



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – CCET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE – PPGEA

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO MERCADO DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA ON GRID NO ESTADO DO
MARANHÃO**

SÃO LUÍS

2017

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO MERCADO DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA ON GRID NO ESTADO DO
MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira

Co-orientador: Prof. Me. Gerisval Alves Pessoa

SÃO LUÍS

2017

Filho, José Ribamar Santos Moraes.

Análise de viabilidade econômica do mercado de microgeração fotovoltaica on grid no Estado do Maranhão / José Ribamar Santos Moraes Filho. - 2017.

121 f.

Coorientador(a): Gerisval Alves Pessoa.

Orientador(a): Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

1. Energia solar fotovoltaica. 2. Estado do Maranhão. 3. Microgeração. 4. Viabilidade econômica. I. Oliveira, Clóvis Bôsko Mendonça. II. Pessoa, Gerisval Alves. III. Título.

JOSÉ RIBAMAR SANTOS MORAES FILHO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO MERCADO DE
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA ON GRID NO ESTADO DO
MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Aprovada em: ___ / ___ / ___

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente (PPGEA/UFMA)

Prof. Me. Gerisval Alves Pessoa (Co-orientador)
Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente (PPGEA/UFMA)

Prof. Dr. Shigeaki Leite de Lima
Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente (PPGEA/UFMA)

Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho
Faculdade Pitágoras de São Luís

“Empreendedores são aqueles que entendem que há uma pequena diferença entre obstáculos e oportunidades e são capazes de transformar ambos em vantagem”.

Maquiavel

AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai de todas as coisas.

A minha família por todo apoio e incentivo nos diversos momentos da minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira e ao meu co-orientador Prof. Me. Gerisval Alves Pessoa pelo apoio, incentivo e compartilhar um pouco de suas vastas experiências no ramo para o desenvolvimento deste nosso trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão em proporcionar aos discentes um novo olhar sobre suas áreas de abrangência em energia e meio ambiente.

Aos docentes do Programa por compartilharem seus conhecimentos e grande contribuição teórico-prática em suas áreas de atuação ao longo destes dois anos.

Aos meus colegas e amigos do Programa pelos momentos de estudo, debates, troca de experiências e trabalhos em equipe, em especial ao mesmo grupo formado desde o início desta jornada, composto por mim, Bruno Gerude, Saulo Agostini e Welkison Carvalho. Sucesso a todos vocês!

Ao meu amigo Flávio Koga, também mestrando deste Programa, pela grande contribuição com dados importantes de geração de energia elétrica da concessionária local fornecidos para prosseguimento deste trabalho.

As empresas do mercado fotovoltaico do Estado do Maranhão das quais foram consultadas para levantamento de dados, sanar dúvidas assim como na ajuda para compilação de vários dados para o enriquecimento deste trabalho, em especial a Josivânia Aranha, Gerente Comercial da empresa Sollar Engenharia Energética, localizada em São Luís-MA.

A diretoria, a coordenação acadêmica e aos alunos da Faculdade Pitágoras de São Luís e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Monte Castelo por todo o apoio a mim concedido.

A todos, o meu muito obrigado!

RESUMO

Competitividade e inovação são constantes que devem ser dimensionadas para o sucesso empresarial no mundo dos negócios. Nos últimos anos, os custos da energia elétrica representaram um aumento significativo no orçamento das empresas e dos consumidores residenciais, fazendo com que estes busquem a otimização de tais custos, para se produzir mais com menos. Arelada a tais concepções, a energia solar fotovoltaica residencial oferece diversas vantagens para quem deseja investir neste setor, podendo-se destacar: ser uma fonte de energia limpa, minimizar os impactos ambientais, reduzir o preço da conta de energia elétrica dentre outros fatores. Neste contexto, este trabalho apresenta uma análise de viabilidade econômica do mercado de microgeração fotovoltaica *on grid* no Estado do Maranhão, servindo como fonte de pesquisa para novos empreendedores que desejam ser inseridos no setor fotovoltaico assim como aos que se encontram em processo de consolidação. Os indicadores de viabilidade econômica estudados foram o *payback*, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Índice de Lucratividade (IL), aplicados nos dados de geração de energia de municípios do Estado do Maranhão. A partir de tais análises, foi constatado que é viável investir-se no setor fotovoltaico no Estado tanto pelos indicadores de viabilidade analisados assim como do ponto de vista ambiental, apresentando características naturais favoráveis para tal investimento.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Viabilidade econômica. Microgeração. Estado do Maranhão.

ABSTRACT

Competitiveness and innovation are constants which must be measured for the business success in the business world. In the last years, the costs of electric energy represent the significant increase in the budget of companies and the residential consumers, having them to search for the optimization of costs, in order to produce more or less. Attached to such conceptions, the photovoltaic residential solar energy offers many advantages to those who want to invest in this sector, which can be highlighted: to be the source of clean energy, minimize the environmental impacts, reducing the price of power bill and other factors. In this context, the work presents an economic viability analysis in the market of photovoltaic microregion *on grid* in the State of Maranhao, working as a source of research to new entrepreneurs who want to be inserted in the photovoltaic sector as the ones who are in the process of consolidation. The indicators of economic viability were the *payback*, Current Liquid Value (CLV), Return Internal Tax (RIT) and the Profitability Rate (PR), applied to the data of energy generating of cities in the State of Maranhao. From such analysis, it was proven that it is viable to invest in the photovoltaic sector in the State both by the analyzed indicators of viability and by the environmental viewpoint, presenting favorable natural characteristics to such investment.

Key-words: Photovoltaic solar energy. Economic Viability. Microregion. State of Maranhao.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de solarimetria do Brasil	27
Figura 2 – Apresentação dos dados obtidos do programa SunData	29
Figura 3 – Potencial anual médio de energia solar das regiões brasileiras	30
Figura 4 – Simulador solar	31
Figura 5 – Conta de energia da Cemar	32
Figura 6 – Previsão de investimento no sistema fotovoltaico pelo simulador solar	33
Figura 7 – Sistema fotovoltaico conectado à rede	34
Figura 8 – Sistema fotovoltaico isolado	34
Figura 9 – Conexão do sistema de energia solar na rede distribuidora	38
Figura 10 – Mapa brasileiro de isenção de ICMS, do PIS e da COFINS	39
Figura 11 – Motivação quanto à instalação de geração distribuída	45
Figura 12 – Parâmetros de entrada para cálculo de eficiência econômica de sistemas	53
Figura 13 – Simulação de VPL e TIR das capitais brasileiras	54
Figura 14 – Evolução do mercado de sistemas fotovoltaicos distribuídos no Brasil	55
Figura 15 – Mapa de empresas brasileiras do setor fotovoltaico	56
Figura 16 – Mesorregiões do Estado do Maranhão	58
Figura 17 – Irradiação solar diária mensal de São Luís (MA)	59
Figura 18 – Irradiação solar diária mensal de Chapadinha (MA)	59
Figura 19 – Irradiação solar diária mensal de Turiaçu (MA)	60
Figura 20 – Irradiação solar diária mensal de três municípios do Maranhão	60
Figura 21 – Irradiação solar diária mensal de Barra do Corda (MA)	61
Figura 22 – Irradiação solar diária mensal de Carolina (MA)	61

Figura 23 – <i>Ranking</i> das tarifas residenciais da região Nordeste	62
Figura 24 – Renda nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> dos estados brasileiros em 2016	64
Figura 25 – Etapas de acesso de microgeradores ao sistema de distribuição da concessionária	66
Figura 26 – Irradiação solar diária mensal de São Paulo (SP)	107
Figura 27 – Irradiação solar diária mensal do Rio de Janeiro (RJ)	107
Figura 28 – Irradiação solar diária mensal de Vitória (ES)	108
Figura 29 – Irradiação solar diária mensal de Belo Horizonte (MG)	108
Figura 30 – Irradiação solar diária mensal de Curitiba (PR)	108
Figura 31 – Irradiação solar diária mensal de Porto Alegre (RS)	109
Figura 32 – Irradiação solar diária mensal de Florianópolis (SC)	109
Figura 33 – Irradiação solar diária mensal de São Luís (MA)	109
Figura 34 – Irradiação solar diária mensal de Teresina (PI)	110
Figura 35 – Irradiação solar diária mensal de Fortaleza (CE)	110
Figura 36 – Irradiação solar diária mensal de João Pessoa (PB)	110
Figura 37 – Irradiação solar diária mensal de Recife (PE)	111
Figura 38 – Irradiação solar diária mensal de Maceió (AL)	111
Figura 39 – Irradiação solar diária mensal de Aracaju (SE)	111
Figura 40 – Irradiação solar diária mensal de Salvador (BA)	112
Figura 41 – Irradiação solar diária mensal de Natal (RN)	112
Figura 42 – Irradiação solar diária mensal de Manaus (AM)	112
Figura 43 – Irradiação solar diária mensal de Boa Vista (RR)	113
Figura 44 – Irradiação solar diária mensal de Macapá (AP)	113
Figura 45 – Irradiação solar diária mensal de Belém (PA)	113

Figura 46 – Irradiação solar diária mensal de Palmas (TO)	114
Figura 47 – Irradiação solar diária mensal de Porto Velho (RO)	114
Figura 48 – Irradiação solar diária mensal de Rio Branco (AC)	114
Figura 49 – Irradiação solar diária mensal de Cuiabá (MT)	115
Figura 50 – Irradiação solar diária mensal de Campo Grande (MS)	115
Figura 51 – Irradiação solar diária mensal de Goiânia (GO)	115
Figura 52 – Irradiação solar diária mensal de Brasília (DF)	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados geográficos das capitais brasileiras	30
Tabela 2 – Taxa de desconto WACC para o setor fotovoltaico	52
Tabela 3 – Quantitativo de empresas por região	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Divulgação dos benefícios da micro e minigeração fotovoltaica distribuída	20
Quadro 2 – Municípios do Estado do Maranhão com maior renda per capita em 2016	24
Quadro 3 – Eficiência de painéis solares fotovoltaicos	36
Quadro 4 – Linhas de crédito e financiamento	43
Quadro 5 – Impactos da penetração da geração fotovoltaica distribuída	46
Quadro 6 – Custos nacionalizados de instalações fotovoltaicas	47
Quadro 7 – Consumo médio residencial por região e do Estado do Maranhão (kWh/mês)	63
Quadro 8 – População e consumo <i>per capita</i> (kWh/habitante)	63
Quadro 9 – Municípios brasileiros com maior e menor renda <i>per capita</i> em 2016	64
Quadro 10 – Cruzamento de dados por mesorregião (cidade escolhida) do Estado do Maranhão	65
Quadro 11 – Preço médio dos kits solares para os municípios do Estado do Maranhão estudados	67
Quadro 12 – Geração esperada para os municípios do Estado do Maranhão estudados ...	68
Quadro 13 – Perdas típicas em um sistema fotovoltaico conectado à rede	68
Quadro 14 – Payback estimado para o município de Estreito/MA.....	69
Quadro 15 – Payback estimado para os municípios do Estado do Maranhão estudados	70
Quadro 16 – VPL, TIR e IL estimados para o município de Estreito/MA.....	70
Quadro 17 – VPL, TIR e IL estimados para os municípios estudados	72

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
- ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
- CA – Corrente Alternada
- CC – Corrente Contínua
- CEMAR – Companhia Energética do Maranhão
- COFINS – Contribuição para financiamento da Seguridade Social
- COGEN – Associação da Indústria de Cogeração de Energia
- CONFAZ – Conselho Nacional da Política Fazendária
- CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética
- FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
- IDEAL – Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina
- II – Imposto de Importação
- IL – Índice de Lucratividade
- IGPM – Índice Geral de Preços do Mercado
- IRT – Índice de Reajuste Tarifário
- INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPI – Isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados

NT – Norma Técnica

PIB – Produto Interno Bruto

PIS – Programa de Integração Social

PL – Projeto de Lei

PROGD – Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica

PRONAF – Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEFAZ – Secretaria de Estado da Fazenda

SWERA – Avaliação de Recursos Energéticos Solares e Eólicos

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

VPL – Valor Presente Líquido

WACC – *Weighted Average Cost of Capital* (Custo Médio Ponderado do Capital)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Objetivo Geral.....	22
1.2 Objetivos Específicos.....	22
1.3 Metodologia.....	23
1.4 Estrutura Capítular.....	24
2. MERCADO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DO BRASIL.....	26
2.1 Potencial no Brasil.....	26
2.2 Bases de dados de irradiação solar incidente no Brasil.....	28
2.2.1 Base de dados SunData.....	28
2.3 Simulador Solar.....	31
2.4 Tipos de sistemas fotovoltaicos.....	33
2.4.1 Painéis solares fotovoltaicos.....	35
2.4.2 Inversores.....	36
2.5 Sistema de compensação de energia elétrica na microgeração e minigeração.....	36
2.6 Tributações da energia solar fotovoltaica.....	38
2.6.1 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).....	38
2.6.2 Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS).....	39
2.6.3 Isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).....	40
2.6.4 Redução do Imposto de Importação (II).....	40
2.7 Iniciativas conhecidas do mercado fotovoltaico no Brasil.....	40
2.7.1 Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar).....	40
2.7.2 Programa Solcial.....	41
2.7.3 Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Ideal).....	41
2.7.4 Portal Solar.....	41
2.7.5 Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD).....	41
2.8 Linhas de crédito e financiamento do mercado fotovoltaico.....	42
3. PARÂMETROS DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA.....	44
3.1 Custos Nacionalizados.....	47
3.2 Análise de Investimentos.....	48

3.2.1	Payback.....	49
3.2.2	Valor Presente Líquido (VPL).....	49
3.2.3	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	50
3.2.4	Índice de Lucratividade	51
3.2.5	Taxas de atratividade a serem consideradas.....	52
3.3	Projeção de TIR e VPL das capitais brasileiras para sistemas fotovoltaicos residenciais	53
4.	DETALHAMENTO DO MERCADO FOTOVOLTAICO NO ESTADO DO MARANHÃO.....	55
4.1	Diagnóstico do setor fotovoltaico no Estado do Maranhão	57
4.1.1	Norte Maranhense.....	58
4.1.2	Leste Maranhense	59
4.1.3	Oeste Maranhense.....	60
4.1.4	Centro Maranhense.....	61
4.1.5	Sul Maranhense	61
4.2	Mercado incipiente de empresas e consumidores do setor fotovoltaico no Estado do Maranhão.....	62
4.3	Conexão de microgeração distribuída ao sistema de distribuição no Estado do Maranhão.....	65
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
6.	CONCLUSÃO.....	73
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICES	83
	ANEXOS.....	107

1. INTRODUÇÃO

Até meados do início da década de 2000, a energia solar fotovoltaica no território brasileiro era utilizada exclusivamente em pequenos sistemas isolados ou independentes, dos quais não eram atendidos pela rede elétrica, caracterizadas por serem regiões isoladas e de difícil acesso ou onde a instalação de linhas de transmissão elétrica não era viável para sua instalação.

Em alguns países, muitos incentivos foram dados para que as pessoas gerassem energia elétrica a partir de suas residências, utilizando sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (*on grid*). Os programas de incentivo geralmente são justificados por questões ambientais, segurança energética, geração de empregos, desenvolvimento de tecnologia e de uma cadeia produtiva. Estes programas variam de acordo com o país e com a fonte de energia (EPE, 2012).

A tendência mundial é a busca por novas fontes de energia que possam atender ao acelerado crescimento da demanda, de forma não poluente e sustentável. No Brasil, possuímos grande parte das fontes energéticas renováveis, sejam as que já estão consolidadas como as que despontam no cenário, a médio e longo prazo. No caso da geração de energia elétrica a partir de fontes fotovoltaicas, o mercado brasileiro é extremamente promissor (ABINEE, 2012).

Do ponto de vista estratégico, o Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, tais como: altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos solares, produtos estes de alto valor agregado. Tais fatores potencializam a atração de investidores e o desenvolvimento de um mercado interno, permitindo que se vislumbre um papel importante na matriz elétrica para este tipo de tecnologia (EPE, 2012).

No que concerne à legislação, a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) no seu art. 2º, define microgeração distribuída toda central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da Aneel, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Atrelada às questões de competitividade e sobrevivência no mercado, este marco regulatório aprovado por meio desta Resolução representa uma medida estratégica para impulsionar o mercado de energia solar fotovoltaica no Brasil. Com o fomento desse mercado, a tendência é aumentar o número de empreendimentos no Brasil, diminuindo o valor do investimento e, conseqüentemente, o tempo de retorno, tornando-o mais atrativo para os consumidores.

Dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2017), dentre as unidades consumidoras beneficiadas por sistemas solares fotovoltaicos, a maior parcela é de residências, que representam 78,2% do total, seguida de comércios (16,7%), indústrias (2,0%), consumidores rurais (1,7%) e outros tipos, como iluminação pública (0,1%), serviços públicos (0,2%) e consumidores do poder público (1,1%).

Ainda segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2017):

O potencial técnico da geração distribuída solar fotovoltaica, parcialmente mapeado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), representa mais de 164 GW quando se considera apenas os telhados de residências. Isso significa que, aproveitando-se dos telhados de residências brasileiras com geração distribuída solar fotovoltaica, a energia elétrica gerada seria capaz de abastecer 2,3 vezes toda a demanda residencial do país. Isso demonstra o enorme potencial desta tecnologia renovável, limpa e de baixa impacto ambiental, que auxilia a reduzir os gastos de consumidores com energia elétrica, contribuindo para reaquecer a economia do país e geração de empregos locais e de qualidade para a população.

É de suma importância divulgar e promover ações de incentivo da geração fotovoltaica de energia junto aos consumidores, vislumbrando assim, a sua fidelização, conforme elucida o quadro 1.

Embora seja a fonte renovável com crescimento mais acelerado no mundo e ascensão no Brasil, a energia solar fotovoltaica ainda necessita de desenvolvimento tecnológico e de avanços em políticas públicas para fomentar os investimentos, tanto em grandes usinas, como em micro e mini usinas de geração de energia fotovoltaicas, tendo em vista que a produção atual não chega a 1% da matriz energética nacional (ANEEL, 2016).

Quadro 1 – Divulgação dos benefícios da micro e minigeração fotovoltaica distribuída.

Benefícios	Características
Sustentabilidade	Os painéis fotovoltaicos são 99% recicláveis e produzem energia elétrica por mais de 40 anos sem poluir ou contribuir de qualquer forma com o aquecimento global. Desta forma, a energia solar é uma das fontes mais limpas, renováveis e abundante de energia do mundo.
Eficiência	A micro e minigeração distribuída que é basicamente produzir a energia no seu ponto de consumo, como por exemplo no telhado de uma casa ou empresa, é a forma mais inteligente de se expandir a matriz energética brasileira, pelo simples fato de que o cliente gera a energia no mesmo local em que consome ela. Desta forma, não existe a necessidade de se construir linhas de transmissão gigantes ou inundar mais rios para gerar mais energia.
Economia	A economia gerada ao longo da vida útil de um sistema de microgeração de energia solar é enorme. Exemplo: uma casa que tem uma conta de luz de R\$ 500,00/mês precisará investir aproximadamente R\$ 30.000,00 para reduzir em 90% a sua conta de luz para os próximos 30 anos. Ou seja, com um investimento equivalente à de um carro usado, o consumidor terá uma economia de mais de R\$160.000,00 ao longo da vida útil dele.
Valorização do imóvel	Sistemas fotovoltaicos valorizam a propriedade, principalmente quanto ao aspecto econômico na economia da conta de energia elétrica.
Simplicidade	Embora à primeira vista um gerador de energia solar pareça ser de uma complexidade gigantesca, ele na verdade é mais simples do que instalar um aquecedor solar, por exemplo. A grande ciência e tecnologia está no desenvolvimento dos equipamentos e a instalação deve ser feita por equipe qualificada para tal.
Vantagens competitivas	Vantagens: a energia solar é totalmente renovável; não faz barulho; não polui; manutenção mínima; baixo custo considerando a vida útil de um sistema fotovoltaico; fácil de instalar; pode ser usado em áreas remotas onde não existe energia.

Fonte: Adaptado do Portal Solar (2017).

Segundo o Congresso Nacional, em benefício da aquisição da energia solar fotovoltaica em âmbito nacional, tramita-se o Projeto de Lei PL 833/2015, cuja ementa acrescenta dispositivo ao artigo 20 da Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, para permitir a movimentação da conta vinculada do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) para aquisição e instalação de equipamentos para geração de energia elétrica pela minigeração distribuída, pela microgeração distribuída e pela geração fotovoltaica.

Moreno e Weiss (2016) apontam que alguns parâmetros são importantes na análise da viabilidade econômica de projetos fotovoltaicos para a micro e minigeração, podendo-se destacar:

- Relação ao potencial do recurso energético representado pela irradiação solar: para locais com maior irradiação, o custo de geração, dado em R\$/MWh, é menor, pois, um sistema de mesma dimensão gera mais energia em um local com maior irradiação do que em outro com menor;
- Relação entre o custo da geração solar fotovoltaica e a tarifa de energia elétrica praticadas pelas distribuidoras: representa o benefício ou o prejuízo da geração distribuída frente à geração centralizada. Logo, quanto mais alta for a tarifa de energia elétrica praticada e quanto mais baixo for o custo da geração fotovoltaica, maior será o potencial de viabilidade de um projeto;
- O custo de geração fotovoltaica está atrelado ao custo de investimento inicial, bem como aos custos de instalação, operação e manutenção. Assim como outros empreendimentos, os sistemas fotovoltaicos apresentam ganhos de escala, fazendo com que o preço do *watt-pico* instalado caia à medida que aumenta a capacidade instalada do sistema.

A análise de viabilidade econômica depende de diversos fatores e, atualmente, o maior retorno é esperado para projetos voltados para a microgeração. Porém, com o desenvolvimento do mercado, espera-se que os custos da tecnologia em território nacional sejam reduzidos, de maneira que mais projetos sejam viabilizados e que a contribuição da geração distribuída para o sistema através da geração fotovoltaica seja cada vez maior (MORENO E WEISS, 2016).

Dessa forma, desde 2013, brasileiros que desejam gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis, podem conectar seu sistema à rede elétrica e se beneficiar do sistema de compensação de energia, conhecido internacionalmente como *net metering*. Criado pela Resolução Normativa nº 482 da Aneel, esse sistema permite ao proprietário de um pequeno gerador de fonte renovável injetar na rede a energia que não for consumida no momento da geração, recebendo créditos (em kWh) por ela, podendo ser utilizados, em até 36 meses (IDEAL, 2015).

Entretanto, diversos fatores que incidem no mercado da microgeração contribuíram negativamente, resultando na incipiente participação de empreendedores na oferta de serviços de instalação de sistemas autônomos de geração fotovoltaica no Brasil.

Constatam-se essas condições em Estados da Federação como o Maranhão, onde, apesar das condições atmosféricas favoráveis à microgeração, há registro de menos de dezessete empresas atuando no setor, restringindo a população às informações e as contratações diretas de serviços que possibilite produzir energia elétrica para si e comercializar o excedente.

Desse modo, necessita-se da disposição de empreendedores para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva capaz de suprir as expectativas de um mercado, que possui características ainda em fase de amadurecimento, como o caso da

microgeração fotovoltaica. Assim, se faz necessário o conhecimento dos riscos e que se estabeleça um planejamento sistêmico para o setor.

