

**INSTITUTO SUPERIOR DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA  
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS  
MBA – GESTÃO ESTRATÉGICA DE EMPRESA**

**FELIPE SPRICIGO ANGHEBEN**

**TRABALHO ACADÊMICO – Avaliação da Viabilidade Econômica da  
Aplicação de Sistemas de Energia Fotovoltaica Distribuída.**

**CURITIBA**

**2016**

**FELIPE SPRICIGO ANGHEBEN**

**TRABALHO ACADÊMICO – Avaliação da Viabilidade Econômica da  
Aplicação de Sistemas de Energia Fotovoltaica Distribuída.**

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado como  
requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão  
Estratégica de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas.

Orientador: Prof. Augusto Carlos Dalla Vecchia

**CURITIBA  
2016**

**FELIPE SPRICIGO ANGHEBEN**

**TRABALHO ACADÊMICO – Avaliação da Viabilidade Econômica da  
Aplicação de Sistemas de Energia Fotovoltaica Distribuída.**

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado como  
requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão  
Estratégica de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas.

Orientador: Prof. Augusto Carlos Dalla Vecchia

Aprovado pela banca examinadora em maio de 2016

---

---

---

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. A MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL E NO MUNDO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. UMA ALTERNATIVA A HIDRELÉTRICA .....</b>	<b>9</b>
<b>4. O POTENCIAL SOLAR .....</b>	<b>10</b>
<b>5. AVANÇOS RECENTES .....</b>	<b>11</b>
<b>6. MOTIVAÇÕES RECENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>7. AVANÇOS RECENTES .....</b>	<b>16</b>
<b>8. RESULTADOS DA PESQUISA .....</b>	<b>17</b>
<b>8.1 PERFIL DAS EMPRESAS .....</b>	<b>17</b>
<b>8.2 CONHECIMENTO E INTERESSE SOBRE O TEMA.....</b>	<b>18</b>
<b>8.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA E INVESTIMENTO .....</b>	<b>19</b>
<b>8.4 VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA.....</b>	<b>20</b>
<b>8.5 INDICADORES DE VIABILIDADE.....</b>	<b>21</b>
<b>8.6 CAPITAL DE TERCEIROS VS. RECURSOS PRÓPRIOS.....</b>	<b>22</b>
<b>8.7 INCIDÊNCIA DE IMPOSTOS.....</b>	<b>23</b>
<b>8.8 CONVERSÃO DE CRÉDITOS EM VALOR MONETÁRIO .....</b>	<b>24</b>
<b>8.9 DISPOSIÇÃO A REALIZAR INVESTIMENTO.....</b>	<b>25</b>
<b>8.10 DISPONIBILIDADE DE ESPAÇO E ORIENTAÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>8.11 OUTROS RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>9. CONCLUSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade econômica da instalação de sistemas fotovoltaicos distribuídos fotovoltaica para pequenas e médias empresas. Estas podendo produzir energia elétrica de forma sustentável e ao mesmo tempo obter vantagens competitivas ao desconsiderarem os elevados custos de energia elétrica em seus demonstrativos de resultados. Uma pesquisa de campo foi feita com o intuito de avaliar o conhecimento do assunto e disposição para investimento por parte dos empresários. Em termos de viabilidade econômica, empresas demonstraram considerável dependência de terceiros no que toca o financiamento dos projetos. Foi identificado que que a mudança da forma de cobrança de impostos sobre a energia produzida é um fator determinante para a tomada de decisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia elétrica. Fotovoltaico. Energia solar distribuída.

## **1. INTRODUÇÃO**

Tanto os recentes reajustes na tarifa de energia elétrica residencial e comercial, quanto as constantes preocupações com a segurança de abastecimento energético, aliadas a questões ambientais de grande relevância, intensificam os debates em torno da geração, consumo e custo da energia elétrica como um todo.

Este contexto faz com que energias renováveis, especialmente de fonte eólica e solar, se destaquem nas discussões, principalmente por buscarem espaço na matriz energética brasileira. A eólica já com significativa participação e, a solar ou fotovoltaica, com um longo caminho a ser percorrido.

Seguindo práticas europeias, recentes avanços na legislação brasileira introduziram o conceito de geração distribuída, o qual permite que uma determinada unidade consumidora produza sua própria energia elétrica, distribuindo-a na rede pública a parcela excedente, ou consumindo dela a parcela faltante.

O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de comercialização e instalação de sistemas distribuídos de geração solar fotovoltaica em pequenas e médias empresas, buscando identificar os principais custos envolvidos e descobrir os motivos mais relevantes que impedem ou afastam as empresas deste tipo de investimento.

O trabalho inicia-se discorrendo sobre a matriz energética brasileira e mundial, seguido pela avaliação da fonte solar como alternativa às principais fontes de energia atualmente usadas no Brasil, o potencial solar brasileiro, os avanços mais recentes e as principais motivações. Por fim, as conclusões.

## 2. A MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL E NO MUNDO

O Brasil, por se tratar de um dos países com a maior abundância de recursos hídricos no mundo, se tornou um grande adepto da geração de energia hidroelétrica. Tal fato se comprova ao observarmos o Gráfico 1, extraído do Balanço Energético Nacional 2015.

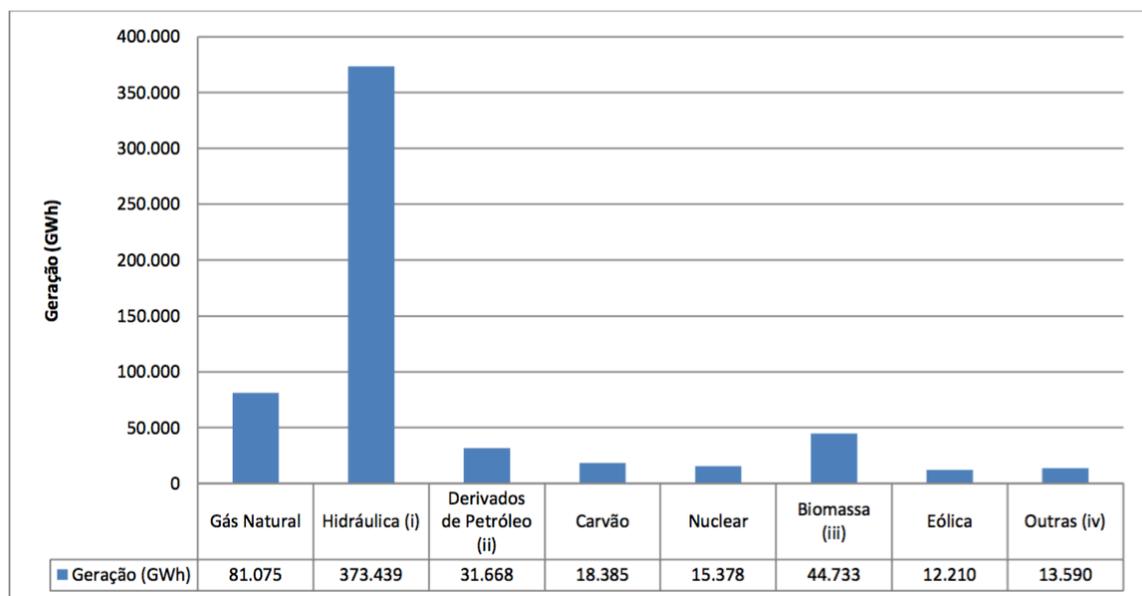


Gráfico 1: Geração elétrica por fonte no Brasil - 2014 (GWh)

Fonte: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx> (tabela 2.3) acessado em 09/04/2016

Por outro lado, o continente europeu, com sua grande concentração e dependência de usinas movidas a carvão mineral, apresenta uma matriz energética mais igualmente distribuída entre as diferentes fontes, chamando a atenção, principalmente, para a energia eólica e a solar. Como é o caso da Alemanha, apresentando no Gráfico 2, extraído do Relatório Anual de Geração de Eletricidade na Alemanha em 2014, aproximadamente 35.000 GWh de energia proveniente do sol.

É importante ressaltar que o grau de insolação na Alemanha é consideravelmente inferior ao brasileiro. Mesmo assim percebemos que a energia fotovoltaica é produzida em maior volume que as provenientes do gás natural e hidrelétricas.

