudeste, 22% na região Sul, 13% na região Nordeste, 4% na região Centro-oeste e 3% na região Norte.

Esse mesmo cenário mostra um crescimento tímido da energia solar, e serve de base para o cálculo dos outros cenários possíveis, levantados a seguir. A evolução de cada um dos indicadores ao longo do tempo é apresentada adiante:

**Evolução do cenário *O Brasil continua o mesmo* – entre 2015 e 2030**

Como alguns indicadores brasileiros estariam se as atuais condições de energia solar se mantiverem pelos próximos anos

2030



É possível observar nos gráficos que a progressão entre as unidades solarizadas, as emissões evitadas e a potência instalada caminham em ritmos semelhantes, afinal os três indicadores estão diretamente relacionados. Já os dados socioeconômicos apresentam um comportamento mais distinto, com um começo de curva mais lento e um salto de crescimento maior nos últimos cinco anos. Esse fenômeno se deve à taxa de importação variável adotada nos cálculos. O modelo estima que essa taxa será de 80% entre 2015 e 2018, 50% entre 2019 e 2023 e de 20% entre 2024 e 2030, o que impacta significativamente os resultados.

**Com essas informações é possível fazer algumas análises:**

- Entre 2015 e 2030, o cenário *O Brasil continua o mesmo* não atinge todo o mercado potencial. Isso significa que, depois de 2030, um grande crescimento ainda deverá ocorrer;
- Em 2015, o consumidor demorava, em média, 9,7 anos para recuperar o investimento feito em

painéis solares. Em relação ao mercado internacional, esse tempo já era menor em relação ao de muitos outros países. E, em 2024, ficaria ainda melhor, segundo este cenário: o consumidor levaria 6,8 anos. É um tempo compatível com o tempo de retorno de outros investimentos realizados no mercado comercial.

- Apesar de expressivas, as emissões de CO<sub>2</sub> eq que deixariam de ser produzidas entre 2015 e 2030 equivalem a apenas 3,2% do que o setor energético brasileiro lançou na atmosfera em 2014. No entanto, quando apenas as emissões dos setores residenciais e comerciais são consideradas, esse valor equivale a 79% do total de emissões de 2014.

**FGTS para comprar placas solares**

Este tipo de cenário analisa o que aconteceria se o consumidor pudesse usar o dinheiro de seu FGTS para comprar sistemas fotovoltaicos. Atu-

almente, isso não é possível porque o saque do benefício só é autorizado em algumas situações específicas, como catástrofes naturais, enfrentamento de determinadas doenças e aquisição do primeiro imóvel residencial.

Como análise preliminar, foi comparado o rendimento do FGTS com a Taxa de Retorno Interna dos sistemas fotovoltaicos nas principais concessionárias do país. Isso mostra o quanto o investimento feito em placas solares valeria a pena financeiramente. A taxa muda de concessionária para concessionária porque leva em conta a incidência do Sol em cada região do país, bem como o valor que o consumidor economiza ao deixar de usar a eletricidade das distribuidoras, que cobram tarifas diferentes sobre a energia.

O rendimento aplicado sobre o FGTS equivale a uma taxa de 3% ao ano, mais a Taxa Referencial para o período. Essa taxa deveria corrigir o valor arrecadado pela inflação, mas nem sempre é o que acontece. De forma prática, o rendimento médio do FGTS ao longo dos últimos anos vem caindo. De 6% em 2005 ele caiu para 3% em 2013. Ou seja, o dinheiro do cidadão que fica guardado neste fundo sofre uma desvalorização.

Comparamos o rendimento médio de 3,5% ao ano para os valores depositados no FGTS, com a Taxa de Retorno Interna do sistema fotovoltaico em cada concessionária analisada. Os resultados mostram que o sistema fotovoltaico apresenta rendimentos muito superiores ao FGTS, na grande maioria das concessionárias de distribuição brasileiras. O retorno é menor apenas na CEPISA, CEA e Boa Vista, concessionárias atuantes nos estados do Piauí, Amapá e Roraima, onde as tarifas elétricas ainda se encontram em patamares menores que no restante do país.

Os resultados mostram que, para o trabalhador, é melhor investir o valor do FGTS em um sistema fotovoltaico do que mantê-lo aplicado.

A partir da metodologia adotada, foram testados três cenários que simulam a aplicação do FGTS: conser-

vador, moderado e agressivo. Eles baseiam-se em estimativas diferentes de acordo com a resposta dos consumidores a esse fomento.

A contribuição do FGTS ao modelo matemático se deu sobre uma variável chamada Sensibilidade ao Tempo de Retorno, que registra o interesse dos clientes em adquirir a tecnologia fotovoltaica considerando o tempo necessário para compensar o investimento.

No cenário conservador foi levado em conta um aumento de apenas 10% na sensibilidade dos consumidores para aquisição do sistema fotovoltaico, em comparação com o cenário *O Brasil continua o mesmo*. Os resultados indicam um aumento de 16% no número de unidades solarizadas em 2030. E, nesse caso, as vagas de empregos diretos e indiretos gerados passariam de 700 mil, um aumento de 15%.

Para o cenário moderado foi considerado um crescimento de 30% na aquisição de placas fotovoltaicas, e os resultados indicam um aumento de 55% no número de unidades solarizadas até 2030. O dinheiro revertido em tributos cresceria 60%, e o aumento de vagas geradas seria de 53%.

Já para o cenário agressivo foi considerado um aumento de 50% na sensibilidade dos consumidores para adquirir a tecnologia. Nesse caso, haveria um aumento de 114% no número de unidades solarizadas, que chegariam a mais de 1,6 milhão em 2030.

Para o cenário FGTS agressivo, seriam adicionados R\$ 157,8 bilhões ao PIB, arrecadados R\$ 3,2 bilhões em tributos — um aumento de 119% em relação ao cenário *O Brasil continua o mesmo* — e gerados mais de 1,2 milhão empregos diretos e indiretos, crescimento este de 103%.

	Adesão conservadora ao FGTS	Adesão moderada ao FGTS	Adesão agressiva ao FGTS
 Unidades solarizadas	1.409.172	1.907.503	2.590.955
 Potência instalada	8.395 MWp	11.180 MWp	14.927 MWp
 Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	20 milhões de toneladas	28,7 milhões de toneladas	39,5 Milhões de toneladas
 Valor adicionado à economia	R\$ 95,3 bilhões	R\$ 130 bilhões	R\$ 157,8 bilhões
 Tributos gerados	R\$ 1,9 bilhão	R\$ 2,6 bilhões	R\$ 3,2 bilhões
 Empregos gerados	785.500	1.059.391	1.234.981

## ICMS cai em todos os estados

Em abril de 2015, o Convênio ICMS 16 do Conselho Nacional de Política Fazendária abriu a possibilidade dos estados isentarem a tributação do ICMS na eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico e injetada na rede de distribuição. Essa medida permitiu diminuir o valor da conta de luz nas residências com placas solares. A participação de cada estado é

voluntária e deve ser manifestada de forma independente.