Neste contexto, este trabalho propõe efetuar a análise de viabilidade econômica do mercado de microgeração fotovoltaica *on grid* no Estado do Maranhão assim como fomentar o desenvolvimento de empresas deste segmento no Estado.

1.1 Objetivo Geral

Efetuar a análise de viabilidade econômica do mercado de microgeração fotovoltaica *on grid* no Estado do Maranhão, servindo como fonte de pesquisa e aplicação prática para novos empreendedores que desejam ser inseridos neste setor assim como aos que se encontram em processo de consolidação neste mercado e também a todas as partes interessadas neste negócio (*stakeholders*).

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico detalhado de empresas e fornecedores do setor fotovoltaico no Estado do Maranhão;
- Efetuar o levantamento de dados da renda *per capita* dos municípios do Estado Maranhão no ano de 2016;
- Verificar quais municípios do Estado do Maranhão apresentam condições climáticas favoráveis juntamente com condições financeiras para investir no mercado fotovoltaico, levando-se em consideração a renda *per capita* dos municípios;
- Identificar o consumo médio de energia elétrica dos consumidores dos municípios do Estado do Maranhão em kWh no ano de 2016 junto à concessionária local;
- Aplicar os indicadores de viabilidade econômica (*payback*, VPL, TIR e índice de lucratividade) para a atual condição dos municípios do Estado do Maranhão identificados e constatar se é viável ou não investir neste setor, propondo assim, ações de incentivo e fomento.

1.3 Metodologia

Neste trabalho foi utilizado os métodos de pesquisa descritiva e exploratória, com abordagens qualitativa e quantitativa de dados, referentes ao mercado de microgeração fotovoltaica no Estado do Maranhão e análise de viabilidade econômica para sua realização.

A pesquisa descritiva visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com um fenômeno ou processo. Esse tipo de pesquisa pode também se apresentar por meio de um estudo de caso onde, após a coleta de dados, é realizada uma análise das relações entre as variáveis para uma posterior determinação dos efeitos resultantes em uma empresa, sistema de produção ou produto (PEROVANO, 2014).

A pesquisa exploratória visa uma maior familiaridade do pesquisador com a temática proposta, podendo ser construído com base em hipóteses ou intuições. Tais abordagens foram efetuadas por meio de pesquisas bibliográficas acerca da temática proposta, por meio de fontes de pesquisa, tais como livros, teses, dados disponibilizados pela concessionária local, sites e publicações qualificadas, assim como pesquisas *in loco* em empresas e fornecedores e processamento de dados (base de dados de irradiação solar incidente no Brasil e Maranhão e simulador solar).

Apesar do Estado do Maranhão possuir condições climáticas favoráveis para o investimento no setor fotovoltaico, o mesmo possui a menor renda *per capita* do País, sendo caracterizado como um Estado de “extrema” pobreza, segundo o IBGE.

Em face desta situação, foi realizada a análise de viabilidade econômica dos dez municípios que apresentam a maior renda *per capita* do Estado, considerando a possibilidade de nicho de mercado para empresas buscarem públicos-alvo assim como a participação dos consumidores destas localidades possuírem uma renda para tal investimento, ainda que *aquém* da média nacional, conforme ilustra o quadro 2.

Para a realização do estudo de viabilidade econômica desta dissertação, foram considerados os seguintes indicadores econômicos: *payback*, valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e índice de lucratividade (IL).

Quadro 2 – Municípios do Estado do Maranhão com maior renda *per capita* em 2016.

Município	Estado	Mesorregião	Renda <i>per capita</i>	Posição
São Luís	Maranhão	Norte Maranhense	R\$ 805,36	1º
Imperatriz	Maranhão	Oeste Maranhense	R\$ 613,87	2º
Alto Parnaíba	Maranhão	Sul Maranhense	R\$ 559,61	3º
Balsas	Maranhão	Sul Maranhense	R\$ 531,60	4º
Estreito	Maranhão	Sul Maranhense	R\$ 503,29	5º
Porto Franco	Maranhão	Sul Maranhense	R\$ 497,56	6º
Paço do Lumiar	Maranhão	Norte Maranhense	R\$ 444,50	7º
Pedreiras	Maranhão	Centro Maranhense	R\$ 441,42	8º
Açailândia	Maranhão	Oeste Maranhense	R\$ 438,56	9º
São José de Ribamar	Maranhão	Norte Maranhense	R\$ 435,40	10º

Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

Quanto a sua aplicação, foram realizadas as projeções por município do Estado do Maranhão conforme o Apêndice A – consumo médio mensal residencial dos municípios em 2016 – disponibilizados pela concessionária local, assim como utilizado o Simulador Solar disponibilizado pelo Portal Solar para mensuração do valor médio do *kit* solar a ser adquirido pelo consumidor.

1.4 Estrutura Capítular

Esta dissertação está dividida em 6 capítulos. O primeiro capítulo apresenta o contexto da pesquisa (introdução), o objetivo geral, os objetivos específicos, a metodologia e a composição da estrutura capitular.

No segundo capítulo é dedicado à análise do mercado de geração fotovoltaica do Brasil, enfatizando: potencial fotovoltaico, bases de dados de irradiação solar no Brasil e utilização do programa SunData, simulador solar, tipos de sistemas fotovoltaicos, sistema de compensação de energia elétrica na micro e minigeração, tributações, iniciativas de mercado e linhas de crédito e financiamento do mercado fotovoltaico.

O terceiro capítulo versará sobre os parâmetros de viabilidade econômica da microgeração fotovoltaica, tendo como premissas: custos nacionalizados, análise de investimentos e indicadores de viabilidade econômica e projeção destes para sistemas fotovoltaicos residenciais em âmbito nacional das capitais brasileiras.

O quarto capítulo abordará o detalhamento do mercado da geração fotovoltaica no Maranhão, apresentando um diagnóstico de empresas do setor fotovoltaico do Estado do Maranhão e também como funciona o sistema de conexão de microgeração distribuída ao sistema de distribuição no Estado.

O quinto capítulo apresentará os resultados e discussão através da análise de cenários, apresentando os dados obtidos das análises dos indicadores de viabilidade econômica para os municípios do Estado do Maranhão estudados.

Findando o trabalho, no sexto capítulo, são apresentadas as considerações finais, sugestões para trabalhos futuros neste segmento e também a apresentação de apêndices e anexos pertinentes ao trabalho desenvolvido.

2. MERCADO DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DO BRASIL

2.1 Potencial no Brasil

O território brasileiro recebe elevados índices de irradiação solar, se comparados com países europeus, por exemplo, onde a tecnologia fotovoltaica é disseminada para a produção de energia elétrica. Constata-se, entretanto, que o avanço tecnológico no Brasil tem passado por fases de crescimento, bem como por períodos de dificuldades para sua implementação (PINHO E GALDINO, 2014, p. 57).

Acompanhando o desenvolvimento internacional do setor fotovoltaico, o Brasil, embora ainda com pequena capacidade instalada, tem buscado superar as barreiras, através de um conjunto de elementos, para inserção da fonte na matriz brasileira. Os avanços alcançados nos últimos anos contemplaram ações oriundas de múltiplos agentes, em diversas esferas, destacando-se a regulatória, tributária, normativa, de pesquisa e desenvolvimento e de fomento econômico (EPE, 2014).

O Balanço Energético Nacional de 2016 publicou informações referentes à micro e minigeração distribuída de energia elétrica, cujo crescimento tem sido incentivado por recentes ações regulatórias, tais como a que estabelece a possibilidade de compensação da energia excedente produzida por sistemas de menor porte (*net metering*). Em 2015, a geração distribuída atingiu 34,9 GWh com uma potência instalada de 16,5 MW, com destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 20,0 GWh e 13,3 MW de geração e potência instalada, respectivamente (EPE, 2016).

Corroborando com a Abinee (2012), vai se tornando cada vez mais clara a oportunidade de explorar a energia fotovoltaica no Brasil, não apenas pela alta incidência de irradiação, que é sem dúvida um fator relevante, mas também pela firme trajetória de aumento de eficiência e queda dos custos de implantação de módulos e sistemas fotovoltaicos em nível internacional e nacional. Somam-se a estes fatores de atratividade a presença no Brasil de vasta disponibilidade de matérias-primas na base da cadeia fotovoltaica e o elevado potencial de mercado, dadas as dimensões territoriais e as taxas de crescimento sustentáveis desde a estabilização política e econômica.

Dados apresentados pelo Ministério de Minas e Energia (2015) apontam que a Região Nordeste apresenta os maiores valores de irradiação solar global, com a maior média e a menor variabilidade anual entre todas as regiões geográficas, apresentando

condições climáticas que conferem um regime estável de baixa nebulosidade e alta incidência de irradiação solar.

A irradiação global é considerada um modelo adequado para avaliar a disponibilidade de energia solar em determinado local, pois leva em consideração tanto a intensidade da irradiação direta, como também os momentos de sombra no ano, quando a produção de energia reduz significativamente.

O mapa apresentado na figura 1 apresenta as características da irradiação solar global incidente no território brasileiro, podendo-se destacar (SWERA, 2006):

- Média anual de irradiação global apresenta boa uniformidade, com médias anuais relativamente altas em todo o país;
- O valor máximo de irradiação global – 6,5 kWh/m² – ocorre no norte do Estado da Bahia, próximo à fronteira com o Estado do Piauí;
- A menor irradiação solar global – 4,25 kWh/m² – ocorre no litoral norte do Estado de Santa Catarina, caracterizada pela ocorrência de precipitação bem distribuída ao longo do ano;
- A irradiação média anual brasileira varia entre 4,2 a 6,3 kWh/m² (condição favorável para investimentos no setor), bem acima da média da Europa. A concentração de irradiação média diária na Alemanha, por exemplo, chega ao valor máximo de 3,4 kWh/m², sendo este o país com maior capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos.

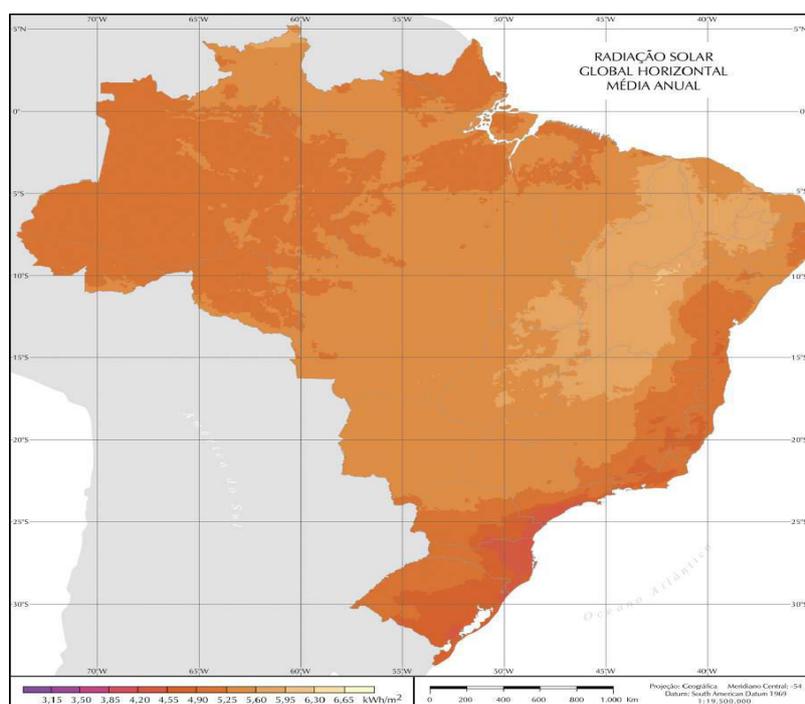


Figura 1 – Mapa de solarimetria do Brasil.
Fonte: SWERA (2006).