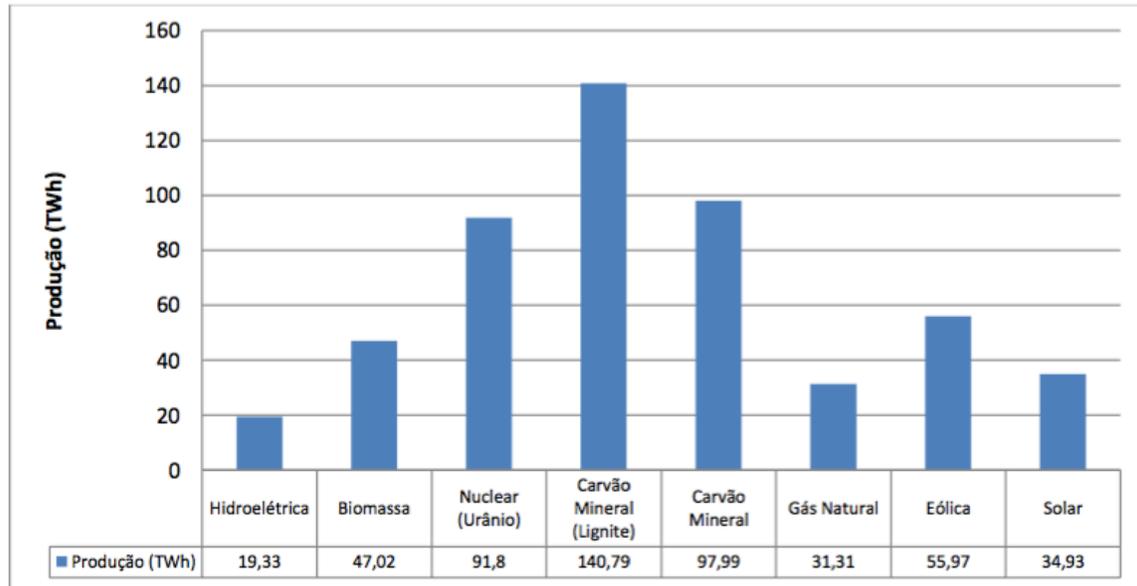


Gráfico 2 - Geração elétrica por fonte na Alemanha - 2014 (TWh).

Fonte: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/veroeffentlichungen-pdf-dateien-en/studien-und-konzeptpapiere/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf> acessado em 15/04/2016.

Com base no gráfico acima, podemos concluir que a matriz energética alemã é claramente menos limpa que a brasileira. Fato que impulsiona governos e sociedade organizada a optarem por metas e ações mais arrojadas de aproveitamento de energias renováveis como a eólica e a solar.

Ao contrário dos exemplos europeus, temos no Brasil uma grande matriz renovável. As fontes renováveis são, segundo Villalva e Gazoli (2012), aquelas consideradas inesgotáveis para os padrões humanos de utilização, estas podendo ser consumidas de forma contínua sem que se acabem. A fonte de energia renovável mais utilizada no planeta é a hidrelétrica. Porém, a mesma depende da abundância de água nos rios. Ou seja, pode ser considerada inesgotável, desde que não ocorra o nível das bacias hídricas seja adequado para a produção de energia.

### **3. UMA ALTERNATIVA A HIDRELÉTRICA**

Por apresentar uma produção de energia proveniente em mais de 60% das fontes hídricas, o Brasil, possivelmente pouco preocupe seus governantes no que se refere ao impacto da geração de energia em efeitos climáticos como aquecimento global e o efeito estufa. Todavia, os impactos socioambientais causados pela construção de Usinas Hidrelétricas como a de Belo Monte (Rio Xingú, Pará) apresentam grande relevância para os cidadãos das regiões atingidas e não podem ser desconsiderados.

Segundo Villalva e Gazoli (2012) a construção de usinas hidrelétricas demanda grandes quantidades de mão-de-obra, matéria-prima e energia. É importante mencionar que a inundação causada pelas represas destas, atingem áreas enormes, impactando de forma importante e irreversível o ambiente em seu entorno. Os efeitos causados por este tipo de empreendimento não causam impactos somente de característica ambiental, mas também interfere consideravelmente populações e culturas diretamente ligadas ao ambiente atingido.

Isso dito, é oportuno que se se faça a comparação do impacto de grandes usinas hidrelétricas com a instalação, centralizada ou distribuída, de sistemas fotovoltaicos. Também é importante salientar que, ainda que a instalação distribuída exime o governo e seus bancos de fomento a responsabilidade pelo financiamento de grandes obras como usinas hidrelétricas. Ou seja, a instalação em empresas ou residências além de reduzir custos e investimentos em distribuição permite a diluição dos aportes de capital.

Segundo a ANEEL, a capacidade instalada para a Usina de Belo Monte está prevista em 11.233 MW, com uma garantia assegurada de 4.571 MW médios, geração aproximadamente o equivalente a 39,5 TWh anuais. Para equiparar à esta produtividade, seria necessária a instalação aproximadamente 88 milhões de painéis fotovoltaicos de 260 Wp (watt-pico), os quais cobririam uma área de aproximadamente 150 mil km (equivalente a 3/4 do estado do Paraná) e, considerando os valores divulgados pela EPE (2015) do primeiro leilão de energia fotovoltaica realizado em 2015 no Brasil, o investimento necessário para esta obra giraria em torno de R\$ 80 bilhões (R\$ 3.572/kWp). A estimativa, em 2010, do consórcio Norte Energia é de que o investimento na Usina de Belo

Monte será de R\$ 25,8 bilhões.

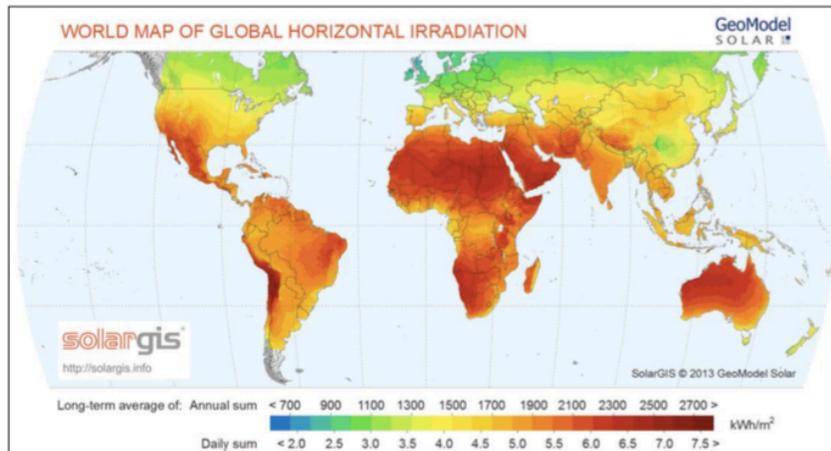
Ao imaginar-se um investimento superior a três vezes o de uma usina hidrelétrica e uma demanda de espaço 220 vezes maior do que o seu lago, especialmente quando não são totalmente relevados os impactos socioambientais inerentes às hidrelétricas, pode-se questionar a viabilidade da tecnologia fotovoltaica.

Contudo, observa-se, que países como Alemanha já vem há quebrando alguns paradigmas. Em um Relatório sobre Energia Fotovoltaica, elaborado pelo Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (2015), o país atingiu, no ano de 2014, a marca de 38 GWp de capacidade instalada, representando impressionantes a 21% da capacidade mundial, somando uma total de aproximadamente 1,5 milhão de sistemas instalados no país. Essa capacidade instalada foi capaz de produzir 34,93 TWh naquele ano, como pode-se verificar no gráfico 2. Na prática, pode-se afirmar que a Alemanha está prestes a alcançar patamares produção de energia daquela que será a maior usina hidrelétrica inteiramente brasileira.

#### **4. O POTENCIAL SOLAR**

Ao se falar em energia solar fotovoltaica, um dos critérios mais importante para determinar o potencial de uma região é o grau de insolação. Esta sendo definida por Villalva e Gazoli (2012) como a quantidade de energia solar recebida em cada metro quadrado durante um dia (W/m /dia). Este é o principal valor usado para as simulações de sistemas fotovoltaicos e baseia-se na irradiação horizontal, definida como a potência por metro quadrado (W/m ).

No mapa a seguir (Figura 1), coletado do banco de dados SolarGis, podemos ver uma demonstração em escala global da insolação, cuja escala de cor é baseada na quantidade de kWh (quilowatt hora) irradiada a cada metro quadrado de solo. O ponto mais escuro (alaranjado) indica uma insolação média de 7,5 kWh/m /dia, ou 2700 kWh/m /ano.