Até dezembro de 2015, onze estados já tinham aprovado a isenção: Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Pernambuco, Rio Grande do Norte, São Paulo e Tocantins<sup>6</sup>. No cenário *ICMS cai em todos os estados* é simulada a adesão às placas sola-

res caso o tributo fosse abolido em todo o país. Os resultados indicam um aumento de 8,2% no número de novas unidades solarizadas em 2030. Comparado com o cenário *O Brasil continua o mesmo*, a média de crescimento de todos os indicadores seria de 5%.

	ICMS cai em todos os estados
 Unidades solarizadas	1.312.053
 Potência instalada	7.654 MWp
 Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	118,8 milhões de toneladas
 Valor adicionado à economia	R\$ 86 bilhões
 Tributos gerados	R\$ 1,7 bilhão
 Empregos gerados	725.298

## IPTU menor para quem gera energia solar

Para este cenário, considera-se que, para incentivar a adoção da geração distribuída de energia, todas as prefeituras dariam descontos no IPTU para as residências que optassem pelo sistema fotovoltaico. O desconto seria válido por 25 anos, a partir do primeiro ano de instalação.

A complexidade política da implantação real do incentivo não foi avaliada, somente a sua viabilidade técnica, de forma a ponderar se tal medida faria sentido para as pre-

feitas. Foram considerados três valores médios de desconto ao ano, aplicados a todas as residências do país: R\$ 25; R\$ 75 e R\$ 150.

Para o incentivo de R\$ 25, os resultados indicam que esse valor não seria tão atrativo para a população, aumentando em apenas 1% o número de unidades solarizadas. Com o incentivo de R\$ 75, veríamos esse aumento chegar a 5%, e o país contaria 1.271.824 unidades solares instaladas. Já o incentivo de R\$ 150

faria crescer em 9,8% as adesões, sendo o mais expressivo.

Notamos aqui que apenas descontos de maior proporção têm impacto significativo nesse modelo. Isso indica que o incentivo no IPTU pode ser uma estratégia interessante apenas para cidades onde o valor médio das residências é alto, como capitais e centros comerciais de relevância regional.

		Desconto no IPTU (R\$ 150)
	Unidades solarizadas	1.331.098
	Potência instalada	7,654 MWp
	Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	18,8 milhões de toneladas
	Valor adicionado à economia	R\$ 86 bilhões
	Tributos gerados	R\$ 1,7 bilhão
	Empregos gerados	724.872

## Menos tributos para os sistemas fotovoltaicos

Em dezembro de 2015, uma série de tributos ainda incidiam sobre os componentes dos sistemas fotovoltaicos. Apenas os módulos, que são as placas solares propriamente ditas, possuíam isenção do IPI. Já os demais componentes importantes, como inversores e medidores, não tinham nenhum tipo de incentivo fiscal que permitisse uma redução do custo de instalação desses sistemas.

Por isso, consideramos como seria a adesão à geração solar se houvesse, nesse cenário, isenção total do Imposto de Importação (II), IPI e PIS/COFINS para os módulos, inversores e medidores. O resultado seria

um preço final 13% menor.

Os resultados obtidos indicam um aumento de 22% no número de novas unidades solarizadas. É um crescimento expressivo, que indica um potencial interessante para justificar uma isenção fiscal nos sistemas.

De todos os tributos que poderiam ser zerados, os que contribuem mais para o aumento de unidades solarizadas são o II e o PIS/COFINS, incidentes sobre os módulos fotovoltaicos, e o IPI, incidente sobre os inversores. A isenção apenas destes dois tributos, já resultaria um aumento de 18% de unidades com energia solar em 2030.

### Tributos que incidem sobre os painéis e na energia fotovoltaica:

- PIS** Programa de Integração Social
- COFINS** Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
- IPI** Imposto sobre Produtos Industrializados
- II** Impostos de Importação
- ICMS** Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços

		Menos tributos para os sistemas fotovoltaicos
	Unidades solarizadas	1.480.194
	Potência instalada	8.794 MWp
	Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	22 milhões de toneladas
	Valor adicionado à economia	R\$ 100 bilhões
	Tributos gerados	R\$ 2 bilhões
	Empregos gerados	833.273

## Nova Resolução Normativa

A Resolução Normativa 687, aprovada em dezembro de 2015, trouxe avanços ao setor de energia solar fotovoltaica ao favorecer a adesão à essa fonte e a compra de placas solares. Assim, passa a atender a um novo mercado potencial.

Para avaliar os efeitos da Resolução para o Brasil, o presente estudo considerou que ela aumenta a adesão dos consumidores aos sistemas fotovoltaicos. Para residências, esse fator de adesão passou de 85% nos demais cenários para 100%, no Brasil pós-resolução. Em relação ao comércio, o fator subiu de 5% para 10%<sup>7</sup>.

Para calcular os resultados de todos os cenários apresentados neste estudo até agora, utilizou-se como base as residências com renda superior a cinco salários mínimos. O cenário obtido pós-resolução, no entanto, permite que famílias com renda mais baixa tenham interesse em comprar sistemas fotovoltaicos. Por isso, consideramos uma linha de corte de três salários mínimos.

Considerou-se ainda que 100% das residências na faixa estabelecida estariam aptas a receber um sistema fotovoltaico. Isso significa que a maior restrição à instalação se dá,

agora, apenas pelo custo e tempo de retorno do investimento.

O estudo mostra que, até 2024, existirão 1.136.980 unidades solarizadas, número apenas 5,5% inferior ao divulgado pela ANEEL<sup>8</sup>.

Os valores indicam que a revisão da Resolução Normativa 482 foi fundamental para o setor fotovoltaico no país, sendo seguramente o cenário com maior impacto em todos os indicadores avaliados. Esses resultados também indicam a importância de se manterem vigentes os incentivos da Resolução 482 e 687 durante todo o período analisado.