2.2 Bases de dados de irradiação solar incidente no Brasil

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico é importante ter ferramentas para a obtenção de dados confiáveis de irradiação solar do local de instalação. Na maioria dos casos, para o dimensionamento de sistemas de pequeno porte, como sistemas autônomos ou de micro e minigeração, é de suma importância confiar nos dados obtidos de bases solarimétricas já existentes (VILLALVA, 2015, p. 215).

Segundo a Cresesb (2016), no Brasil existem algumas bases de dados solarimétricos consolidadas para medição da irradiação solar. As principais bases são as seguintes:

- Atlas Solarimétrico do Brasil (2000): Publicado e distribuído pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (Cresesb);
- Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006): Publicado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e desenvolvido dentro do projeto *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA);
- Energia Solar Paulista – levantamento do potencial (2013): Estudo que reúne 25 mapas elaborados com análise técnica da Secretaria de Energia do Estado de São Paulo e dados do Inpe;
- Programa SunData: O programa destina-se ao cálculo da irradiação solar diária mensal em qualquer ponto do território nacional e constitui-se em uma tentativa do Cresesb de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Para esta dissertação, foi escolhida esta base de dados de irradiação solar para fins de aplicação.

2.2.1 Base de dados SunData

Este programa é fundamentado no banco de dados de valores médios do plano horizontal de irradiação solar anual (medição recomendada para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos). O sistema de busca de localidades no Brasil é feito por meio de coordenadas geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse.

O programa disponibiliza dados de irradiação solar em kWh/m².dia no plano horizontal, correspondentes às diárias médias mensais para o ano em questão. São fornecidos também os valores correspondentes de irradiação solar com três diferentes ângulos de inclinação: o ângulo igual à latitude, o ângulo que fornece o maior valor médio

diário anual de irradiação solar e o ângulo que fornece o maior valor mínimo diário anual de irradiação solar.

Segundo o Cresesb (2016), estes valores de inclinação são apenas sugestões para a instalação de painéis fotovoltaicos. A escolha de uma dessas inclinações depende principalmente da atividade fim da instalação e dos requisitos propostos do projeto, tais como: residencial, turismo, industrial etc.

Quanto a apresentação dos dados obtidos, estes são disponibilizados conforme ilustrado na figura 2. Os dados apresentam a irradiação solar diária média, mínima e máxima mensal (kWh/m².dia) de janeiro a dezembro e também o delta, sendo este a diferença entre a irradiação máxima e a mínima da localidade estudada.

Município:XXXXXX
 Estado:XX
 Latitude: XX,XX° N|S
 Longitude:XX,XX° O
 Distância do ponto de ref. (XX,XX° N|S; XX,XX° O) : XX,X Km

		Irradiação diária média [kwh/m2.dia]													
Ângulo	Inclinação [°]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Ângulo igual a latitude	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx
Maior média anual	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx
Maior mínimo mensal	XX	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx	X,xx

Figura 2 – Apresentação dos dados obtidos do programa SunData.
 Fonte: CRESESB (2016).

No Anexo A têm-se os dados de irradiação solar incidente de todas as capitais brasileiras, simuladas a partir do programa SunData. Os dados de latitude e longitude foram coletados a partir do *Google Maps*, conforme demonstrado na tabela 1. Estes dados servem como base para se ter conhecimento do potencial solar de cada localidade e vislumbrar essa fonte de energia renovável como incentivo para investimentos futuros por empreendedores neste negócio.

Os dados de irradiação solar incidente de todas as capitais brasileiras obtidos pelo programa SunData corroboram com o potencial médio de energia solar das regiões brasileiras apresentados na figura 3, disponibilizado no Atlas Brasileiro de Energia Solar publicado pelo projeto SWERA (2006), em uma projeção para um período de dez anos que o estudo se baseia, com destaque para o potencial que o Nordeste (5,9 kWh/m²) possui para implantação de projetos nesse segmento.

Tabela 1 – Dados geográficos das capitais brasileiras.

Região	Capital (Estado)	Latitude	Longitude
Sudeste	São Paulo (SP)	23.550041	46.646158
	Rio de Janeiro (RJ)	22.913518	43.183336
	Vitória (ES)	18.928633	40.633026
	Belo Horizonte (MG)	19.919447	43.924237
Sul	Curitiba (PR)	25.532704	49.172427
	Porto Alegre (RS)	30.036301	51.200948
	Florianópolis (SC)	27.595414	48.529945
Nordeste	São Luís (MA)	2.539022	44.280784
	Teresina (PI)	5.045847	42.758944
	Fortaleza (CE)	3.730369	38.522021
	João Pessoa (PB)	7.120032	34.855203
	Recife (PE)	8.062324	34.888833
	Maceió (AL)	9.651635	35.695618
	Aracaju (SE)	10.948679	37.083374
	Salvador (BA)	12.973862	38.491918
	Natal (RN)	5.779079	35.198559
Norte	Manaus (AM)	3.124874	60.024795
	Boa Vista (RR)	2.822628	60.681458
	Macapá (AP)	0.035167	51.068721
	Belém (PA)	1.462007	48.486173
	Palmas (TO)	10.251246	48.334201
	Porto Velho (RO)	8.762986	63.890959
	Rio Branco (AC)	9.976518	67.823547
Centro-Oeste	Cuiabá (MT)	15.598524	56.099145
	Campo Grande (MS)	20.472681	54.612887
	Goiânia (GO)	16.680701	49.265827
	Brasília (DF)	15.793088	47.874390

Fonte: Adaptado do *Google Maps* (2016).

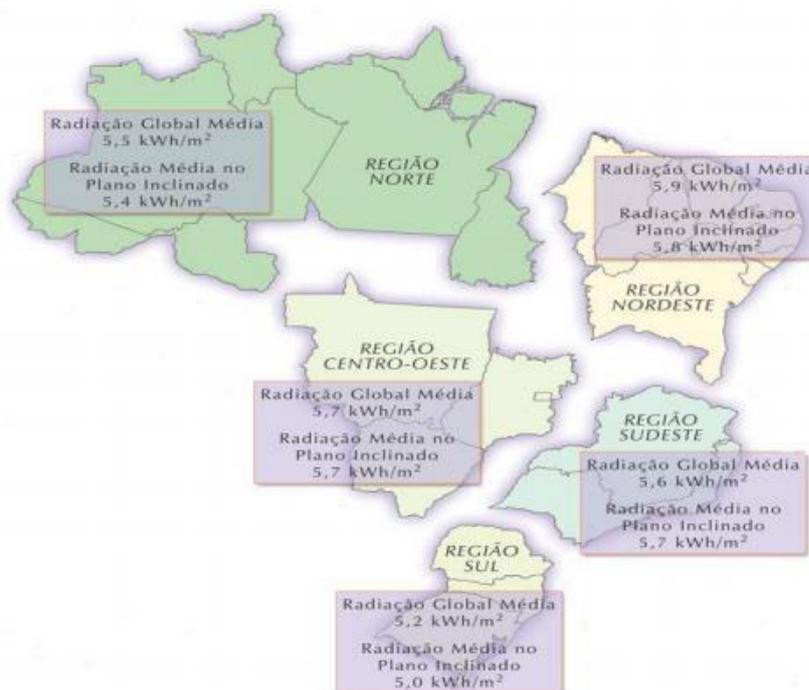


Figura 3 – Potencial anual médio de energia solar das regiões brasileiras.

Fonte: SWERA (2006).

2.3 Simulador Solar

O simulador solar tem por objetivo facilitar a tomada de decisão do cliente interessado em investir no sistema solar fotovoltaico. Por meio do simulador, o cliente terá uma noção da potência necessária para atender a demanda energética de sua residência ou de um edifício comercial/industrial (consumidores do grupo B).

Considera-se como consumidores do grupo B as unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômnia (tarifa de fornecimento de energia elétrica constituída por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa – baixa tensão) e subdividido nos seguintes subgrupos: subgrupo B1: residencial; subgrupo B2: rural; subgrupo B3: demais classes e subgrupo B4: iluminação pública.

Convém salientar que o simulador solar representa apenas cálculos preliminares e não deve ser a única fonte de informação para a tomada de decisão final do cliente. Recomenda-se para quem deseja instalar um sistema fotovoltaico, procurar uma empresa específica na sua região para instalação deste sistema.

Como exemplo de sua aplicação, será utilizado o simulador solar disponibilizado pelo Portal Solar (2017) para aplicação numa residência de São Luís/MA. Ao acessar o programa, é necessário preencher as seguintes informações conforme disponibilizadas na figura 4: escolha do Estado, escolha da cidade e o consumo mensal em kWh.

PORTAL SOLAR / SIMULADOR SOLAR

SIMULADOR SOLAR

Descubra rapidamente qual é o tamanho do sistema fotovoltaico que sua propriedade precisa.
Nós calculamos a potência necessária para alimentar sua propriedade em função da latitude e consumo. Para isso, preencha os campos abaixo:

Quer saber quanto custa um sistema de energia solar fotovoltaica? É simples rápido e fácil!

Selecione o seu estado, a cidade mais próxima de você e insira o seu consumo médio de energia em kWh e clique em calcular.

SELECIONE ABAIXO O SEU ESTADO E CIDADE

Escolha o seu estado

MARANHÃO
▼

Escolha a cidade mais próxima

São Luiz
▼

Coloque abaixo o seu consumo mensal em kWh:

?

CALCULAR

Figura 4 – Simulador solar.
Fonte: PORTAL SOLAR (2017).

Quanto ao consumo mensal em kWh, este é obtido na conta de energia disponibilizada pela concessionária local, neste caso da Companhia Energética do Maranhão (Cemar), conforme ilustra a figura 5. O consumo médio desta residência para o mês de janeiro/2017 foi de 341 kWh.



Companhia Energética do Maranhão
Alameda A, Qd SQS, nº100, Loteamento Quitandinha, Altos do Calhau - São Luís - MA.
CEP: 65.071-680 | Insc. Estadual: 120.515.11-3 | CNPJ: 06.272.793/0001-84

Conta de Energia Elétrica|Nota Fiscal|Série B 000824744
Nº da Fatura 0201701000824744 |CFOP: 5258/AA
Instalação 2233584

Referente ao mês 01/2017	Vencimento 01/02/2017	Conta Contrato 2233584
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

Para atendimento, informe este número

Demonstrativo do Faturamento

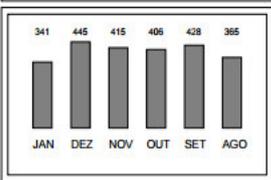
Descrição	Quantidade	Preço	Valor(R\$)
Consumo	341	0,642463	219,08
Cap-Itum Pub Pref Munic			12,37
Multa			6,01
Juros			0,30

Dados da Instalação					
Classificação:	Residencial Pleno - MONOFÁSICO				
Tipo de Tarifa:	CONVENCIONAL MONOMIA				
Fator de Potência:	0,00	Tensão Nominal (V):	220 V		
Perdas de transformações(%):					

Datas		
Emissão	Apresentação	Previsão próxima leitura
11/01/2017	11/01/2017	09/02/2017

Informações do consumo do mês					
Nº Medidor	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Dias	Constante
15F94472	39.714 13/12/2016	40.055 11/01/2017	341	29	1,00

Histórico do Consumo (kWh)



Informações de tributos

Tributos	Base de calc.	Alíquota	Valor
ICMS	219,08	14,0000%	30,67
PIS	219,08	1,4162%	3,11
COFINS	219,08	6,5230%	14,29

Número do Programa Social

Composição do Consumo (R\$)			Tarifa sem tributos (R\$)	
Compra de Energia	Transmissão	Distribuição(CEMAR)	RES ANEEL 2127/16	
72,50	4,14	72,70	341	0,501500
Encargos Setoriais			Tributos	
21,67			48,07	
Total (R\$)			219,08	

Total a pagar: R\$ 237,76

Reaviso de vencimento

Figura 5 – Conta de energia da Cemar.
Fonte: O autor (2017).