*Figura 1: Mapa de insolação.*

*Fonte: [http://enhancedwiki.altervista.org/pt.php?title=Energia\\_solar](http://enhancedwiki.altervista.org/pt.php?title=Energia_solar) acessado em 15/04/2016*

O mapa apresentado na Figura 1 torna perceptível a variação, em termos de irradiação solar, que as regiões mais próximas da linha do equador têm. No entanto, de acordo com Villalva e Gazoli (2012), outros fatores que influenciam neste indicador. Entre eles, condições geográficas como altitude e condições climáticas como frequência da ocorrência de chuvas e nevoeiros. É perceptível, também, como o Brasil recebe níveis de irradiação solar superiores a países europeus, asiáticos e norte americanos.

Com tal disponibilidade de irradiação solar, poderíamos esperar que o Brasil apresentasse grande aproveitamento desta abundante fonte de energia. Todavia, por fatores diversos a energia fotovoltaica representa hoje, segundo dados do Banco de Informações de Geração-BIG/ANEEL, menos de 0,02% da capacidade instalada da matriz energética do país, perdendo para todas as demais fontes como se pôde observar no Gráfico 1.

## **5. AVANÇOS RECENTES**

Com uma representatividade insignificante em nossa matriz energética, a fonte de energia solar despertou a atenção em alguns setores do governo brasileiro. Principalmente nos que vem juntando esforços para equalizar a composição da matriz energética do país, principalmente no que tange o desenvolvimento e ampliação do uso de energias renováveis. Além dos recentes leilões de energia,

destinados a usinas de maior porte, um fato marcante neste contexto foi a Resolução 482/2012 da ANEEL, que determinou as condições para a produção de energia através de micro e minigeradores distribuídos e a compensação da energia distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica do país.

Adicionalmente, foi isentada a cobrança de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviço (ICMS), sobre a venda do conjunto completo de equipamentos que compõe um gerador fotovoltaico. Esta isenção (convênio ICMS 46/07), foi prorrogada até dezembro de 2021 por advinda do convênio ICMS 10/2014.

No ano de 2015, a lei 13169/2015 passou a beneficiar o produtor de energia ao tornar oficial a cobrança do PIS e COFINS somente sobre o líquido de energia consumida em unidades com micro e minigeração distribuída. Esta forma de cobrança já realidade também para o ICMS em alguns estados como Minas Gerais e está na pauta de reivindicações dos representantes do setor no restante do país.

Ainda no ano de 2015, a ANEEL realizou audiência pública a visando coletar sugestões a respeito da Resolução 482/2012. No final de novembro, entre as melhorias aprovadas e os principais avanços destacam-se: a elevação do teto da minigeração distribuída para 5MW (sendo 3MW para a fonte hídrica); a ampliação da validade dos créditos gerados através da produção de energia de 36 para 60 meses; a autorização para empreendimentos de geração distribuída com múltiplas unidades consumidoras (condomínios); a criação da geração compartilhada, possibilitando a criação de consórcios e cooperativas de geração.

Além disso, o prazo total para as distribuidoras conectarem novas usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias.

## **6. MOTIVAÇÕES RECENTES**

Entre Janeiro de 2013 e Junho de 2015 o preço da energia elétrica ficou, segundo a ANEEL, 73,3% mais cara para o consumidor de Santa Catarina, enquanto os preços da COPEL, no Paraná, apresentaram um aumento chegando a casa dos 103%. A evolução das tarifas pode ser verificada no Gráfico 3.

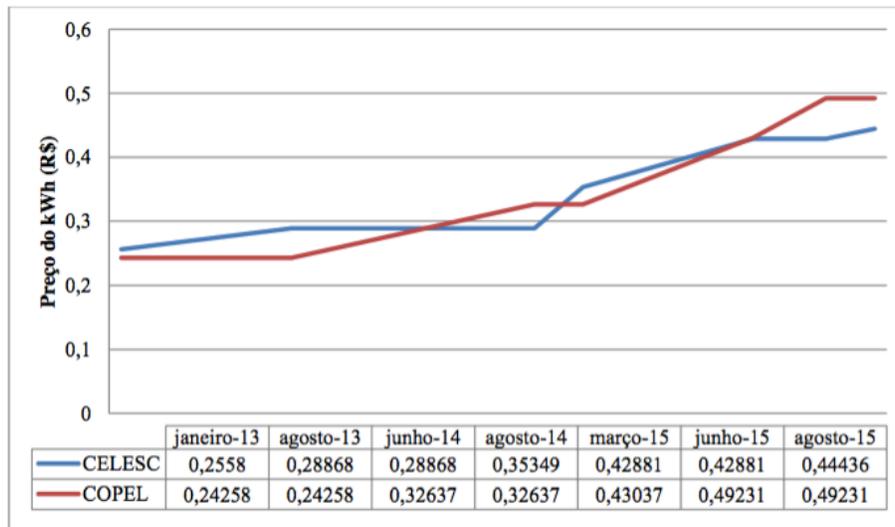


Gráfico 3 – Tarifa de Energia Elétrica Residencial SC e PR.

Fonte: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/tarifaAplicada/index.cfm> acessado em 18/03/2016

Em um levantamento feito em 2013 pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), em 18 anos (entre 1994 e 2012), o preço da energia elétrica acumulou um impressionante aumento de 443%, aumento este superior ao dos combustíveis para veículos, que mostraram ter aumentado 380% no mesmo período.

Ainda de acordo com o estudo da ABRADEE, a tarifa residencial no Brasil está alinhada com as tarifas praticadas em economias dos países selecionados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), conforme verifica-se no Gráfico 4.

Preço do kWh (R\$)

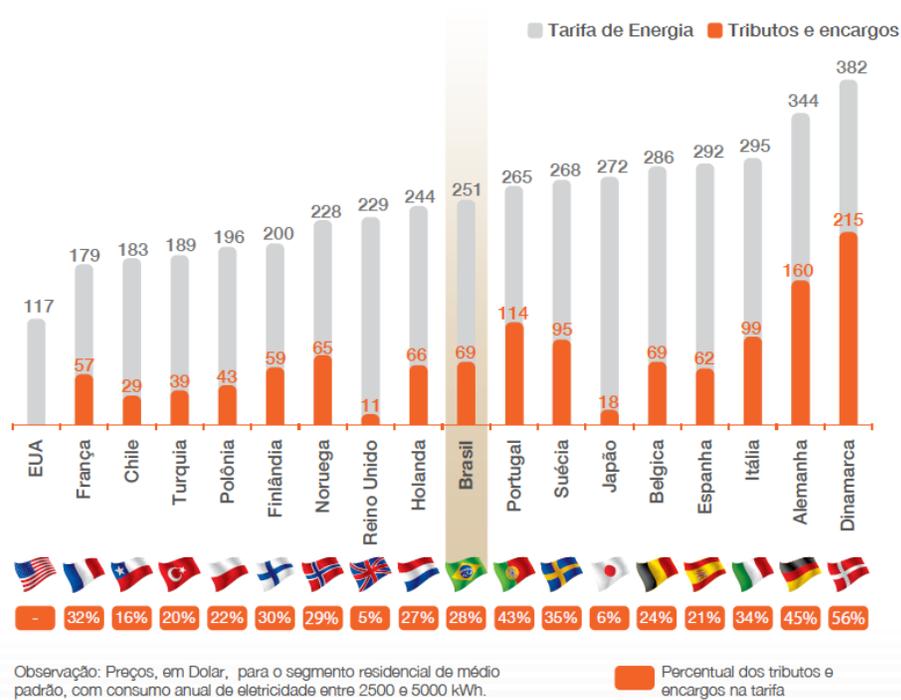


Gráfico 4 – Tarifa residencial de energia elétrica (US\$/MWh).

Fonte Gráfico 4: <http://abradee.org.br/escolha-abradee-para-voce/cartilha/category/10-cartilha-comparacao-internacional-de-tarifas-de-energia-eletrica> acessado em 16/04/2016

Todavia, de acordo com dados do Banco Mundial, o consumo per capita brasileiro fica abaixo de outros países da América do Sul e, bem abaixo de países como Alemanha e Estados Unidos, conforme pode ser observado no Gráfico 5.