Brasil pós-Resolução 687	
 Unidades solarizadas	6.008.373
 Potência instalada	29,6 mil MWp
 Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	84,4 milhões toneladas
 Valor adicionado à economia	R\$ 387,2 bilhões
 Tributos gerados	R\$ 7,8 bilhões
 Empregos gerados	2.804.215

## Melhor Brasil

No cenário *Melhor Brasil* foi simulada uma combinação de incentivos que se mostraram mais impactantes neste estudo, de forma a avaliar o potencial da implantação dos sistemas fotovoltaicos em uma escala bem mais favorável que aquela vista no cenário *O Brasil continua o mesmo*. Apesar de exigir uma série de fomentos e iniciativas simultâneas, esse cenário mostra os impactos po-

sitivos da energia fotovoltaica para o Brasil. Foram considerados:

- **Liberação do FGTS** para aquisição de sistemas fotovoltaicos no cenário conservador;
- **Aumento do fator de aptidão** por conta da Resolução Normativa 687, tanto das residências quanto nos estabelecimentos comerciais;

- **Isenção do ICMS** em todos os estados do país;

- **Isenção dos Impostos de Importação e do PIS/COFINS** tributados sobre os módulos fotovoltaicos e do IPI sobre os investidores.

Com esses incentivos, segundo os resultados da análise, o número de unidades solarizadas subiria

Melhor Brasil	
 Unidades solarizadas	8.768.194
 Potência instalada	41,4 mil MWp
 Emissões evitadas de CO <sub>2</sub> eq	122,2 milhões de toneladas
 Valor adicionado à economia	R\$ 561,5 bilhões
 Tributos gerados	R\$ 11,3 bilhões
 Empregos gerados	3.919.114

623% em relação ao cenário *O Brasil continua o mesmo* (de 1.212.662 unidades para 8.768.194). Em relação ao cenário Nova Resolução Normativa, o crescimento seria de 46%.

O cenário *Melhor Brasil* teria 41,4 mil MWp de potência instalada. Isso significa uma vez e meia a capacidade de geração da usina hidrelétrica de Belo Monte, na Amazônia. Ou, para comparar com uma hidrelétrica ainda não construída, a capacidade nacional de geração de energia solar em 2030 seria quase duas vezes maior do que o planejado para o complexo hidrelétrico no rio Tapajós. Se construída, essa usina irá trazer grandes devastações para o meio ambiente, e colocará em risco as populações locais de índios Munduruku.

Este cenário de 2030, com tanta energia solar, traria benefícios ambientais significativos. A capacidade instalada evitaria que 122,2 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq fossem emitidos no país – número equivalente a um quarto do que o setor energético brasileiro emitiu em 2014.

Outro grande ganho para o Brasil seria o surgimento de novos postos de trabalho. Esse cenário prevê a movimentação de quase 4 milhões de vagas graças ao aquecimento do mercado de microgeração. Seriam 2.037.939 de empregos diretos gerados.

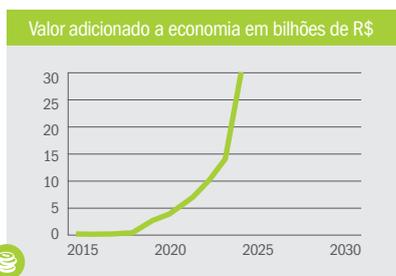
Os resultados indicam que a combinação de diferentes incentivos pode alavancar o mercado de sistemas fotovoltaicos no país de forma considerável, permitindo uma

expansão muito mais acelerada da tecnologia. Os indicadores revelam que, além de trazer consideráveis ganhos ambientais com a redução das emissões de carbono, que agravam o aquecimento global, também será desenvolvida no país uma indústria capaz de gerar riquezas, tecnologia e empregos. Hoje, o potencial econômico da tecnologia fotovoltaica é pouquíssimo explorado, uma vez que a inserção da fonte no mercado nacional ainda é pouco expressiva – sobretudo se comparada à sua capacidade ambiental – e que grande parte dos equipamentos é importada.

**Evolução do cenário Melhor Brasil – entre 2015 e 2030**

Como seriam os indicadores se o país adotasse melhores incentivos políticos e econômicos para impulsionar a energia solar

**2030**



Na comunidade ribeirinha de Várzea Alegre (AM), placas solares geram energia para uma bomba d'água que leva a água do rio para as casas locais.

©OTÁVIO ALMEIDA/GREENPEACE



# conclusão

A história de Fernando da Mata e suas altas contas de luz teve um final feliz. Em agosto de 2015, o Greenpeace Brasil lançou o Solariza, um jogo online em que o internauta instala virtualmente placas solares em telhados, ao mesmo tempo em que ajuda a mapear o potencial de geração de energia solar no país. Para estimular a participação, a ONG se comprometeu a instalar um sistema fotovoltaico na casa da pessoa que marcasse mais telhados virtuais. Quando soube do jogo, Fernando viu ali uma chance para conseguir seu tão sonhado sistema de microgeração.

Ao longo de alguns meses, ele jogou tanto que instalou placas virtuais no equivalente a 26 mil telhados residenciais. Fernando ficou em primeiro lugar no Solariza e recebeu um sistema de energia fotovoltaica com 1,8 kWp de potência. Assim, as contas de luz de sua casa ficaram 90% mais baratas quando comparadas aos preços anteriores.

Agora, a família da Mata representa o que muitas outras deveriam ser: brasileiros com acesso à energia elétrica limpa e renovável. Eles ganharam seu primeiro sistema de energia solar, e sabemos que poucas serão as famílias com a mesma oportunidade.

Este estudo deixa claro, contudo, que com um pouco de boa vontade do governo brasileiro em adotar um conjunto de medidas fiscais e financeiras, todo brasileiro teria a possibilidade real de gerar sua própria energia e economizar na conta de luz. Ao mesmo tempo, o governo estaria fomentando a geração de empregos e a movimentação da economia brasileira.

A tabela a seguir reúne os resultados de como seria cada um dos cenários:



Fernando com sua esposa Cleusa, os filhos Pedro e Daniel, e a cachorra Laila. O sonho da microgeração virou realidade.