Após disponibilizada tais informações, o simulador faz a previsão de todas as informações necessárias para a instalação assim como o preço médio deste sistema a ser instalado, conforme ilustra a figura 6.

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:	2,85	kWp. (ou potência instalada)
O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:	R\$ 17.670,00	até R\$ 22.515,00
Quantidade de placas fotovoltaicas:	11	de 260 Watts
Produção anual de energia:	4092	kWh/ano aproximadamente
Área mínima ocupada pelo sistema:	22,8	metros quadrados aprox.
Peso médio por metro quadrado:	15	kilograma / metro quadrado
Geração mensal de energia (em Kwh)	341	kWh/mês aproximadamente

Figura 6 – Previsão de investimento no sistema fotovoltaico pelo simulador solar.
Fonte: PORTAL SOLAR (2017).

Segundo a EPE (2014), com base na produtividade dos sistemas fotovoltaicos, em consonância com os consumos dos potenciais consumidores e da potência média dos sistemas fotovoltaicos instalados, considera-se o seguinte mercado (nicho) e sua respectiva potência típica de instalação:

- Residências que consomem entre 400 e 1000 kWh/mês: sistemas de 3 kWp (área de aproximadamente 20m²);
- Residências que consomem mais de 1000 kWh/mês: sistemas de 6 kWp (área de aproximadamente 40m²);
- Comercial Baixa Tensão – potência 5 kWp, 10 kWp e 35 kWp: sistemas de 16 kWp.

2.4 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: os sistemas conectados à rede (*on grid*) e os sistemas isolados (*off grid*).

Segundo o BlueSol (2017), os sistemas conectados à rede (*on grid*):

- Fornecem energia para as redes de distribuição. Todo o potencial gerado é rapidamente escoado para a rede, que age como uma carga, absorvendo a energia;
- Geralmente não utilizam sistemas de armazenamento de energia, conforme ilustra a figura 7 e, por isso, são mais eficientes que os sistemas autônomos, além de geralmente, serem mais baratos;
- Dependem de regulamentação e legislação favorável, pois usam a rede de distribuição das concessionárias para o escoamento da energia gerada.



Figura 7 – Sistema fotovoltaico conectado à rede.
Fonte: NEOSOLAR (2017).

Já os sistemas *off grid* são aqueles que não estão conectados com a rede elétrica junto à concessionária. Utilizam sistemas de armazenamento de energia e é compreendido por painéis fotovoltaicos, inversor, baterias para armazenamento de energia, controlador de carga e cabos elétricos, conforme ilustra a figura 8.



Figura 8 – Sistema fotovoltaico isolado.
Fonte: NEOSOLAR (2017).

Os sistemas conectados (*on grid*) têm uma grande vantagem com relação aos sistemas isolados (*off grid*) por não utilizarem baterias e controladores de carga (custo/benefício). Deste modo, o sistema *on grid* torna cerca de 30% mais eficiente os sistemas e também garante que toda a energia seja utilizada, ou localmente ou em outro ponto da rede (ENELSOLUÇÕES, 2017). O sistema *on grid* será estudado nesta

dissertação e a seguir apresenta-se uma breve descrição acerca dos principais componentes deste sistema.

2.4.1 Painéis solares fotovoltaicos

Os painéis solares fotovoltaicos são unidades formadas por um conjunto de células que produzem energia elétrica através da luz do Sol. Encapsulados em moldura de alumínio e vidro temperado, os painéis devem apresentar as melhores certificações internacionais, Inmetro Classe A e elevado grau de proteção, o que lhes confere garantia de no mínimo 10 anos contra defeitos de fabricação e garantia de 25 anos contra perda de desempenho superior a 20% na geração de energia (ENOVA, 2017).

Deve-se considerar também a taxa de depreciação dos painéis fotovoltaicos. Em média, o valor de depreciação corresponde a 0,8% ao ano para grande parte dos painéis fotovoltaicos disponíveis no mercado, podendo ser identificado no *datasheet* do equipamento (identificação).

Outro ponto importante a ser mensurado é acerca da eficiência do painel solar, representando em linhas gerais o quanto de percentual (%) de energia da luz do sol o painel solar converte em energia elétrica por m². Atualmente, os painéis solares construídos de silício cristalino são os mais utilizados no mundo e sua eficiência é mensurada conforme o quadro 3.

O silício, que é usado para fazer a célula solar, é um semicondutor e semicondutores perdem a sua eficiência com o calor. Quando um painel é testado a 25°C, por exemplo, isso não reflete as condições reais brasileiras que este painel vai ser submetido. Portanto, é importante elucidar que os painéis fotovoltaicos devem possuir um coeficiente de temperatura o mais baixo possível. Segundo o Portal Solar (2017), os coeficientes de temperatura ideais para os painéis solares cristalinos vão de -0.35%/°C até -0.47%/°C acima de 25°C.

No anexo B têm-se um quadro comparativo acerca de especificações de alguns painéis fotovoltaicos presentes atualmente no mercado. Os dados mais importantes a serem analisados, além do custo (custo relativo), são o baixo coeficiente de temperatura e boa eficiência das células (resultando em menor área do módulo em função da potência gerada).

Quadro 3 – Eficiência de painéis solares fotovoltaicos.

Eficiência	Percentual do total de painéis produzidos	Características
≥ 16%	~ 10%	Painéis solares fotovoltaicos mais eficientes.
15% – 15,9%	~ 30%	Painéis solares fotovoltaicos acima da média de eficiência.
14% – 14,9%	~ 30%	Painéis solares fotovoltaicos com eficiência satisfatória.
13% – 13,9%	~ 20%	Painéis solares fotovoltaicos abaixo da média de eficiência.
< 13%	~ 10%	Painéis solares fotovoltaicos menos eficientes.

Fonte: Adaptado do Portal Solar (2017).

2.4.2 Inversores

Os inversores são responsáveis por integrar a energia produzida nos painéis solares fotovoltaicos à rede elétrica convencional. O papel principal do inversor solar (inversor *grid tie*) no sistema é inverter a energia elétrica gerada pelo painel solar, de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA). O seu papel secundário é garantir a segurança do sistema fotovoltaico e gerar dados da geração de energia para o monitoramento do desempenho do seu sistema (ENOVA, 2017).

O tempo de vida útil estimado de um inversor é de 10 anos, podendo chegar a 15 anos ou mais, dependendo de alguns fatores, tais como: condições do ambiente e ocorrência de descargas atmosféricas. No anexo C têm-se um quadro comparativo acerca de especificações de alguns inversores presentes atualmente no mercado.

2.5 Sistema de compensação de energia elétrica na microgeração e minigeração

Segundo o art. 2º da Resolução Normativa nº 687, compreende-se por sistema de compensação de energia elétrica o sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa.

Dessa forma, a energia elétrica gerada por essas unidades consumidoras é cedida à distribuidora local, sendo posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade (ANEEL, 2014).

O excedente de energia é a diferença positiva entre a energia injetada e a consumida, exceto para o caso de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, em que o excedente é igual à energia injetada, conforme a equação 1.1:

$$EE = EI - EC \quad (1.1)$$

onde:

EE = excedente de energia

EI = energia injetada pela unidade consumidora, em kWh, na rede da concessionária

EC = energia consumida pela unidade consumidora em kWh

Os créditos de energia são gerados conforme a seguir:

- a) $EI > EC \rightarrow EE > 0$: energia injetada maior que a consumida, gera créditos por excedente de energia;
- b) $EI < EC \rightarrow EE < 0$: energia consumida maior que a injetada, não gera créditos;
- c) $EI = EC \rightarrow EE = 0$: energia injetada igual a consumida, não gera créditos.

Segundo o Portal Solar (2016), para aderir ao sistema de compensação (créditos de energia) os clientes devem ser consumidores cativos, ou seja, todos aqueles que comprem a energia diretamente da distribuidora. Se o consumidor paga pela energia diretamente da distribuidora, ele pode instalar um sistema de energia solar fotovoltaica conectado à rede elétrica e se beneficiar do esquema de compensação de créditos criado pela Aneel.

Para conectar o sistema de energia solar fotovoltaico na rede da distribuidora, é necessário seguir alguns passos: solicitação de acesso, emissão de parecer de acesso, instalação do equipamento, solicitação da vistoria da instalação, visita de vistoria, relatório, regularização das pendências e aprovação. Estes itens estão detalhados na figura 9.

O prazo máximo da distribuidora para instalação dos sistemas para microgeração distribuída é de 34 dias e minigeração distribuída de 49 dias.

COMO CONECTAR O SEU SISTEMA À REDE DISTRIBUIDORA
passo-a-passo junto à distribuidora para instalar e conectar o seu sistema fotovoltaico à rede

- 1**  **SOLICITAÇÃO DE ACESSO**
é feita por meio de formulário próprio, a ser encaminhado para a sua distribuidora.
- 2**  **EMISSÃO DE PARECER DE ACESSO**
a distribuidora deve emitir o parecer em até 15 dias* para microgeração, ou 30 dias* para minigeração.
- 3**  **INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO**
após o parecer, prossiga com a instalação dos equipamentos conforme apresentado na solicitação.
- 4**  **SOLICITAÇÃO DA VISTORIA DA INSTALAÇÃO**
em até 120 dias da emissão do parecer, solicite à distribuidora a vistoria para conferir a conformidade da instalação.
- 5**  **VISITA DE VISTORIA**
no prazo de 7 dias um profissional da distribuidora irá até a sua propriedade fazer a vistoria da instalação.
- 6**  **RELATÓRIO**
a distribuidora tem mais 5 dias para fazer um relatório caso sejam detectadas pendências na sua instalação.
- 7**  **REGULARIZAÇÃO DAS PENDÊNCIAS**
havendo pendências na instalação, regularize a situação e peça nova vistoria à distribuidora.
- 8**  **APROVAÇÃO**
após a vistoria que verifique que a instalação está adequada, a distribuidora tem 7 dias para aprovar o ponto, trocar a medição e iniciar o sistema!

* o prazo dobra se houver necessidade de obras na rede elétrica.

PRazos MÁXIMOS DA DISTRIBUIDORA SEM OBRAS:
Microgeração Distribuída (até 75kW) : 34 dias
Minigeração Distribuída (de 75kW até 5MW) : 49 dias

fonte:
ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica
Essencial para a energia.
Essencial para o Brasil.

www.portalsolar.com.br



Figura 9 – Conexão do sistema de energia solar na rede distribuidora.

Fonte: ANEEL (2016).

2.6 Tributações da energia solar fotovoltaica

Compete ao consumidor realizar a análise da relação de custo/benefício para instalação de sistemas fotovoltaicos. A decisão sobre a cobrança de impostos e tributos federais e estaduais foge das competências da Aneel, cabendo à Receita Federal do Brasil e às Secretarias de Fazenda Estaduais tratar desta questão.

Os tributos que incidem sobre painéis e na energia solar fotovoltaica são os seguintes: ICMS, PIS, COFINS, IPI e II. Estes tributos serão detalhados a seguir:

2.6.1 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um tributo estadual aplicável à energia elétrica, onde este incide sobre a parcela paga da energia gerada pelo consumidor e injetada na rede. Por exemplo: em um Estado com ICMS de 18%, para cada 1 kWh de energia que o consumidor injeta na rede, gera-se um crédito de 0,82 kWh (PORTAL SOLAR, 2016).

Entretanto, em 2015 o Conselho Nacional da Política Fazendária – Ministério da Fazenda (Confaz), revogou o Convênio que orientava a tributação da energia injetada na

rede. Cada Estado passou a decidir se tributa ou não a energia solar que é injetada na rede da distribuidora.

O Convênio ICMS nº 16/2015 autoriza os governos estaduais a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sobre a energia injetada na rede e no sistema de compensação na microgeração e minigeração distribuída de energia elétrica.