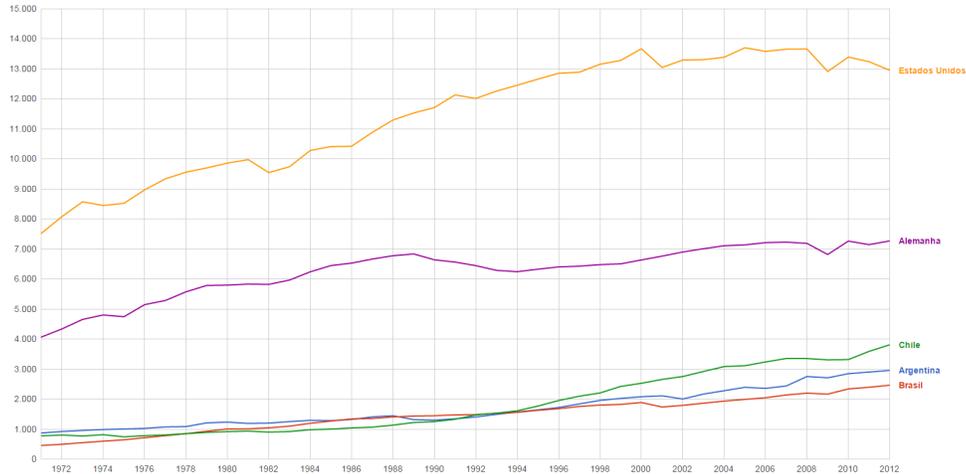


Gráfico 5 – Consumo de Eletricidade (kWh/per capita).

Fonte Gráfico 5:

[https://www.google.com.br/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9\\_&ctype=l&strail=false&bcs=d&%20nseim=h&met\\_y=eg\\_use\\_elec\\_kh\\_pc&scale\\_y=lin&ind\\_y=false&rdim=region&idim=country:BR%20A:ARG:USA:CHL:DEU&ifdim=region&tdim=true&tstart=5927760000&tend=1353204000000&%20hl=pt&dl=pt&ind=false&icfg](https://www.google.com.br/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&ctype=l&strail=false&bcs=d&%20nseim=h&met_y=eg_use_elec_kh_pc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:BR%20A:ARG:USA:CHL:DEU&ifdim=region&tdim=true&tstart=5927760000&tend=1353204000000&%20hl=pt&dl=pt&ind=false&icfg) acessado em 26/03/2016

Segundo o Atlas de Energia Elétrica do Brasil, elaborado pela ANEEL, o consumo de energia elétrica e demais fontes de energia, é um dos principais indicadores desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida, refletindo o nível de atividade empresarial quanto a capacidade de a população adquirir bens e serviços. Logo, quanto maior o Produto Interno Bruto em um determinado período, maior o consumo de energia, como pode ser visto no Gráfico 6.

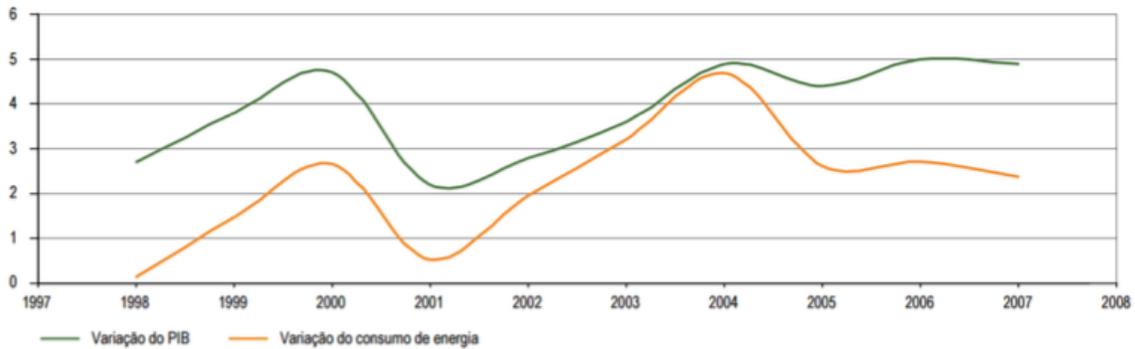


Gráfico 6- Variação do PIB mundial e variação do consumo de energia (1998 - 2007).

Fonte Gráfico 6: <http://disciplinas.stoa.usp.br/mod/page/view.php?id=253436> acessado em 19/04/2016

Essa correlação entre o PIB e o consumo de energia, ligada ao aumento do consumo de energia per capita e à constante elevação do preço da de energia elétrica acendem discussões quanto aos meios de redução de consumo e, especialmente, quanto as alternativas de produção de energia elétrica.

## 7. AVANÇOS RECENTES

O principal objetivo deste trabalho é o de aprofundar os conhecimentos sobre a energia fotovoltaica. Por meio de entrevista em profundidade com 12 pequenas e médias empresas das cidades de São Lourenço do Oeste, São Miguel do Oeste, Xanxerê, SC. Enquanto no Paraná as cidades foram Vitorino e Pato Branco; um questionário utilizando o consume médio de energia destas empresas nos últimos doze meses. Desta forma foi possível mensurar o tamanho de um sistema necessário para suprir a demanda de energia de cada empresa, bem como chegar a um valor de investimento estimado para tal.

Tomando como base o índice de insolação da região e estipulando um preço de R\$8,00 por watt-pico, usando como base os estudos de Nakabayashi (2015), feitos no mês de março de 2015, onde o valor foi estipulado em R\$7,19/Wp, por se considerar a desvalorização do Real (R\$) em face ao Euro no intervalo entre os estudos (3,25 BRL/EUR para 4,04 BRL/EUR em 18/11/2015).

Para se fazer o cálculo do dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, foi utilizada a base de dados sistema SunData (CRESESB), o qual considera a média de irradiação solar em um plano inclinado de 26° para as estações meteorológicas de São Miguel do Oeste, Xanxerê e Chapecó (SC) no valor de 4,94 kWh/m /dia e, a taxa de desempenho real do sistema (*performance ratio*) de 85%, baseado no relatório *Recent Facts about Photovoltaics in Germany* (2015).

A dimensão do sistema foi descrita na forma de quilowatt-pico (kWp). Tendo como base o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, Pinho et al, 2014.

A precificação do sistema (para venda) tomou-se como base o preço de

R\$8,00/Wp, ou R\$8.000,00 o KWp e multiplicou-se pelo tamanho do sistema. Tais informações podem ser verificadas na Tabela 1.

Quanto à incidência dos impostos sobre a energia consumida por cada uma das empresas, tomou-se por base a alíquota de 25% sobre o valor bruto da fatura de energia elétrica. Este valor deve compreender PIS/PASEP, COFINS e ICMS. Quando aplicados sobre a base de cálculo estabelecida pelo Artigo 31 da Resolução ANEEL 166/05 as alíquotas somadas correspondem a aproximadamente 29% para Santa Catarina e, 36% para o Paraná.

No que se refere a de fluxo de caixa e consequente geração dos indicadores de viabilidade dos projetos, tomou-se como base os parâmetros demonstrados na Tabela 1, incluídos os parâmetros já elucidados.

*Tabela 1 – Parâmetros e Valores de Referência Utilizados*

<b>Parâmetro/Indicador</b>	<b>Valor de Referência</b>
Preço do watt-pico	RS 8,00
Insolação Média (kWh/m /dia)	4,94 HSP
Taxa de Desempenho do Sistema Fotovoltaico (TD)	85%
Custos com Operação (aplicado sobre o total do investimento)	0,50% a.a.
Custos com Manutenção (aplicado sobre o total do investimento)	0,50%a.a.
Taxa de Degradação dos Módulos Fotovoltaicos - Anual	0,50%
Taxa de Desconto (TMA)	10%a.a.
Inflação da Energia Elétrica	6%a.a.
Impostos sobre a Fatura de Energia	25%

Tais parâmetros nesta tabela foram adotados pelo próprio autor do trabalho de modo que as condições propostas na pesquisa de campo pudessem ser padronizadas. Apresentando assim resultados justos aos levantamentos feitos nos diferentes segmentos.

## **8. RESULTADOS DA PESQUISA**

### **8.1 PERFIL DAS EMPRESAS**

Ao observarmos o perfil das empresas pesquisadas, percebemos que aproximadamente 42% faturam anualmente entre R\$ 5 e 15 milhões anuais e 33% entre R\$ 2,4 e 5 milhões, como pode ser observado no Gráfico 7, que teve seus dados extraídos da pesquisa em questão.

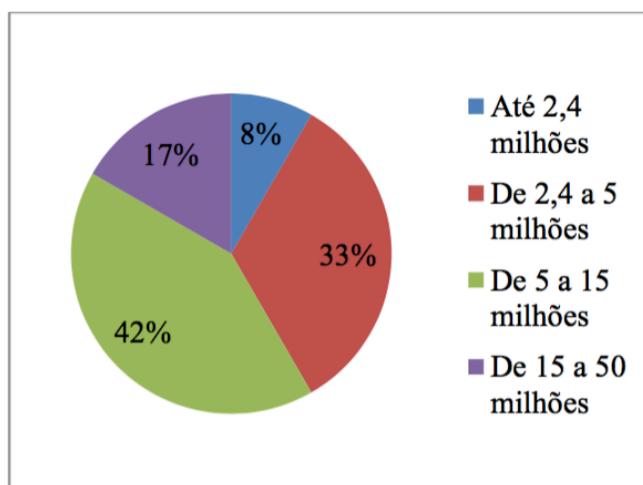


Gráfico 7 – Porte das empresas entrevistadas.