©ANTÔNIO STICKEL/GREENPEACE

## Impacto dos cenários nas unidades solarizadas

CENÁRIOS	 <b>Unidades Solarizadas em 2030</b>	 <b>Potência instalada (MWp) em 2030</b>	 <b>Emissões de CO<sub>2</sub> eq evitadas (em toneladas) entre 2015 e 2030</b>
O Brasil continua o mesmo	1.212.662	7.281	17,8 milhões
FGTS para comprar placas solares (conservador)	1.409.172	8.395	20 milhões
FGTS para comprar placas solares (moderado)	1.907.503	11.180	28,7 milhões
FGTS para comprar placas solares (agressivo)	2.590.955	14.927	39,5 milhões
ICMS cai em todos os estados	1.312.053	7.654	18,8 milhões
IPTU menor para quem gera energia solar (R\$ 150)	1.331.098	7.654	18,8 milhões
Menos tributos para os sistemas fotovoltaicos	1.480.194	8.794	22 milhões
Nova Resolução Normativa	6.008.373	29.600	84,4 milhões
<b>Melhor Brasil</b>	<b>8.768.194</b>	<b>41.400</b>	<b>122,2 milhões</b>

Os resultados para os indicadores socioeconômicos são apresentados a seguir:

## Impacto dos cenários nos indicadores socioeconômicos entre 2015 e 2030

CENÁRIOS	 Valor à economia (PIB) (bilhões)	 Tributos gerados (bilhões)	 Vagas de empregos geradas
	<b>O Brasil continua o mesmo</b>	R\$ 81,5	R\$ 1,6
<b>FGTS para comprar placas solares (conservador)</b>	R\$ 95,3	R\$ 1,9	785.500
<b>FGTS para comprar placas solares (moderado)</b>	R\$ 130	R\$ 2,6	1.059.391
<b>FGTS para comprar placas solares (agressivo)</b>	R\$ 157,8	R\$ 3,2	1.234.981
<b>ICMS cai em todos os estados</b>	R\$ 86	R\$ 1,7	725.298
<b>IPTU menor para quem gera energia solar (R\$ 150)</b>	R\$ 86	R\$ 1,7	724.872
<b>Menos tributos para os sistemas fotovoltaicos</b>	R\$ 100	R\$ 2	833.273
<b>Nova Resolução Normativa</b>	R\$ 387,2	R\$ 7,8	2.804.215
<b>Melhor Brasil</b>	R\$ 561,5	R\$ 11,3	3.919.114

Esses dados deixam claro que, se forem mantidos apenas os atuais incentivos, a adoção da energia fotovoltaica no Brasil ficará longe de atingir seu verdadeiro potencial e não chegará a muitos lares brasileiros. Este seria um enorme desperdício para um país com uma das maiores incidências de luz solar do planeta.

O fim do ICMS sobre a eletricidade injetada na rede e a isenção de impostos sobre os componentes teriam um impacto positivo, contribuindo para o ambiente e a economia do país. Mas o incentivo que se mostrou mais importante para expandir e acelerar a difusão dos sistemas fotovoltaicos no Brasil foi o uso do FGTS.

Já o cenário *Melhor Brasil*, ape-

sar de ser o mais complexo para se concretizar, possui viabilidade técnica para sua implantação. Os resultados mostram que uma ação conjunta de diversas esferas governamentais vale a pena. Se incentivada, a fonte solar pode gerar duas vezes mais energia do que o previsto para a hidrelétrica de Tapajós, na Amazônia, ou ainda, uma vez e meia o que se espera de Belo Monte.

Os gráficos a seguir comparam os indicadores do cenário *O Brasil continua o mesmo* com os do cenário de permissão de uso do FGTS para comprar placas solares, – considerado o fomento mais impactante –, e com os índices do *Melhor Brasil*. E, assim, podemos ver como a energia solar pode crescer no país.

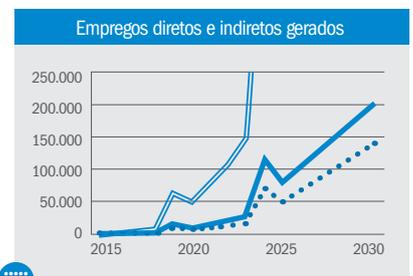
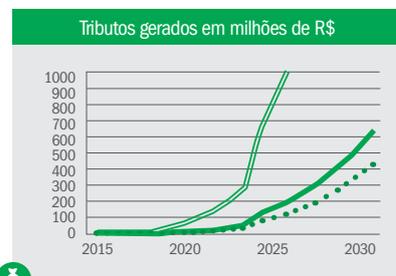
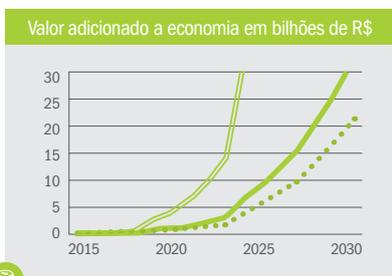
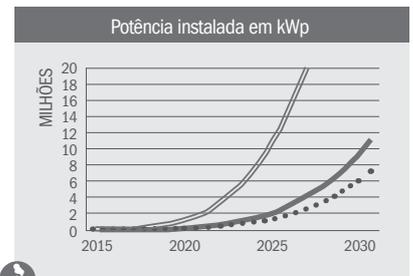
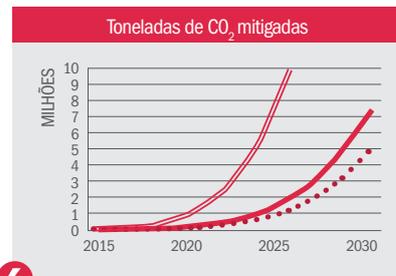
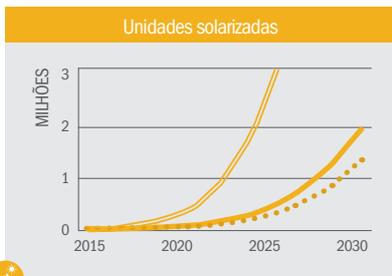
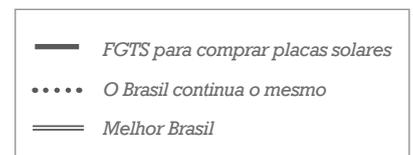


Instalação de placas fotovoltaicas na Escola Municipal Milton Porto, em Uberlândia (MG). Em um ano gerando energia solar, a escola economizou o equivalente a R\$ 15 mil.

© OTÁVIO ALMEIDA/GREENPEACE

### Comparando os resultados

O melhor incentivo para impulsionar a energia solar no país seria a liberação do uso do FGTS. Este gráfico compara os resultados desse cenário com *O Brasil continua o mesmo* e o *Melhor Brasil*.



A adoção de incentivos econômicos para a energia solar distribuída trará diversos benefícios para o Brasil. O primeiro deles é o próprio crescimento da rede elétrica, suprindo a demanda nacional que deve continuar aumentando. Também é notável o enorme ganho ambiental que esses incentivos podem trazer para o país e o planeta, com a diminuição das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub> eq.), principal responsável pelo aquecimento global. No cenário Melhor Brasil, será evitada a emissão de 122,2 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> até 2030.