Segundo o Portal Solar (2016), até o presente momento, os seguintes Estados já isentaram a energia solar de ICMS: Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo, Sergipe e Tocantins, conforme apresentado na figura 10.

A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) acredita que ao adotarem o Convênio ICMS nº 16/2015, os Estados tornam-se mais competitivos na atração de investimentos, empresas e empregos de qualidade para a sua região.

2.6.2 Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS)

O Governo Federal, por meio da Lei nº 13.169, isentou o PIS e COFINS a energia solar injetada na rede. Deste modo, representa mais um incentivo ao setor e melhorar ainda mais a viabilidade para instalação de sistemas de geração de energia fotovoltaica pelos consumidores.

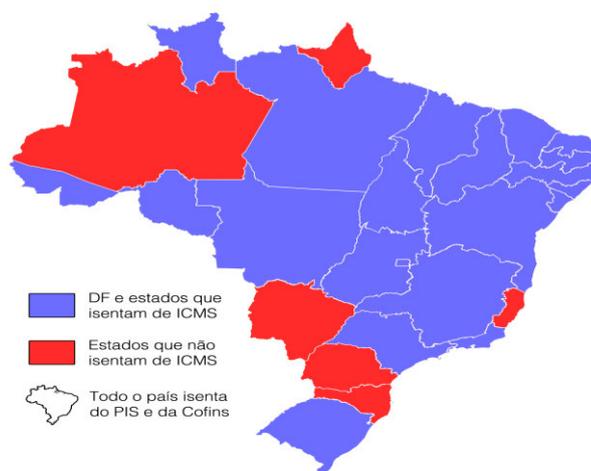


Figura 10 – Mapa brasileiro de isenção de ICMS, do PIS e da COFINS.
Fonte: CRNBIO (2016).

2.6.3 Isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)

De acordo com o Decreto nº 7.212, de 15/06/2010, são imunes à incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), a energia elétrica, derivados de petróleo, combustíveis e minerais.

2.6.4 Redução do Imposto de Importação (II)

A Resolução CAMEX 64, de 22/08/2015, reduz de 14% para 2%, a alíquota do Imposto de Importação (II) incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica, vigente até 31/12/2016.

A partir de informações do Grupo Setorial Fotovoltaico da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), a carga tributária estimada para uma instalação de geração distribuída fotovoltaica chega a aproximadamente 25% do valor de venda e montagem de equipamentos. Em relação a valores de referência internacionais, o sobre custo do mercado brasileiro estaria entre 30 e 35% (EPE, 2012).

2.7 Iniciativas conhecidas do mercado fotovoltaico no Brasil

Valorizada há décadas em alguns países desenvolvidos no mundo, a energia solar fotovoltaica ficou esquecida durante anos no Brasil, um País que possui condições importantes para sua instalação, como por exemplo, a incidência solar. Pouco havia sido feito para impulsionar a energia antes do ano de 2011 (VILLALVA, 2015, p. 32).

Deste modo, é de suma importância elucidar aos consumidores do mercado fotovoltaico que existem iniciativas no Brasil que primam sobre este mercado, dos quais serão detalhados a seguir:

2.7.1 Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar)

Em janeiro de 2013, foi criada a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), cujo objetivo é fomentar o mercado, derrubar as barreiras do setor de energia solar no Brasil e defender o interesse desta indústria.

2.7.2 Programa Solcial

É o primeiro programa social de energia solar no Brasil que pretende dar acesso a todos a esta fonte de energia renovável. O objetivo deste programa é levar a cultura da energia solar fotovoltaica para o Brasil por meio de projetos sociais de impacto que usam o *crowdfunding* (financiamento coletivo) como mecanismo de educação e divulgação.

2.7.3 Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Ideal)

Em fevereiro de 2007 foi criado o Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina, caracterizada por ser uma organização privada sem fins lucrativos, com sede na cidade de Florianópolis (SC), atuando na promoção de energias renováveis e de políticas de integração energética na América Latina, onde suas principais áreas de trabalho são o Seminário Energia Mais Limpa e o programa América do Sol.

Com foco na promoção das energias renováveis e de políticas de integração no setor, o Ideal desenvolve quatro grandes projetos: Seminário Energia Mais Limpa, América do Sol, 50 telhados e Ecológicas. Todos envolvem várias ações e têm desempenhado um papel importante no caminho para uma matriz energética diversificada (IDEAL, 2016).

2.7.4 Portal Solar

Foi criado para divulgar e promover o crescimento da energia solar no Brasil. Ele junta empresas de energia solar e clientes em um mesmo lugar afim de incentivar o uso da tecnologia.

2.7.5 Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD)

O Ministério de Minas e Energia (MME) lançou, em 15 de dezembro de 2015, o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), cuja

finalidade é aprofundar as ações de fomento à geração de energia a partir de placas solares dentro das unidades consumidoras (residencial, comercial, indústria e agropecuária), podendo ser compartilhada com o sistema das distribuidoras de energia. Há um potencial para a instalação de 23,5 GW até 2030 com adesão estimada de 2,7 milhões de unidades consumidoras.

Segundo estudo realizado pelo Greenpeace Brasil (2016), a adoção de incentivos econômicos para a energia solar distribuída trará diversos benefícios para o Brasil, podendo-se destacar:

- Próprio crescimento da rede elétrica, suprindo a demanda nacional que deve continuar aumentando;
- Enorme ganho ambiental que esses incentivos podem trazer para o país e o planeta, com a diminuição das emissões de gás carbônico (CO₂), principal responsável pelo aquecimento global;
- 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 e para o próprio consumidor.

2.8 Linhas de crédito e financiamento do mercado fotovoltaico

Apesar das barreiras e dos desafios que se apresentam ao empreendedorismo no Brasil, das deficiências apontadas, da pouca inserção no mercado externo, da carência de maior quantidade de empresas inovadoras do padrão mundial, o Brasil é um país repleto de empreendedores e de pessoas que querem empreender (DORNELAS, 2014, p. 16).

Grande parte das vezes opta-se por linhas de crédito e financiamento junto aos bancos para se adquirir algo e posteriormente ser inserido no mercado ou para consumo próprio. O mais usual são as linhas individuais de crédito para compras de consumo e também aquelas linhas de crédito especiais para o subsídio de pagamento de impostos e ainda para aqueles que almejam abrir uma empresa em dado segmento, como por exemplo, inserção no mercado de microgeração.

Por parte dos bancos brasileiros, existem atualmente linhas de crédito e financiamento para as pessoas que desejam serem inseridas no mercado de energias renováveis, conforme detalhado no quadro 4.

Quadro 4 – Linhas de crédito e financiamento.

Entidade	Linhas de crédito e financiamento
Banco do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Linha de financiamento BB Crédito Material Construção: linha para pessoa física que tiver interesse em adaptar um sistema alternativo de geração de energia. A Linha BB Material de Construção, está disponível para correntistas do banco, com taxas de 1,53% a 2,02% ao mês; • PRONAF ECO: implantar, utilizar, recuperar ou adotar tecnologias de energia renovável, como o uso da energia solar, da biomassa, eólica, mini usinas de biocombustíveis e a substituição de tecnologia de combustível fóssil por renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas dentre outros.
Banco do Nordeste	<ul style="list-style-type: none"> • FNE Verde: financiar a implantação, ampliação, modernização e reforma de empreendimentos e atividades econômicas que propiciem a preservação, conservação, controle e/ou recuperação do meio ambiente. Financia a micro e mini geração de energia elétrica. • FNE Sol: é destinado a empresas de todos os portes e setores, produtores e empresas rurais, cooperativas e associações. Podem ser financiados sistemas fotovoltaicos completos, incluindo instalação. Características: juros entre 6,5% e 11% ao ano, de acordo com o porte do cliente; financiamento até 100% do valor do sistema fotovoltaico, dependendo do porte do cliente, localização e garantias; o prazo do financiamento para energia solar oferecido pelo Banco do Nordeste (BNB) é de até 12 anos; a carência varia entre seis meses e um ano. <p>Regiões contempladas pelo programa: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Norte de Minas Gerais e Norte do Espírito Santo.</p>
Caixa Econômica Federal	Oferece facilidades de financiamento de aparelhos fotovoltaicos a partir do Construcard, cartão magnético exclusivo para utilização em lojas de materiais de construção conveniadas. Dependendo do cliente, a taxa de juros pode variar de 1,96% a 2,35% ao mês.
Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES)	Oferece duas linhas de crédito para projetos de energia solar: Linha de Energias Alternativas e o Programa Fundo Clima. Para esses produtos de crédito, um dos mercados relevantes é o de empresas que possam estruturar planos de negócios junto aos consumidores finais que desejem instalar painéis solares em suas residências. As linhas de financiamentos do BNDES atendem ao setor, de acordo com o empreendimento/item apoiado: Geração de Vapor e de Energia Elétrica Renovável, Geração de Energia Elétrica Não Renovável, Transmissão, Distribuição, Eficiência Energética, Aquisição de Bens de Capital e Aquisição de Bens e Serviços Importados.
Santander	O financiamento é oferecido, desde 2013, pela Santander Financiamentos. Com ele, empresas e pessoas, correntistas ou não do Banco, podem parcelar em até cinco anos a instalação de painéis solares e toda a estrutura necessária para a geração de energia em escritórios e residências. A taxa de juros varia de acordo com os valores, os prazos e as demais condições escolhidas pelo cliente no ato da compra.
Bradesco	CDC Aquecedores solares: São condições especiais para adquirir seu equipamento de aquecimento solar com as seguintes características: financiamento de até 70% do valor do bem e financiamento exclusivo para equipamentos certificados pelo Inmetro.

Fonte: O autor (2016).

3. PARÂMETROS DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Um mercado em ascensão como o fotovoltaico cria uma série de oportunidades para quem pretende se inserir no mundo do empreendedorismo. Compreender como funciona o mercado, suas tecnologias, seus riscos e indicar as melhores soluções para o negócio são pontos essenciais para o seu sucesso.

Em sua etimologia, o termo empreendedor (*entrepreneur*) tem origem francesa e quer dizer aquele que assume riscos e começa algo novo. Neste contexto, o empreendedorismo se caracteriza pelo envolvimento de pessoas e processos que, em consonância, levam à transformação de ideias em oportunidades e, quando estas são bem implementadas, criam negócios de sucesso.

Segundo Dornelas (2014, p. 2):

No mundo atual, empreender continua tendo o mesmo significado que no passado. Quem empreende está sempre visando o futuro e à construção de algo novo que vai melhorar a vida das pessoas, de preferência com soluções criativas, inovadoras e sustentáveis. O resultado maior da atividade empreendedora leva à geração de valor, riqueza e à transformação do ambiente em que vivemos. Os empreendedores mudam o mundo e são os grandes propulsores do desenvolvimento econômico.

Para o Sebrae (2017):

Os pequenos negócios constituídos por microempreendedores individuais, micro e pequenas empresas representam 99% do total de empresas, empregam 40% da massa salarial, representam 25% do Produto Interno Bruto (PIB), participam com 70% das novas vagas de empregos gerados por mês e contribuem com 1% das exportações brasileiras.

Ainda conforme o Sebrae (2017):

Estes números são bastantes significativos para compreender a importância dos pequenos negócios e sua contribuição para o desenvolvimento e o fortalecimento da economia nacional, sobretudo, o potencial para um uso eficiente da energia elétrica e geração de energia própria, com a consequente redução de custos e aumento da competitividade de forma sustentável.

No empreendedorismo, mais importante que ideias são as oportunidades. Estas podem ser definidas como ideias com potencial retorno econômico, ou seja, são ideias que podem ser transformadas em produtos e/ou serviços que alguém vai querer adquirir,

com um mercado em potencial interessado em comprar o produto/serviço decorrente da ideia (DORNELAS *et al.*, 2015, p. 2).