Das doze empresas entrevistadas, o setor predominante foi a indústria, totalizando oito entrevistados, em segundo colocado em número de entrevistado ficou comércio e serviços, com duas empresas entrevistadas cada. As empresas ficaram distribuídas em oito ramos de atividade, como observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Ramos de atividades dos entrevistados.

Ramo de Atividade	Número de empresas
Agronegócio	2
Alimentos/bebidas	1
Construção civil/materiais elétricos	2
Domissanitário	1
Madeira/móveis	1
Papel/Embalagens	2
Tecnologia/Comunicações	1
Têxtil/Confecções	2

## 8.2 CONHECIMENTO E INTERESSE SOBRE O TEMA

Ao questionar as empresas sobre o interesse em assuntos voltados à eficiência energética, sustentabilidade e energias renováveis, onze das doze entrevistadas mostraram-se interessadas no assunto. Todavia, três destas desconheciam a Resolução ANEEL 482/2012 que permite que a energia produzida individualmente possa ser conectada à rede pública, e, ao mesmo tempo, gerar créditos em relação à energia consumida, tendo assim uma redução considerável em suas faturas de energia.

Dados como os do Gráfico 4, que mostram os relevantes aumentos do custo da energia elétrica, especialmente no ano de 2015, fizeram com que 50% das empresas entrevistadas solicitassem orçamentos de diferentes sistemas para a produção de sua própria energia, sendo ela total ou parcial e na sua maioria de base fotovoltaica. Reflexo do fato de que apenas uma das empresas dizia não ter ciência sobre a tecnologia fotovoltaica e suas vantagens comerciais e ambientais.

Das doze empresas entrevistadas, dez disseram buscar realizar ações visando uma maior eficiência energética, seja pela simples substituição de lâmpadas pela tecnologia LED ou, alguns casos pela instalação de transformadores mais otimizados e até mesmo, substituição de motores e máquinas.

### 8.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA E INVESTIMENTO

As informações obtidas por meio das faturas de energia elétrica das empresas entrevistadas possibilitaram estimar com certa precisão o investimento necessário para a instalação de um sistema capaz de suprir a demanda de energia elétrica em sua totalidade, com base na média dos últimos doze meses. O resultado obtido neste levantamento foi utilizado como marco inicial para as simulações de retorno do investimento e, conseqüentemente, para as respostas às pesquisas. As estimativas apresentam-se na Tabela 3.

*Tabela 3 – Dimensão do Sistema e Investimento Estimado.*

<b>Empresa</b>	<b>Consumo Médio Mensal (kWh)</b>	<b>Fatura Média Mensal (R\$)</b>	<b>Dimensão Estimada (kWp)</b>	<b>Investimento Estimado (R\$)</b>
<b>1</b>	1632	1.261,06	13,0	104.000,00
<b>2</b>	1574	1.078,46	12,6	100.800,00
<b>3</b>	6738	4.738,79	53,6	428.800,00
<b>4</b>	3707	2.775,56	29,5	236.000,00
<b>5</b>	4012	2.979,30	31,9	255.200,00
<b>6</b>	4306	3.356,47	34,3	274.400,00
<b>7</b>	10071	7.291,83	80,1	640.800,00
<b>8</b>	7710	6.375,94	61,3	490.400,00
<b>9</b>	4325	3.225,90	34,4	275.200,00
<b>10</b>	6051	5.419,35	48,1	384.800,00
<b>11</b>	3934	2.929,48	31,3	250.400,00
<b>12</b>	31648	23.346,36	251,5	2.012.000,00

*Fonte Tabela 3 – Dados extraídos das faturas de energia elétrica gentilmente disponibilizadas pelas próprias empresa.*

#### 8.4 VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA

Ao apresentar os valores estimados de investimento, a grande maioria (84%) se mostrou impressionada com o tamanho do aporte necessário e responderam dizendo ser dependentes de financiamento. Somente uma empresa considerou viável fazer tal investimento com capital próprio.

Ao tratar das linhas de financiamento disponíveis no mercado, os entrevistados enfatizaram na necessidade de linhas subsidiadas com taxas de juros abaixo da inflação e longos prazos para amortização, como pode-se observar no Gráfico 8.

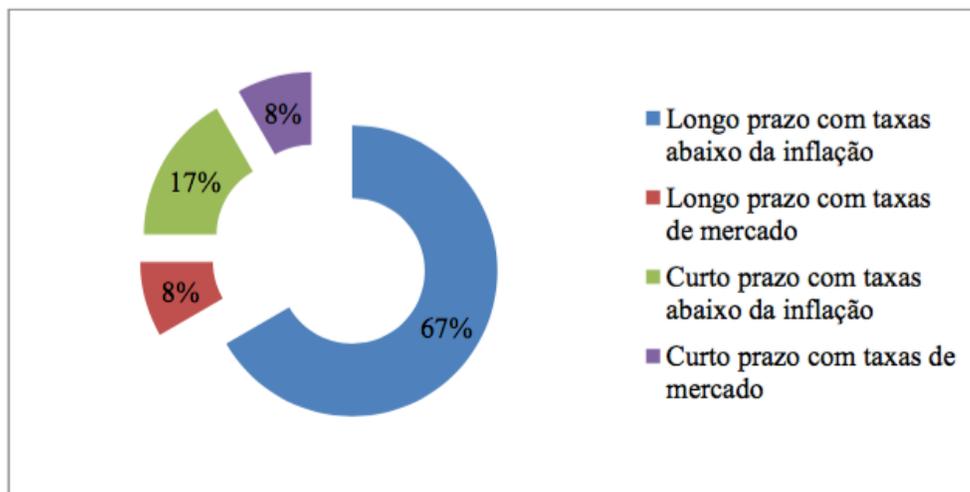


Gráfico 8 – Condições de taxa e prazo ideias.

Fonte Gráfico 8 – Tabulação de dados com base em pesquisa de campo.

Em uma situação hipotética de ampliação gradativa do sistema, com um investimento inicial de aproximadamente 30% do total estimado (Tabela 4), e o reinvestimento anual da economia obtida na fatura de energia na ampliação do sistema (autofinanciamento), as empresas demonstraram algum imediatismo. Apenas uma das entrevistadas estaria disposta reinvestir por aproximadamente 11 anos para que todo seu consumo de energia fosse produzido pelo sistema fotovoltaico. Três empresas demonstram interesse em realizar investimentos gradativos, porém, desde que a autossuficiência fosse atingida em menos de quatro anos. Oito empresas sinalizaram uma pequena probabilidade de realizar o investimento desta forma, duas por ainda considerar os aportes distribuídos incompatíveis com sua capacidade financeira e, a metade (6), por entender que quando um investimento é realizado se espera ganhos de caixa mais rápidos.

Na relação entre o valor da parcela e a fatura de energia, sem que as taxas de juros fossem evidenciadas, as empresas demonstram significativa preferência por prazos menores com desembolsos equivalentes aos valores atualmente pagos pela energia elétrica. Convencionou-se que após o investimento o valor da fatura de energia seria nulo. O Gráfico 9 denota a percepção de que a maioria das empresas estaria disposta a pagar uma parcela de financiamento que, num prazo não superior a cinco anos, fosse equivalente a aproximadamente duas vezes o valor da fatura de energia. Importante reforçar que o sistema fotovoltaico instalado estaria suprindo 100% do consumo de energia, proporcionando novas faturas de energia zeradas (não foi considerado o custo de disponibilidade).