O aumento no número de painéis

solares também se mostra muito vantajoso economicamente, injetando dinheiro na economia, criando empregos e aumentando a arrecadação dos governos federais, estaduais e municipais. O cenário Melhor Brasil, por exemplo, estima 679% a mais de dinheiro injetado ao PIB em comparação ao cenário *O Brasil continua o mesmo*. Seriam R\$ 11,3 bilhões arrecadados para os cofres públicos em forma de tributos. Além disso, quase 4 milhões de empregos diretos e indiretos estarão relacionados à expansão do mercado de energia solar. São benefícios dos quais o país não pode abrir mão.

Com esse estudo, estamos propondo a adoção de medidas governamentais que incentivem os consumidores a adquirir e instalar a tecnologia. Essas medidas podem partir tanto do legislativo quanto do executivo, na esfera federal, estadual ou municipal. É o futuro do país, de seu ambiente e de sua economia que dependem disso.

Em alguns anos, esperamos que a família da Mata não tenha sido só uma boa história, mas passe a fazer parte da revolução das fontes de energia do Brasil.

# Metodologia

A seguir, são apresentados os cálculos usados para chegarmos aos resultados alcançados por este estudo. Dividimos o capítulo em duas partes. A primeira, é a Projeção de Unidades Solarizadas, que avalia a evolução no número de sistemas fotovoltaicos, a potência instalada e a emissão de CO<sub>2</sub> eq evitada. A segunda parte é a Análise Socioeconômica, que estima a evolução do PIB, a arrecadação de tributos e a geração de empregos.

## Projeção de Unidades Solarizadas

Prever o comportamento dos consumidores frente a uma nova tecnologia não é fácil, já que cada pessoa tem motivos diferentes para adquirir um bem ou serviço. Mesmo com algumas vantagens evidentes, como o retorno financeiro ou a grande viabilidade técnica, os consumidores podem não comprar o novo produto.

Outro elemento que dificulta esse tipo de projeção é o fato de a tecnologia fotovoltaica ser uma inovação disruptiva, que cria um novo mercado e disputa com outras tecnologias já estabelecidas. Nesse caso, ela compete com a própria distribuição de eletricidade convencional. A adoção de uma inovação desse tipo requer tempo para ser assimilada, pois toda mudança de paradigma gera desconfianças que só são vencidas com a adoção progressiva e positiva da tecnologia.

Para avaliar esse difícil processo de decisão dos consumidores, diferentes teorias foram desenvolvidas. Uma das mais tradicionais é a chamada Curva S, que ilustra a difusão de novas tecnologias ao longo do tempo. Por exemplo, o gráfico abaixo mostra a evolução de diversas tecnologias nos Estados Unidos ao longo do século XX.

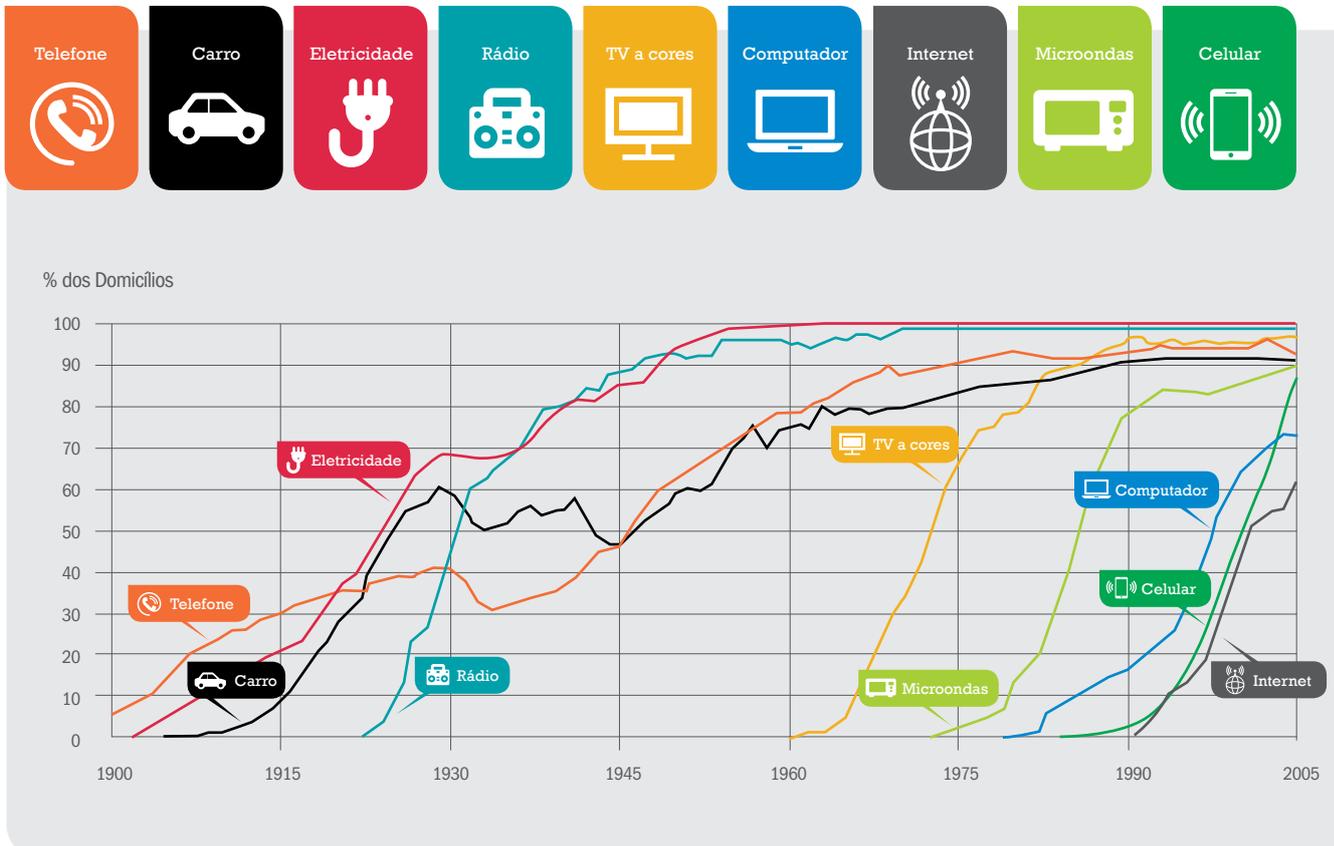
Jovens instalam sistema de energia solar no telhado do Centro Comunitário Lídia dos Santos, junto com voluntários do Greenpeace, em Vila Isabel, Rio de Janeiro (RJ).