A busca por soluções de minimização dos custos relativos de energia elétrica tem estado presente na vida do consumidor. Atualmente, no mercado residencial há oportunidades de investimentos para diminuição destes custos, como por exemplo, a adoção da microgeração por meio dos sistemas fotovoltaicos *on grid* que, apesar de ter um valor de investimento relativamente alto a curto prazo, pode-se tornar atrativo ao longo do tempo de sua utilização.

Em 2014, a Aneel realizou uma pesquisa com clientes de micro e minigeração distribuída, onde um dos questionamentos levantados foi acerca da motivação para se investir neste setor, do qual seu resultado demonstrou que, ao contrário do que muitos apontam, não é só o retorno financeiro que conta na dinâmica deste mercado.

Uma das razões de inserção no mercado levantadas foi o desenvolvimento sustentável (45%) e, posteriormente, retorno financeiro (29%), empresa de geração distribuída (19%), outros motivos (5%) e satisfação pessoal (2%), respectivamente, como disposto na figura 11.

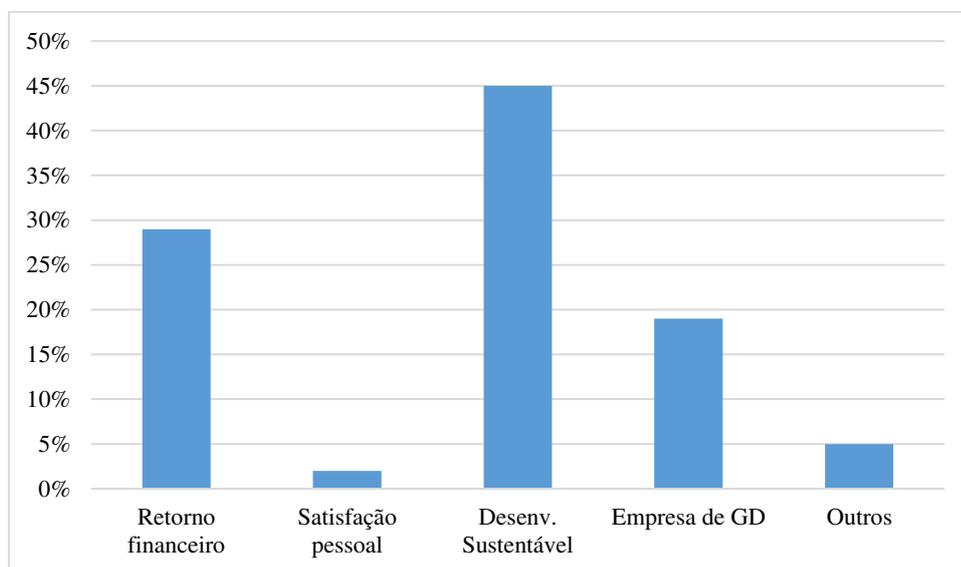


Figura 11 – Motivação quanto à instalação de geração distribuída.
Fonte: ANEEL (2014).

Segundo a EPE (2014), deve-se analisar a natureza de possíveis impactos da penetração da geração fotovoltaica distribuída, podendo ser dividida em dois grandes grupos. O primeiro relacionado com o tipo do impacto, se é um custo ou benefício para determinado agente, como por exemplo, para o consumidor, e o segundo grupo trata-se

da dimensão do impacto, se este é econômico, técnico, social ou mesmo ambiental, de maneira quantitativa.

Os possíveis impactos para cada agente são apresentados a seguir no quadro 5, numa matriz que, além dos impactos, apresenta a classificação, tipo e nível de cada impacto. Deste modo, é possível verificar os efeitos para cada agente e auxiliar a classificação dos impactos e análises posteriores. A lista foi formulada a partir das contribuições das audiências públicas da Aneel, diálogos com diferentes agentes e levantamento de experiências internacionais (EPE, 2014).

Quadro 5 – Impactos da penetração da geração fotovoltaica distribuída.

Agente	Impacto	Tipo	Classificação	Nível
Consumidores	Utilização como diversificação de investimento a longo prazo	Econômico	Benefício	Baixo
	Utilização como bem de <i>status</i>	Socioeconômico	-	Médio
	Perda de liquidez	Econômico	Custo	Alto
	Economia na conta de energia	Econômico	Benefício	Médio
	Possibilidade de efeito rebote	Econômico	Custo	Baixo
	Engajamento para questões energéticas-ambientais	Socioambiental	Benefício	Baixo*
Empresas de serviços e ESCOs**	Aumento do faturamento	Econômico	Benefício	Médio
	Diversificação de negócio	Econômico	Benefício	Médio
	Necessidade de qualificação específica e certificação	Econômico	Custo	Baixo
Fabricantes e importadores	Aumento no volume de importações	Econômico	Benefício	Baixo*
	Demanda para indústria nacional	Econômico	Benefício	Baixo*
	Aumento do faturamento	Econômico	Benefício	Baixo*
Estados e União	Impacto no fluxo de caixa de arrecadação com impostos no consumo de energia elétrica	Econômico	Custo	Baixo*
	Impactos no fluxo de caixa de arrecadação na venda de equipamentos e serviços	Econômico	Benefício	Baixo*
Agentes de financiamento e crédito	Diversificação do portfólio	Econômico	Benefício	Baixo*
	Aumento da receita com financiamentos	Econômico	Benefício	Baixo*
	Possibilidade de aumento da inadimplência	Econômico	Custo	Baixo*
Sociedade	Geração de postos de trabalho	Socioeconômico	Benefício	Baixo/Médio
	Possibilidade de estabelecimento da indústria	Socioeconômico	Benefício	Baixo*
	Possibilidade de estabelecimento da cadeia de serviços	Socioeconômico	Benefício	Baixo/Médio
* Depende do grau de penetração				
** ESCOs são empresas de engenharia cujo objetivo é promover eficiência energética e de consumo de água nas instalações de seus clientes, por meio de parcerias e divulgação dos resultados obtidos.				

Fonte: Adaptado da EPE (2014).

3.1 Custos Nacionalizados

Os custos de um sistema de energia solar fotovoltaica dependem principalmente do tamanho e da complexidade da instalação, sendo este valor estimado pelas empresas quando contratadas pelo consumidor. É de vital importância para o consumidor fazer uma pesquisa de mercado e solicitar o orçamento para instalação e, após esses trâmites, constatar qual empresa apresentou-lhe um melhor custo/benefício para instalação.

Segundo o Portal Solar (2017), o tempo de investimento no sistema fotovoltaico se paga entre 4 e 9 anos, de acordo com a região e com o local em que o sistema será instalado. O sistema fotovoltaico dura em média 25 anos e após esse período ele continua funcionando, mas, provavelmente, produzindo 20% menos energia do que no primeiro dia de aquisição do mesmo.

De acordo com a EPE (2014), os custos que compõem as instalações fotovoltaicas são diferenciados em três casos, de acordo com o tipo de aplicação e disponibilizados conforme o quadro 6:

- Instalação de 3 kW (residencial);
- Instalação de 30 kW (comercial);
- Instalação de 30 MW (usina).

Quadro 6 – Custos nacionalizados de instalações fotovoltaicas.

Aplicação	Residencial	Comercial	Usina
Capacidade (kW)	3	30	30.000
Custo dos módulos e inversores (R\$)	11.605	116.047	116.047.414
Custo de cabos e proteções (R\$)	2.250	18.000	13.100.000
Custo do sistema de fixação (R\$)	3.750	24.000	14.000.000
Demais custos (conexão, projeto dentre outros) (R\$)	3.750	30.000	18.000.000
Total (R\$)	21.359	188.047	161.147.414
Total (R\$/W)	7,12	6,27	5,37

Fonte: Adaptado da EPE (2014).

Ainda segundo a EPE (2014), a estimativa de custo total de instalação deste sistema, supondo que a compra e importação dos módulos e inversores e dos demais equipamentos e serviços seja feita pelo usuário final, sem intermediários, é de 7,12 R\$/W para instalações residenciais, 6,27 R\$/W para instalações comerciais e 5,37 R\$/W para usinas de 30 MW. No último caso, há ainda outros custos que precisam ser considerados na análise para determinar o valor de venda da energia produzida.

Em dezembro de 2016, de acordo com uma pesquisa feita junto as empresas cadastradas no Portal Solar (2016), as seguintes variações de preços praticados para sistemas de energia solar fotovoltaica no Brasil foram levantadas conforme a seguir:

a) Preço da energia solar fotovoltaica residencial (*kit* de energia solar):

- Casa pequena, de 2 a 3 pessoas: sistema de 1,6 kWp custa de R\$ 12.700 a R\$ 16.900
- Casa média, de 3 a 4 pessoas: sistema de 2,2 kWp custa de R\$ 16.000 a R\$ 20.900
- Casa média, 4 pessoas: sistema de 3,3 kWp custa R\$ 20.000 a R\$ 26.000
- Casa grande, 4 a 5 pessoas: sistema de 4,4 kWp custa de R\$ 26.500 a R\$ 34.500
- Casa grande, 5 pessoas: sistema de 5,3 kWp custa de R\$ 31.000 a R\$ 40.500
- Mansões, mais de 5 pessoas: sistemas de até 10 kWp custam de R\$ 60.000 a R\$ 72.000

b) Preço da energia solar fotovoltaica para comércios e indústrias:

- 100 kW: R\$ 500.000 à R\$ 750.000
- 500 kW: R\$ R\$ 2,5 Mi à R\$ 3,25 Mi
- 1 MW: R\$ 5 Mi à R\$ 6 Mi

Por definição, compreende-se por *kit* de energia solar fotovoltaica para residências a composição de todos os equipamentos necessários para se montar um sistema de geração de energia solar para residências conectadas à rede elétrica da concessionária. Este é composto por: painéis fotovoltaicos, inversor, estrutura de fixação, cabeamento especial e conectores (PORTAL SOLAR, 2017). Ficam excluídos do *kit* de energia solar os custos de instalação e frete dos equipamentos, dos quais, segundo entrevista com empreendedores do ramo em São Luís/MA, incidem num aumento médio de 20% do valor do *kit* solar.

3.2 Análise de Investimentos

De acordo com Brom e Balian (2007, p. 13), a análise de investimentos refere-se a uma avaliação da viabilidade financeira dos investimentos, realizada em um contexto

que envolve uma série de parâmetros, critérios e objetivos. O maior desafio da análise de investimentos refere-se à interpretação das ocorrências futuras.

O fluxo de caixa representa a principal ferramenta de demonstrativo financeiro do empreendedor, cujo objetivo é projetar para períodos futuros todos os *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) de recursos financeiros da empresa e indicar como será o saldo de caixa para o período projetado.

Para analisar esses demonstrativos financeiros, geralmente se utilizam diversos indicadores (parâmetros) em análise de investimentos, dos quais para esta dissertação serão aplicados os seguintes métodos: *payback*, valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e índice de lucratividade.

3.2.1 *Payback*

“O *payback* é o período de tempo em que ocorre o retorno do investimento inicial (BRITO, 2012, p. 51)”. Este método mede o tempo estimado para a recuperação do capital inicialmente investido. Existem dois tipos de *payback*: simples e descontado.

Segundo Brom (2011, p. 24), as principais aplicações da metodologia do *payback* são as seguintes:

- O método de *payback* é frequentemente utilizado para decisões de investimento pouco importantes, pois trata-se de uma metodologia simples e rápida: aquisição de pequenas máquinas, reformas, pequenas construções etc.;
- Como metodologia para auxiliar na avaliação de grandes projetos, o *payback*, além de indicar o tempo de vinculação dos recursos a um dado projeto, apresenta, também, indicador auxiliar para liquidez e risco: quanto mais curto o *payback*, menor o risco e maior a liquidez do projeto e vice-versa.

A regra de decisão do método de período de *payback* é dado conforme a seguir:

- a) Se o investimento se pagar dentro do período de tempo estabelecido pelo investidor, aceita-se o projeto de investimento;
- b) Se o investimento não se pagar dentro do período de tempo estabelecido pelo investidor, rejeita-se o projeto de investimento.