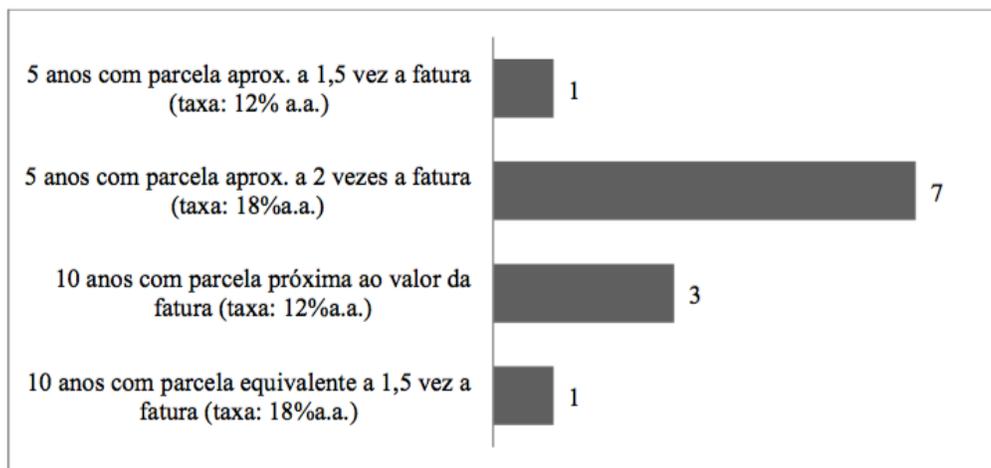


Gráfico 9 – Percepção quanto a relação entre a parcela, valor da fatura e o prazo.

Fonte Gráfico 9 – Tabulação de dados com base em pesquisa de campo

## 8.5 INDICADORES DE VIABILIDADE

Com o intuito de transformar a pesquisa mais realista aos entrevistados, o investimento foi projetado considerando-se os parâmetros da Tabela 1. A eles foram apresentados os resultados na forma de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL), Payback Simples e Payback Descontado, conforme detalhado na Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores de Viabilidade

Empres a	Investimento (R\$)	VPL (R\$)	TIR (a.a)	IL	Payback Simples (anos)	Payback Descontado (anos)
1	104.000,00	49.545,47	14,34%	47,64%	8,13	14,03
2	100.800,00	29.435,81	12,74%	29,20%	9,05	16,87
3	428.800,00	144.742,14	13,14%	33,76%	8,80	16,07
4	236.000,00	101.305,19	13,93%	42,93%	8,34	14,67
5	255.200,00	106.694,76	13,93%	41,81%	8,40	14,82
6	274.400,00	134.499,27	14,45%	49,02%	8,07	13,86
7	640.800,00	243.466,25	13,51%	37,99%	8,58	15,39
8	490.400,00	289.143,99	15,28%	58,96%	7,65	12,73
9	275.200,00	116.751,14	13,89%	42,42%	8,37	14,73
10	384.800,00	280.694,96	16,42%	72,95%	7,13	11,41
11	250.400,00	105.491,47	13,87%	42,13%	8,38	14,78
12	2.012.000,00	822.768,18	13,76%	40,89%	8,44	14,95

Fonte Tabela 4 – Tabulação de dados com base no cálculo de viabilidade financeira para um projeto fotovoltaico de cada uma das empresas entrevistadas na pesquisa de campo em questão

Importante destacar, no entanto, dos indicadores de viabilidade de projeto demonstrados, a maioria das empresas indicou clara preferência pelo *payback* simples (nove empresas), seguido pelo *payback* descontado (duas empresas). Apenas uma das entrevistadas indicou preferência pelo índice de lucratividade como parâmetro para tomada de decisão de investimento.

## 8.6 CAPITAL DE TERCEIROS VS. RECURSOS PRÓPRIOS

O valor do investimento da Tabela 4 foi projetado em dois cenários, um com taxa de juros de 2,5% a.m. e prazo de 36 meses para pagamento e, outro, com aquisição à vista do sistema, com recursos próprios.

A condição financiada foi aceita por três empresas (25%), especialmente em virtude do custo efetivo próximo de zero (redução da fatura de energia coincide com o valor dos juros) e da parcela estar compatível com a capacidade de pagamento da entrevistada. Fato este que levou duas empresas (16,67%) aceitar o cenário sugerido desde que o prazo do financiamento pudesse ser ampliado para 60 meses. Porém, a maior parte das empresas não estaria disposta a adquirir o sistema nestas condições, demonstrando que aguardariam a redução da taxa de juros ou um aumento significativo da tarifa de energia

elétrica.

Na perspectiva de capital próprio foi considerado um custo de oportunidade de 0,80%a.m, equivalente a remuneração líquida de uma aplicação financeira baseada em 100% do CDI (acumulado 12 meses 12,30% em 31/08/2015 - CETIP). Considerando que o retorno do sistema fotovoltaico apresentou retorno médio de 1,30% ao mês entre as empresas entrevistadas, cinco delas (41,67%) estariam dispostas a instalar em virtude de o retorno estar acima daquele proporcionado pela aplicação financeira e da perspectiva de elevação da tarifa de energia, inflação esta estimada em 6%a.a. Outras três empresas (25%) realizariam o investimento desde que o retorno mensal fosse acima de 2% e, quatro empresas (33,34%) não estariam dispostas a realizar o investimento sem capital de terceiros (financiamento).

### **8.7 INCIDÊNCIA DE IMPOSTOS**

Considerando a incidência de impostos sobre o consumo bruto das unidades, compreendido pelo ICMS, PIS/PASEP e COFINS, foram realizadas simulações caso a incidência destas alíquotas fosse apenas sobre o consumo não produzido pelo sistema fotovoltaico (demandado da rede), como já ocorre em alguns estados com o ICMS e como sugere a Lei 13169/2015 para os PIS/PASEP e COFINS, ainda não regulamentada. Os resultados das projeções foram apresentados as entrevistadas e estão exibidos na Tabela 6.

A cobrança de impostos apenas sobre a parcela efetivamente utilizada da rede das distribuidoras gerou, em média: melhora de 115% do VPL; aumento de 4,16 p.p. na TIR, aumento de 51,35 p.p. no IL; redução de um ano e dez meses do payback simples e; redução de quatro anos e oito meses no payback descontado.

Nesta perspectiva, as empresas foram questionadas se uma eventual isenção dos impostos sobre a parcela produzida seria um fator isolado para a realização do investimento. Como pode ser observado no Gráfico 10, metade das empresas sinalizaram positivamente, uma vez que o payback é reduzido em mais de 30%.

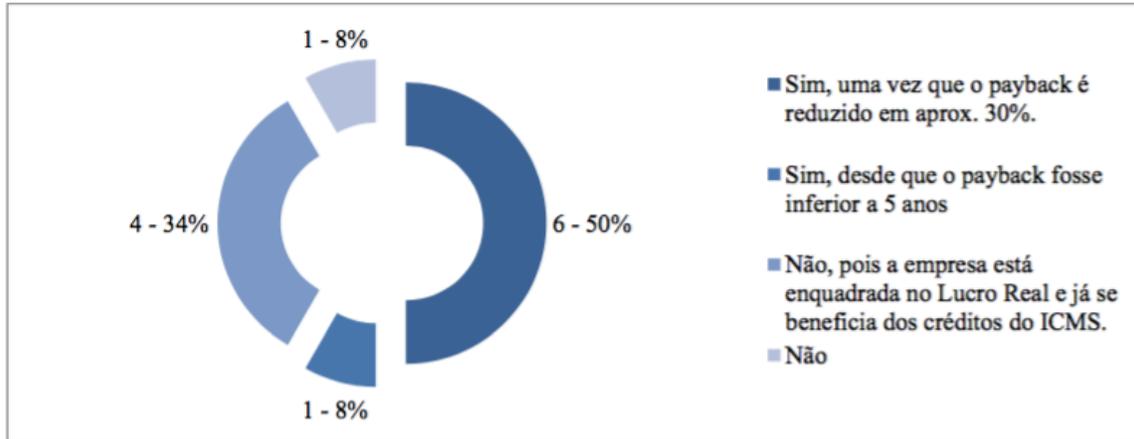


Gráfico 10 – Isonção de Impostos sobre a Produção como Fator Isolado para Investir.

Fonte Gráfico 10 – Tabulação de dados com base em pesquisa de campo.

Importante notar, que para quatro empresas a isonção dos impostos não seria um fator isolado que lhes fizesse investir tendo em vista que já se beneficiam dos créditos de ICMS (Lei Complementar 87/1996), que por sua vez, representa mais de 4/5 dos impostos considerados.

## 8.8 CONVERSÃO DE CRÉDITOS EM VALOR MONETÁRIO

Hoje em dia, diferentemente dos padrões alemães, a legislação brasileira permite que a energia produzida e não consumida imediatamente seja convertida em créditos que, por direito, podem ser utilizados em até 60 meses pela própria unidade consumidora ou, até mesmo, por outra de mesma titularidade que pertença à área da mesma concessionária. Neste aspecto levantou-se a hipótese de que estes créditos pudessem ser convertidos em valor monetário, ou seja, a empresa além de suprir sua necessidade de energia estaria comercializando o excedente para a própria concessionária. Esta segunda é praticada em países da Europa como Alemanha, Espanha e França.