©OTÁVIO ALMEIDA/GREENPEACE



### Difusão de novas tecnologias nos Estados Unidos

Como o tempo afetou na assimilação das tecnologias pelas residências ao longo do século XX e XXI



Fonte: COX & ALM, 2008

Nota-se que a evolução da maior parte dos produtos é semelhante. Eles apresentam um início lento, e partir de certo ponto ganham impulso rapidamente, atingindo um crescimento exponencial, que se estabiliza na medida em que todos os domicílios adotam a tecnologia. Ainda assim, observamos que o padrão de crescimento exponencial foi menos expressivo entre os anos de 1935 e 1945, justamente o período da Segunda Guerra Mundial, que abalou o nível de consumo da população. Já a partir dos anos 1990, tecnologias como a internet e o celular ganharam força muito mais rapidamente, quase não apresentando a lentidão inicial.

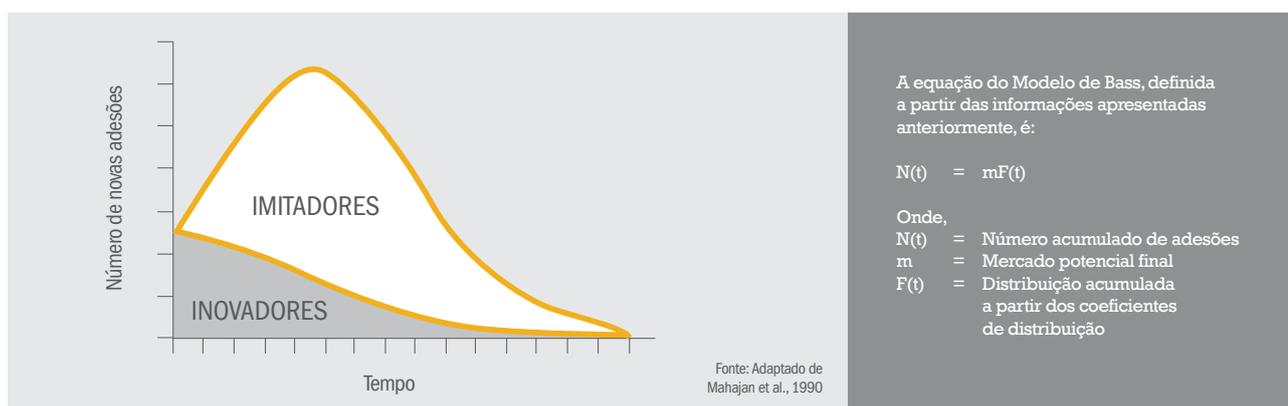
O fenômeno da Curva S foi usado neste relatório para estimar a adoção da tecnologia fotovoltaica no Brasil, de forma a apresentar uma perspectiva de crescimento mais alinhada com a realidade. O modelo foi proposto por Frank Bass em 1969, e tem sido utilizado desde então por outros estudos para avaliar tec-

nologias de diferentes segmentos. O princípio do chamado Modelo de Bass é que quanto maior o número de pessoas usando determinada tecnologia, maior a probabilidade de conquistar novos usuários. No caso dos sistemas de energia solar fotovoltaica, entende-se que esta regra se aplica. E pode acontecer tanto por causa da maior divulgação e conhecimento sobre as vantagens do produto, quanto pelo ganho de escala, que reduz seu preço da compra, instalação, manutenção e operação do mesmo.

O Modelo de Bass determina o número de adeptos da tecnologia a partir do seu mercado potencial e de dois coeficientes, um de inovação e outro de imitação. Os inovadores são aqueles dispostos a adquirir uma tecnologia pelo status de vanguarda. Já os imitadores são aqueles que passam a adquiri-la na medida em que ela se torna mais comum no mercado. O gráfico abaixo mostra a relação existente entre as duas categorias ao longo do tempo:

#### Inovadores ou imitadores

Quando surge uma nova tecnologia, os consumidores se dividem e entre os que a compram primeiro (inovadores) e os que seguem o padrão (imitadores).



Os coeficientes de distribuição que definem a distribuição acumulada foram baseados em referências internacionais, uma vez que, no país, ainda não existem estudos sobre esses indicadores.

Para definir o mercado potencial dos sistemas fotovoltaicos, foi necessário levantar a parcela dos consumidores que podem adotar a tec-

nologia em cada concessionária de distribuição de eletricidade, levando em conta o seu nível de renda, de acordo com os parâmetros do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A partir desse número absoluto de adesões na maioria dos cenários, tanto do mercado residencial quanto no comercial, foi descartado um percen-

tual que não comportaria esta tecnologia – seja por impedimentos técnicos, como sombreamento nos telhados e a falta de área disponível, seja por impedimentos operacionais, como no caso dos locadores de imóveis de terceiros. Para o cenário que incorpora a revisão da RN 482, bem como o cenário *Melhor Brasil*, esse percentual de descarte foi desconsiderado.

A partir do mercado potencial final, foi necessário ponderar qual o percentual de consumidores dispostos a fazer o investimento nos sistemas fotovoltaicos. Esse percentual é obtido com a ajuda de um indicador chamado Sensibilidade ao Tempo de Retorno, que estipula a propensão do cliente a adquirir a tecnologia, de acordo com o tempo que ele precisa esperar para recuperar o dinheiro investido na compra e instalação do produto.

O fator de sensibilidade dos consumidores foi adotado como sendo 0,3, de acordo com parâmetros internacionais, já que não existem estudos locais sobre o tema. Já o tempo de retorno do valor investido nos sistemas fotovoltaicos depende do preço pago na sua compra e instalação, da capacidade de gerar energia e do custo da eletricidade consumida diretamente das concessionárias. Nesta análise, o tempo de retorno foi calculado para 61 concessionárias cadastradas na Aneel.

Nos cálculos, a potência instalada foi estipulada em 2 kWp para as residências e 10 kWp para o comércio. O preço dos sistemas residenciais foi de R\$ 8,81 por Wp instalado, enquanto o dos sistemas comerciais foi de R\$ 7,85.

Para cada uma das concessionárias foram levantadas as tarifas de distribuição, a área geográfica de atuação e a radiação solar média incidente na região. Sobre as tarifas foi aplicada alíquota do PIS/COFINS incidente em nível federal, bem como a alíquota do ICMS, incidente em nível estadual. As variáveis adotadas neste estudo estão descritas no Apêndice.

A partir da metodologia descrita, foi elaborada uma planilha com cálculo automatizado do número de unidades solarizadas instaladas entre 2015 e 2030.