Tal possibilidade viabiliza a instalação de sistemas com potência maior que a quantidade de energia consumida pela unidade. Pois, a geração de energia fotovoltaica passou a ser uma fonte de renda e até mesmo de aposentadoria para muitas famílias europeias. Especialistas acreditam que essa mudança na legislação, outrora semelhante à atual regulamentação brasileira, serviu como

marco impulsionador para esta tecnologia poder ser comercializada de forma massificada.

De todas as empresas entrevistadas, 66% (oito) investiriam o máximo possível para acrescentar esta nova fonte de receita, três investiriam em dimensões superiores a sua demanda dependendo da proporção que pudesse ser convertida e, apenas uma investiria apenas o suficiente para suprir a sua própria demanda.

### 8.9 DISPOSIÇÃO A REALIZAR INVESTIMENTO

No que se refere a aspectos econômicos e financeiros questionou-se às empresas a probabilidade de realizar o investimento em sete diferentes cenários, solicitando que indicassem, numa escala de um (desacordo) a cinco (de acordo). Ao tabular as informações no Gráfico 11, vê-se que a média entre as empresas entrevistadas indica uma maior probabilidade de investir amparadas por financiamentos com taxas inferiores à inflação e com prazos mais prolongados.

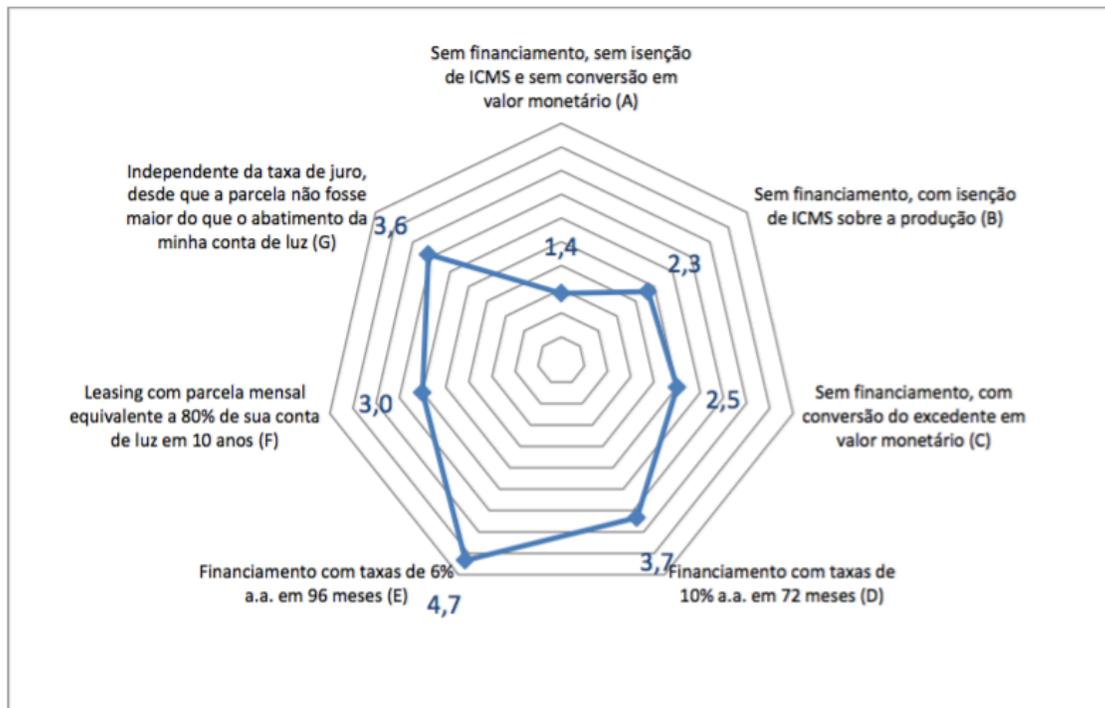


Gráfico 11 – Cenários vs. Probabilidade de Realizar o Investimento.

Fonte Gráfico 11 – Tabulação de dados com base em pesquisa de campo.

A isenção dos impostos (especialmente ICMS) causa notório aumento da possibilidade de realização do investimento. Porém, fica evidenciada a preferência ou a necessidade por capital de terceiros para execução de projetos relacionados a geração de energia solar.

Na Tabela 7 pode-se avaliar os resultados da tabulação das respostas dadas pelos entrevistados para cada um dos cenários apresentados. Tais respostas demonstram a propensão de investimento dos empresários, seguindo a escala de 1 à 5, sendo 1 baixíssima probabilidade de investimento e 5 altíssima propensão a se investir em tal cenário.

Os cenários, caracterizados por A,B,C,D, E, F e G, apresentados no Gráfico 11, são os seguintes:

A – Propensão a investir sem financiamento, sem isenção do ICMS e sem conversão em valores monetários;

B – Propensão a investir sem financiamento, com isenção do ICMS;

C – Propensão a investir sem financiamento, com conversão em valores monetários;

D – Propensão a investir com financiamento, com taxas de 10,72% a.a em 72 meses;

E – Propensão a investir com financiamento, com taxas de 6% a.a em 96 meses;

F – Propensão a investir fazendo um *leasing* da parcela mensal equivalente a 80% da sua conta de luz em 10 anos;

G – Propensão a investir, independente da taxa de juros, desde que a parcela não fosse superior ao valor da conta de luz.

Tabela 7 – Cenários vs. Probabilidade de Realizar o Investimento.

Empresa	Investimento (R\$)	Fatura Média (R\$/Mês)	A	B	C	D	E	F	G
1	\$ 104,000.00	\$ 1,261.06	1	3	4	4	5	2	5
2	\$ 100,000.00	\$ 1,078.46	1	5	2	1	4	1	3
3	\$ 428,000.00	\$ 4,738.79	1	1	1	4	5	2	4
4	\$ 236,000.00	\$ 2,775.56	1	1	2	3	4	5	3
5	\$ 255,200.00	\$ 2,979.30	3	4	5	5	5	1	1
6	\$ 273,600.00	\$ 3,356.47	2	2	1	4	5	4	5
7	\$ 640,000.00	\$ 7,291.83	3	3	4	5	5	4	5
8	\$ 490,400.00	\$ 6,375.54	1	3	3	5	5	5	5
9	\$ 275,200.00	\$ 3,225.90	1	2	3	3	5	2	1
10	\$ 384,800.00	\$ 5,419.35	1	1	1	1	4	4	3
11	\$ 250,400.00	\$ 2,929.48	1	2	3	5	4	4	5
12	\$ 2,010,400.00	\$ 23,346.36	1	1	1	4	5	2	3

Fonte Tabela 7: Tabulação de dados de pesquisa de campo.

### 8.10 DISPONIBILIDADE DE ESPAÇO E ORIENTAÇÃO

Como comentado previamente, a viabilização da instalação de sistemas fotovoltaicos depende em grande parte da disponibilidade de espaço da orientação solar destes locais. Para todas as entrevistadas há telhados compatíveis com a área demandada pelo projeto, sendo a metade telhados de uma água (plano inclinado), três em formato plano ou muito pouco inclinado e, dois em formato circular.

Em termos de incidência solar, apenas uma das entrevistadas não possui a orientação favorável, esta tendo pouca incidência de sol. As demais apresentam favoráveis níveis de insolação durante o dia.

### 8.11 OUTROS RESULTADOS

Além das questões diretas, cujos resultados foram demonstrados nos tópicos anteriores, outros aspectos foram pontualmente relevados pelas entrevistadas. Entre eles, os que mais se destacaram, foram quanto a garantia de produtividade dos sistemas (quatro empresas) e a segurança da durabilidade do sistema ao longo da vida útil esperada (duas empresas).

## 9. CONCLUSÕES

Seja por comprometimento do governo com metas internacionais ou por pressão popular, o Brasil deverá aderir gradativamente a novas formas de geração de energia, observando tanto aspectos relacionados ao impacto ambiental quanto a fatores sociais e econômicos.

Mesmo sendo consideradas fontes de energia limpa, a construção de grandes usinas hidrelétricas tende a declinar, primeiro pelos efeitos colaterais, segundo pela capacidade hídrica limitada e, por último, pelo elevado volume de capital demandado, seja ele público ou privado.

Destaca-se, ainda, que a elevação dos preços da energia elétrica observada nos últimos dois anos demonstra que o custo da energia tende a se manter em ascensão, seja pelo aumento do consumo influenciado pela retomada do crescimento do PIB ou pelo aumento natural dos custos de geração.

Paralelamente, deve-se destacar o aumento do consumo de energia per capita, especialmente influenciado pela melhoria da qualidade de vida, seguindo o padrão observado nos países desenvolvidos.

Neste cenário, onde, o preço e consumo aumentam e a capacidade de geração começa a ser fator limitante, a inserção da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira, especialmente na forma da micro e minigeração distribuída, figura como uma alternativa coerente, principalmente pelos elevados índices de insolação.

A pesquisa realizada demonstrou que os sistemas fotovoltaicos capazes de atender a demanda das pequenas e médias empresas entrevistadas estão dentro das dimensões aceitas pela ANEEL para a geração distribuída.

No aspecto econômico, destaca-se que para todos os entrevistados o Valor Presente Líquido dos projetos foi positivo e, que na grande maioria, a Taxa Interna de Retorno ficou próxima da taxa SELIC, em 14,25%.

Importante ressaltar, porém, que os impostos cobrados sobre o consumo bruto das unidades afeta negativamente a viabilidade dos projetos. Ou seja, a exemplo do que já ocorre em outros estados, é impreterível que Paraná e Santa Catarina legislem sobre a forma de cobrança, especialmente do ICMS, para que

a incidência seja exclusivamente sobre a parcela de energia provida pela rede da distribuidora.

O resultado mais significativo da pesquisa, no entanto, diz respeito a relação entre o preço dos projetos e a necessidade de capital de terceiros para financiá-los. Sendo a principal demanda, por linhas de crédito com juros subsidiados e prazos longos. Entretanto, nota-se que as condições com juros de mercado, não muito superiores a 18%a.a., em prazos de até cinco anos tiveram boa aceitação. Fato é que há uma oportunidade latente para bancos, financeiras e cooperativas de crédito criar linhas específicas para o financiamento destas soluções.

Por fim, percebe-se o quanto a conversão de excedentes em valor monetário poderia alavancar a geração de energia do país, praticamente todas as entrevistadas estariam dispostas a investir mais do que o necessário para suprir a sua demanda caso este saldo positivo pudesse ser convertido em uma nova fonte de receita para a empresa.

Algumas iniciativas estão, felizmente, progredindo. Entre elas a audiência pública realizada pela ANEEL que culminou na aprovação, no início de novembro, de diversas melhorias nas normas estabelecidas pela Resolução 482.

Por fim, há convicção de que a demanda por energia elétrica irá aumentar ao longo do tempo e, da mesma forma, que o recurso solar é abundante e que sua utilização é segura e renovável. Em paralelo, as empresas estão em permanente busca pela otimização de custos e aumento de receitas. Na prática, bastam algumas atitudes efetivas para as empresas vislumbrem na energia fotovoltaica uma alternativa viável de investimento e que, por consequência, ajudem e ampliar a capacidade de geração do país, posicionando o Brasil, de maneira definitiva, como referência mundial em produção de energia limpa e renovável.

## REFERÊNCIAS

ABRADEE. Comparação Internacional de Tarifas de Energia Elétrica - Cartilha. 2013. <http://abradee.org.br/escolha-abradee-para-voce/cartilha/category/10-cartilha-comparacao-internacional-de-tarifas-de-energia-eletrica> *acessado em 16/03/2016.*

ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. [http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par1\\_cap2.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf) *acessado em 17/03/2016.*

ANEEL. BIG – Banco de Informações de Geração. <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm> *acessado em 18/03/2016.*

ANEEL. Histórico e Tarifas Vigentes de Energia Elétrica para Santa Catarina e Paraná. <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/tarifaAplicada/index.cfm> *acessado em 18/03/2016.*

ANEEL. Hotsite Belo Monte: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/hotsite\\_beloMonte/index.cfm?p=7](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/hotsite_beloMonte/index.cfm?p=7) *acessado em 18/03/2016.*

ANEEL. Melhorias Aprovadas para a Resolução 482/2014. [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8955&id\\_a rea=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8955&id_a rea=90)

Resolução Normativa no 166/2005. <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2005166.pdf> *em 18/03/2016.*

Resolução Normativa no 482/2012. <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf> *acessado em 20/03/2016.*

Tarifas de Energia Elétrica Residenciais

ANEEL. <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/tarifaAplicada/index.cfm> *acessado em 20/03/2016.*

BACEN. Taxas de Câmbio – Cotações e boletins [www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpsq.asp?id=txcotacao](http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpsq.asp?id=txcotacao) *acessado em 26/03/2016.*

Banco Mundial. Electric power consumption (kWh per

[https://www.google.com.br/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9\\_&ctype=l&strail=false& bcs=d& nselm=h&met\\_y=eg\\_use\\_elec\\_kh\\_pc&scale\\_y=lin&ind\\_y=false&rdim=region&idim=country:BR A:ARG:USA:CHL:DEU&ifdim=region&tdim=true&tstart=59277600000&tend=135320400 0000&hl=pt&dl=pt&ind=false&icfg](https://www.google.com.br/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&ctype=l&strail=false& bcs=d& nselm=h&met_y=eg_use_elec_kh_pc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:BR A:ARG:USA:CHL:DEU&ifdim=region&tdim=true&tstart=59277600000&tend=135320400 0000&hl=pt&dl=pt&ind=false&icfg) *acessado em 26/03/2016.*

capita).

CETIP. Taxa DI acumulada 01/09/2014 a 31/08/2015, [http://estatisticas.cetip.com.br/astec/series\\_v05/paginas/web\\_v05\\_template\\_informacoes\\_di.asp?str\\_Modulo=completo&int\\_Idioma=1&int\\_Titulo=6&int\\_NivelBD=2](http://estatisticas.cetip.com.br/astec/series_v05/paginas/web_v05_template_informacoes_di.asp?str_Modulo=completo&int_Idioma=1&int_Titulo=6&int_NivelBD=2) *acessado em 26/03/2016.*

CONFAZ. Convênio ICMS 46/2007. [http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/icms/1997/..%5C2007%5CCV046\\_07.htm](http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/icms/1997/..%5C2007%5CCV046_07.htm) *acessado em 26/03/2016.*

CONFAZ. Convênio ICMS 10/2014. [http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/icms/2014/CV010\\_14.htm](http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/icms/2014/CV010_14.htm) *acessado em 29/03/2016.*

CRESESB. SunData. <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata> *acessado em 30/03/2016.*

EIA. Monthly Energy Review da U.S. Energy Information Administration. <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm#electricity> *acessado em 06/04/2016.*

EPE. 1o Leilão de Energia de Reserva de 2015. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia. [http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20de%20Reserva%20%282015%29/NT\\_EPE-DEE-NT-127\\_2015-r0\\_completo.pdf](http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20de%20Reserva%20%282015%29/NT_EPE-DEE-NT-127_2015-r0_completo.pdf).

EPE. Balanço Energético Nacional 2015 – BNE <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx> *acessado em 09/04/2016.*

FRAUNHOFER. Annual electricity generation in Germany in 2014. <https://www.energy->

[charts.de/energy.htm](http://charts.de/energy.htm) acessado em 15/04/2016.

FRAUNHOFER. Recent Facts about Photovoltaics in Germany. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 2015.

<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/veroeffentlichungen-pdf-dateien-en/studien-und-konzeptpapiere/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf> acessado em 15/04/2016.

*Enhanced Wiki – Mapa de insolação mundial:*

[http://enhancedwiki.altervista.org/pt.php?title=Energia\\_solar](http://enhancedwiki.altervista.org/pt.php?title=Energia_solar) acessado em 15/04/2016

ISE. Relatório sobre Energia Fotovoltaica. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. Outubro de 2015. <https://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-englisch/pdf-files-englisch/photovoltaics-report-slides.pdf> acessado em 27/04/2016.

NAKABAYASHI, Renny. Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Viabilidade Econômica. Março de 2015. ABINEE. <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/mifoto.pdf> acessado em 27/04/2016.

Norte Energia. Informativo UHE Belo Monte. Dezembro de <http://norteenergiasa.com.br/site/wp-content/uploads/2015/01/PAPER-BELO-MONTE-DEZEMBRO.pdf>

Palácio do Planalto. Lei 13.169/2015. Outubro de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13169.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13169.htm) acessado 28/04/2016.

PINHO et al. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos – CEPEL/CRESESB. Rio de Janeiro – RJ, 2014. [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf) acessado em 09/05/2016.

SOLARGIS. Mapa de insolação. <http://solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI> acessado em 09/05/2016.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica. Conceitos e Aplicações. Érica, 2012.