## Análise Socioeconômica

Depois de estimar o número de unidades solarizadas em cada cenário, foi possível calcular os efeitos socioeconômicos diretos e indiretos

relacionados à cadeia produtiva de energia solar fotovoltaica no Brasil.

Para isso, foi utilizada a Matriz Insumo Produto (MIP), uma representação de todas as relações de compra e venda entre setores da economia nacional. A MIP é divulgada periodicamente pelo IBGE, e é composta por 56 setores. Com ela, é possível calcular os efeitos multiplicadores, que indicam o quanto cada setor afeta os demais, em termos de geração de valor e emprego.

Esses efeitos foram separados em três grupos. Os diretos, tratam do número de empregos, aumento de produção, massa salarial e arrecadação na própria cadeia fotovoltaica. Já os efeitos indiretos são as variações provocadas em outros setores da economia, principalmente nos fornecedores de insumo para esta cadeia. E o efeito renda, que é a estimativa dos resultados gerados pelo aumento da renda na economia em geral.

A primeira etapa da análise consistiu na determinação dos setores que compõem a cadeia produtiva do setor fotovoltaico. Baseado no relatório *Avaliação das Perspectivas de Desenvolvimento Tecnológico para a Indústria de Bens de Capital e Energia Renovável*, produzido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e pela Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial, adotou-se a configuração para a cadeia listada abaixo. Entre parênteses estão os setores econômicos da MIP nos quais os segmentos se encaixam:

- *Produção de materiais semicondutores* (outros da indústria extrativa; outros produtos de minerais não-metálicos);
- *Produção de peças e componentes* (artigos de borracha e plástico; produtos de metal, máquinas e equipamentos);
- *Produção de máquinas e equipamentos elétricos e eletrônicos* (máquinas, aparelhos e materiais elétricos);
- *Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos* (serviços de manutenção e reparação);

- *Serviços de engenharia* (prestação de serviços às empresas).

Depois de identificados, esses segmentos foram agrupados em um único setor representativo da cadeia. A partir daí, foi possível determinar seus efeitos multiplicadores. Portanto, podemos dizer que o resultado obtido com a geração de empregos não se refere apenas à criação dessas novas vagas, por exemplo, – em função da abertura de novas empresas –, mas, principalmente, as vagas que são remanejadas. O crescimento da energia solar no Brasil irá impactar no aquecimento desse setor, consequentemente atraindo mão de obra que antes estava em outros segmentos.

A partir do resultado da potência instalada, calculada na etapa anterior, estimou-se a produção anual da cadeia. Para isso, adotou-se uma premissa fixa de margem do produto, de 30%. Já a estimativa de coeficiente de importação varia com o tempo, correspondendo a 80% da produção nacional entre os anos de 2015 e 2018, 50% entre 2019 e 2023 e 20% entre 2024 e 2030.

Em seguida, os efeitos multiplicadores foram aplicados sobre o valor de produção. Dessa forma, foi possível estimar a contribuição do setor para a formação do PIB, os empregos gerados a cada ano, a massa salarial adicionada à economia e a arrecadação, incluindo IPI, ISS, ICMS, impostos sobre importação e sobre trabalho e os tributos incidentes sobre atividades econômicas específicas.

As premissas de salário e produtividade da mão de obra são internas à MIP, e estão baseadas em parâmetros históricos. Todos os dados apresentados incluem o somatório de efeitos diretos, indiretos e da renda.

Os resultados referem-se ao consolidado nacional, por conta da própria constituição da MIP divulgada pelo IBGE. Para obter um valor aproximado dos efeitos regionais, foram usados os dados do Ministério do Trabalho e Emprego sobre a distribuição de cada um dos setores da cadeia entre as macrorregiões brasileiras.

# A

## apêndice

Variáveis adotadas para calcular a adesão às placas fotovoltaicas e seus respectivos impactos, tanto para as unidades residenciais quanto para as comerciais.

### [1] PARÂMETROS USADOS PARA CALCULAR O MERCADO POTENCIAL RESIDENCIAL

> Número de domicílios com renda maior que cinco salários mínimos	<b>Varia por área de concessão/estado</b>
> Fator de aptidão das unidades residenciais (porcentagem das residências aptas a receber os sistemas fotovoltaicos)	<b>85%</b>
> Crescimento do mercado potencial	<b>Valor adaptado com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD do IBGE)</b>

### [2] PARÂMETROS USADOS PARA CALCULAR O MERCADO POTENCIAL COMERCIAL

> Número de unidades consumidoras do tipo comercial	
> Fator de aptidão das unidades comerciais (porcentagem dos estabelecimentos comerciais aptos a receber os sistemas fotovoltaicos)	<b>5%</b>
> Crescimento do mercado potencial	<b>3,2% ao ano</b>

### [3] PREMISSAS PARA O CÁLCULO DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO RESIDENCIAL

> Potência dos sistemas residenciais	<b>2 kWp</b>
> Preço do sistema instalado em residências	<b>R\$ 8,81 /Wp</b>
> Despesas com Operação & Manutenção no custo residencial	<b>1% ao ano</b>

> Percentual de energia injetada na rede	<b>60%</b>
> Degradação da produtividade	<b>0,50% ao ano</b>
> Tarifas de Eletricidade de Baixa Tensão	<b>B1</b>
> Alíquotas de ICMS na tarifa	<b>Variam por estado/faixa de consumo</b>
> Alíquota de PIS/COFINS na tarifa	<b>6,50%</b>
> Acréscimo de bandeira tarifária na tarifa residencial	<b>0,00 R\$/MWh t(bandeira verde)</b>
> Evolução da tarifa (real)	<b>Constante</b>

#### [4] **PREMISSAS PARA O CÁLCULO DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO COMERCIAL**

> Potência dos sistemas comerciais	<b>10 kWp</b>
> Preço do sistema instalado no comércio	<b>R\$ 7,85/ Wp</b>
> Despesas com O&M no custo comercial	<b>1% ao ano</b>
> Percentual de energia injetada na rede	<b>24%</b>
> Degradação da produtividade	<b>0,50% ao ano</b>
> Tarifas de Eletricidade de Baixa Tensão	<b>B3 (iguais a B1)</b>
> Alíquotas de ICMS na tarifa	<b>Variam por estado/faixa de consumo</b>
> Alíquota de PIS/COFINS na tarifa	<b>6,50%</b>
> Acréscimo de bandeira tarifária na tarifa comercial	<b>R\$ 0,00 /MWh</b>
> Evolução da tarifa (real)	<b>Constante</b>

#### [5] **GERAÇÃO DE ENERGIA (RESIDENCIAL E COMERCIAL)**

> Produtividade por distribuidora	<b>Média de radiação por área de concessão</b>
> Fator de Rendimento Global	<b>75%</b>

#### [6] **ISENÇÃO DE IMPOSTOS NA ENERGIA**

> Isenção do ICMS sobre a energia compensada pelo sistema fotovoltaico	<b>BA, CE, DF, GO, MA, MG, MT, PE, RN, SP e TO</b>
> Isenção do PIS/COFINS sobre a energia compensada	<b>Todo o Brasil</b>

#### [7] **ISENÇÃO DE IMPOSTOS EM EQUIPAMENTOS**

> Isenção do II nos módulos (NCM 8541.40.32 da TIPI)	<b>-3,93%</b>
> Isenção do IPI nos módulos (NCM 8541.40.32 da TIPI)	<b>0,00%</b>
> Isenção do IPI nos inversores (NCM 8504.40.30 da TIPI)	<b>-2,73%</b>
> Isenção do IPI nos medidores (NCM90.28.30.31 da TIPI)	<b>-0,13%</b>
> Isenção do PIS/COFINS nos módulos (NCM 8541.40.32 da TIPI)	<b>-4,18%</b>
> Isenção do PIS/COFINS nos inversores (NCM 8504.40.30 da TIPI)	<b>-2,04%</b>
> Isenção do PIS/COFINS nos medidores (NCM 90.28.30.31 da TIPI)	<b>-0,10%</b>



## referências

- ALMEIDA, M. P. *Qualificação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede*. 171 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia, USP., São Paulo, SP., 2012.
- ANEEL. *Nota Técnica n° 0017/2015-SRD/ANEEL. Anexo V - AIR*. Brasília, 2015
- \_\_\_\_\_. *GERAÇÃO distribuída amplia número de conexões em 2015*. Notícia de 22 de janeiro de 2016, disponível em <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acessado em: em fevereiro de 2016. Brasília, 2015b.
- \_\_\_\_\_. *ANEEL amplia possibilidades para micro e mini geração distribuída*. Nota técnica de 24 de novembro de 2015, disponível em <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acessado em: fevereiro de 2016. Brasília, 2015c.
- BECK, R. *Distributed Renewable Energy Operating Impacts and Valuation Study*. Prepared for Arizona Public Service by R.W. Beck, Inc, 2009.
- BENEDITO, R. S. *Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório*. 110 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Energia, USP., São Paulo, SP., 2009.
- DENHOLM, P. et al. *The Solar Deployment System (SolarDS) Model : Documentation and Sample Results*. Technical Report NREL/TP-6A2-45832, 2009.
- EPE [Empresa De Pesquisa Energética]. *Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Nota Técnica*. Rio de Janeiro, 2012.
- \_\_\_\_\_. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015*. Rio de Janeiro, 2015
- \_\_\_\_\_. *Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil - Condicionantes e Impactos*. Nota Técnica. Rio de Janeiro, 2014.
- ERWES, H. et al. *Condições de importação de equipamentos de mini & micro-geração distribuída fotovoltaica no Brasil*. Para GIZ. 2012
- FUNDO DE GARANTIA DE TEMPO DE SERVIÇO – FGTS. *Tabela de Rendimento Anual*. Brasília, 2014.
- GUILHOTO, J. J. M; SESSO FILHO, U. A. *Estimação da Matriz Insumo-Produto a partir de dados preliminares das contas nacionais*. Economia Aplicada 9(1), abr-jun, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Sistemas de Contas Nacionais. Brasil, 2009*.
- IDEAL. *O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica - Edição 2015*. 2015
- IEA [International Energy Agency]. *Technology roadmap. Solar Photovoltaic Energy - 2014 Edition*. 2014
- KONZEN, G. *Difusão de sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede no Brasil : uma simulação via modelo de Bass*. 108 p. Dissertação de Mestrado. Programa de PósGraduação em Energia, USP. São Paulo, SP., 2014.
- MAHAJAN, V. et al. Determination of Adopter Categories by Using Innovation Diffusion Models. *Journal of Marketing Research*, v. 27, p. 37-50, 1990
- MONTENEGRO, A. A. *Avaliação do retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos integrados a residências unifamiliares urbanas no Brasil*. 175 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC., Florianópolis, SC., 2013.
- VIANA, T. S. et al. Sistema fotovoltaico de 2 kWp integrado a edificação: análise do desempenho de 14 anos de operação.In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR E V CONFERENCIA LATINO-AMERICANA DA ISES. São Paulo, SP.: [s.n.], 2012. p. 6.



Alunas da Escola Oswaldo Aranha, em São Paulo (SP), que graças a um financiamento coletivo ganhou placas solares em 2015.

©OTÁVIO ALMEIDA/GREENPEACE

## notas de rodapé

- 1 Dados no relatório Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos <http://bit.ly/1AjncxH>.
- 2 O número atualizado de sistemas de micro e mini geração de energia solar está no site da Aneel. (<http://www2.aneel.gov.br/scg/rcgMicro.asp>).
- 3 Dados do relatório Um programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica (<http://bit.ly/1TOkEYY>) e em PHOTOVOLTAICS REPORT (<http://bit.ly/1VPZZuC>).
- 4 kWp (quilowatt-pico) é a unidade geralmente utilizada para medir a potência energética das células fotovoltaicas. Como a energia solar depende de fatores externos, como a nebulosidade e a incidência do sol, a medida de kWp estabelece a potência máxima gerada por esse equipamento nas condições ambientais ideais.
- 5 Dado do relatório O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica, do Instituto Ideal (<http://bit.ly/1WRe3G7>).
- 6 A lista atualizada de estados que derrubaram o ICMS pode ser encontrada no site do Greenpeace Brasil (<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/energia-solar/icms>).
- 7 A alteração está baseada nas premissas que a Aneel adota para seus estudos de expansão fotovoltaica para edifícios comerciais.
- 8 Os cálculos desses valores foram realizados a partir do número de unidades solarizadas no ano de 2024, que chegarão a 1,2 milhões, de acordo com nota técnica da ANEEL divulgada em 24 de novembro de 2015 (ANEEL, 2015c).

[www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)

O Greenpeace é uma organização global e independente que promove campanhas para defender o meio ambiente e a paz, inspirando as pessoas a mudarem atitudes e comportamentos. Nós investigamos, expomos e confrontamos os responsáveis por danos ambientais. Também defendemos soluções ambientalmente seguras e socialmente justas, que ofereçam esperança para esta e para as futuras gerações, e inspiramos pessoas a se tornarem responsáveis pelo planeta.

**GREENPEACE**