3.2.2 Valor Presente Líquido (VPL)

“O Valor Presente Líquido (VPL) é a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para instante presente, ou seja, o investimento inicial (MOTTA E CALÔBA, 2012, p. 106)”.

Também conhecido como método de avaliação de fluxos de caixa descontados, o VPL proporciona uma comparação entre o valor do investimento e o valor dos retornos esperados, com todos os valores considerados no momento atual (BROM E BALIAN (2007, p. 14).

Este método permite avaliar, em valor atual, todos os fluxos de caixa pertinentes a um determinado projeto de investimento. Para medir o VPL correspondente, faz-se uma estimativa do valor atual para os futuros fluxos de reais gerados e deduz-se o investimento feito inicialmente. Matematicamente, o VPL pode ser calculado conforme a equação 1.2:

$$VPL = -Investimento + \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} \quad (1.2)$$

onde:

VPL = valor presente líquido

FC_n = fluxo de caixa após imposto no ano n

i = taxa de desconto ou de atratividade

n = vida do projeto em anos

Existe uma regra de decisão básica pelo método VPL, conforme a seguir:

- a) Se **VPL > 0**: o projeto é viável (aceita-se o projeto de investimento), pois os retornos oferecidos cobrirão o capital investido;
- b) Se **VPL = 0**: o projeto de investimento apresenta-se indiferente, pois o retorno do investimento apenas cobrirá o capital investido e o retorno mínimo cobrado pelo investidor (não oferece qualquer vantagem ou ganho);
- c) Se **VPL < 0**: o projeto é rejeitado, pois os retornos oferecidos não cobrirão o capital investido acrescido do retorno mínimo exigido pelo investidor.

3.2.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa média periódica de retorno de um projeto suficiente para suprir, de forma integral, o investimento realizado. Para fins de cálculo, a TIR não depende de qualquer informação externa ao próprio fluxo de caixa do projeto de investimento, igualando as saídas e as entradas e, posteriormente, um VPL igual a zero, conforme equação 1.3:

$$-Investimento + \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} = 0 \quad (1.3)$$

Um ponto importante a ser elencado para aceitação, indiferença ou rejeição da TIR é se determinar a taxa mínima de atratividade (TMA). Brom (2011, p. 15) a define como uma taxa de retorno minimamente requerida pelo investidor, ou seja, de um retorno mínimo aceitável pelo investidor. Esta também pode ser definida como o custo de capital (próprio) da empresa, que é a expectativa mínima de remuneração dos investidores.

Assim como para o VPL, existe uma regra de decisão básica pelo método TIR, conforme a seguir:

- a) Se **TIR > TMA**: aceita-se o projeto de investimento;
- b) Se **TIR = TMA**: VPL será zero (indiferente);
- c) Se **TIR < TMA**: rejeita-se o projeto de investimento.

3.2.4 Índice de Lucratividade

O índice de lucratividade (IL) é um método que considera a relação entre o valor atual líquido do investimento e o valor inicial do investimento. Segundo o Sebrae (2013), “o índice de lucratividade é um dos principais indicadores econômicos das empresas e consumidores, pois está relacionado diretamente à sua competitividade”. Este é calculado conforme a equação 1.4:

$$IL = \frac{\frac{FCn}{(1+i)^n}}{\text{Investimento}} \quad (1.4)$$

A regra de decisão básica para o índice de lucratividade é dada conforme a seguir:

- a) Se $IL > 1$: recomenda-se o projeto de investimento (quanto maior o índice, mais atrativo será o investimento);
- b) Se $IL < 1$: o investimento deverá ser rejeitado.

3.2.5 Taxas de atratividade a serem consideradas

Em média, um sistema fotovoltaico tem uma estimativa de duração de 25 anos. Tomando-se como base este período, estima-se em uma taxa de juros de 4% ao ano (atualização monetária) sobre o investimento inicial, na perspectiva de se obter todo o capital investido inicialmente.

Outra taxa que pode ser considerada é o Custo Médio Ponderado do Capital (WACC) – *Weighted Average Cost of Capital*. Segundo Assaf Neto (2010, p. 409), o WACC é frequentemente utilizado na administração financeira como a taxa de retorno mínima a ser exigida nas aplicações de capital de uma empresa em dado segmento. Representam esse custo, em outras palavras, o retorno que os ativos da empresa devem produzir, dados que determinam a estrutura de capital e nível de risco, de maneira que promova a maximização da riqueza de seus proprietários.

Para Damodaran (2017) *apud* Filipe (2015), o custo de capital (WACC) a ser investido no setor fotovoltaico é de 6,18% ao ano, conforme demonstrada na tabela 2.

Tabela 2 – Taxa de desconto WACC para o setor fotovoltaico.

Indicador	%
E (capital próprio)	30,00%
D (passivo)	70,00%
RE (Custo do capital próprio)	7,92%
Resultante do financiamento RD (1 – taxa de impostos sobre lucro)	5,44%
Custo da dívida antes dos impostos	7,40%
WACC	6,18%

Fonte: Adaptado de Filipe (2015).

Conforme mencionado no tópico 2.1 – Potencial do Brasil – a Alemanha é o país que mais utiliza a energia solar fotovoltaica. Atualmente, sua capacidade instalada é cerca de 20 GW, superior a todos os demais países que investem neste setor. Somente o setor

fotovoltaico, representa em média 5% de toda a eletricidade gerada naquele país aos consumidores.

De acordo com o *Fraunhofer Institute for solar Energy Systems* (2013), o valor de referência correspondente para o WACC para investimentos no setor fotovoltaico em regiões que apresentam uma boa incidência solar é de 4,7% ao ano, representando ao consumidor a taxa de atratividade neste investimento ao longo dos 25 anos, conforme elucida a figura 12.

Germany										Regions with high solar irradiation			
	PV small	PV large	PV utility scale	Wind On-shore	Wind Off-shore	Brown coal	Hard coal	Com-bined cycle	Bio-mass	PV small	PV large utility	CSP	CPV
Lifetime [in years]	25	25	25	20	20	40	40	30	20	25	25	25	25
Share of equity	20%	20%	20%	30%	40%	40%	40%	40%	30%	20%	20%	30%	30%
Share of debt	80%	80%	80%	70%	60%	60%	60%	60%	70%	80%	80%	70%	70%
Return on equity	6.0%	8.0%	8.0%	9.0%	14.0%	13.5%	13.5%	13.5%	9.0%	8.0%	10.0%	13.5%	13.5%
interest rate on debt	4.0%	4.0%	4.0%	4.5%	7.0%	6.0%	6.0%	6.0%	4.5%	6.0%	6.0%	8.0%	8.0%
WACC _{nom} (Weighted Average Cost of Capital)	4.4%	4.8%	4.8%	5.9%	9.8% (8.8%)*	9.0%	9.0%	9.0%	6.2%	6.4%	6.8%	9.7% (8.8%)*	9.7% (8.2%)*
WACC _{real}	2.4%	2.8%	2.8%	3.8%	7.7%	6.9%	6.9%	6.9%	4.1%	4.7%	4.7%	7.5%	7.5%

Figura 12 – Parâmetros de entrada para cálculo de eficiência econômica de sistemas.
Fonte: FRAUNHOFER INSTITUTE (2013).

Por fim, em entrevista com empresários do segmento fotovoltaico do Estado do Maranhão, grande parte das empresas do Estado optam pelo financiamento de energia solar pela FNE Sol, conforme exposto anteriormente no quadro 3 – linhas de crédito e financiamento.

Esta linha de financiamento é voltada para sistemas de energia fotovoltaica de empresas localizadas no Nordeste. A taxa de juros varia de acordo com o porte do cliente, onde para o consumidor residencial a taxa varia em média de 6,5% ao ano.

3.3 Projeção de TIR e VPL das capitais brasileiras para sistemas fotovoltaicos residenciais

Atualmente, existem estudos acerca de análises financeiras a nível nacional para sistemas fotovoltaicos residenciais. Em um destes estudos, Nakabayashi (2014) apresentou uma projeção estimada do comportamento do VPL e TIR das 27 capitais brasileiras para 2020, feitas por meio de Simulação de Monte Carlo e compilação de variáveis importantes para cada capital brasileira.

A figura 13 ilustra o cruzamento destas análises de demonstrações financeiras e corrobora que a cidade de São Luís/MA é promissora para os consumidores investirem neste negócio (VPL > 0 e TIR > TMA), posicionando-se entre as seis primeiras cidades para se obter a lucratividade esperada. Nesta dissertação, serão feitas estimativas para os dez municípios do Estado do Maranhão que apresentam maior renda *per capita* e prospecção de investimentos neste setor.

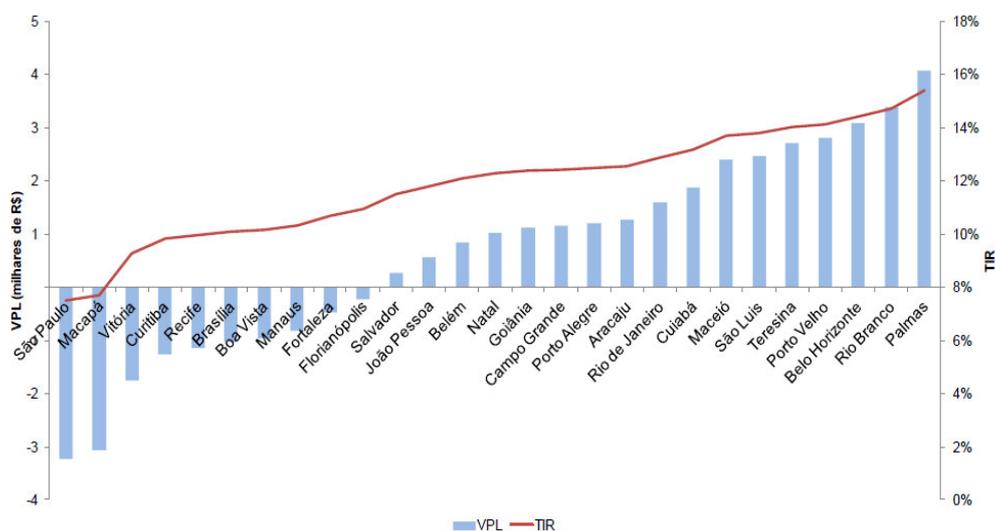


Figura 13 – Simulação de VPL e TIR das capitais brasileiras.
Fonte: NAKABAYASHI (2014).

4. DETALHAMENTO DO MERCADO FOTOVOLTAICO NO ESTADO DO MARANHÃO

A microgeração de energia deixou de ser uma atividade centralizada e de exclusividade de médias e grandes empresas. Em junho de 2016, o Brasil ultrapassou o número de 2.700 microgeradores individuais, um aumento de 44% na comparação com dezembro de 2015, segundo a Associação da Indústria de Cogeração de Energia (Cogen). A potência instalada já é de 27 MW, suficiente para abastecer aproximadamente 20 mil habitantes. A maioria dos microgeradores (cerca de 90%) é representado pela energia solar fotovoltaica, sendo que quase todos estão instalados em residências (COGEN, 2016).

Na figura 14 é apresentada a evolução e projeção do mercado de sistemas fotovoltaicos no Brasil até 2023, simulado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). A barra azul apresenta o número de unidades consumidoras potenciais, isto é, residências com consumo superior a 400 kWh/mês e comércios (sem restrição à nível de consumo). A barra amarela representa como o mercado vai se tornando economicamente viável ao longo dos anos, atingindo a viabilidade para mais de 80% dos consumidores potenciais em 2023. Em verde é mostrado o número de consumidores que terão instalados sistemas fotovoltaicos ao longo do horizonte decenal (forma de barra) e o percentual em relação ao potencial, em linha (EPE, 2014).

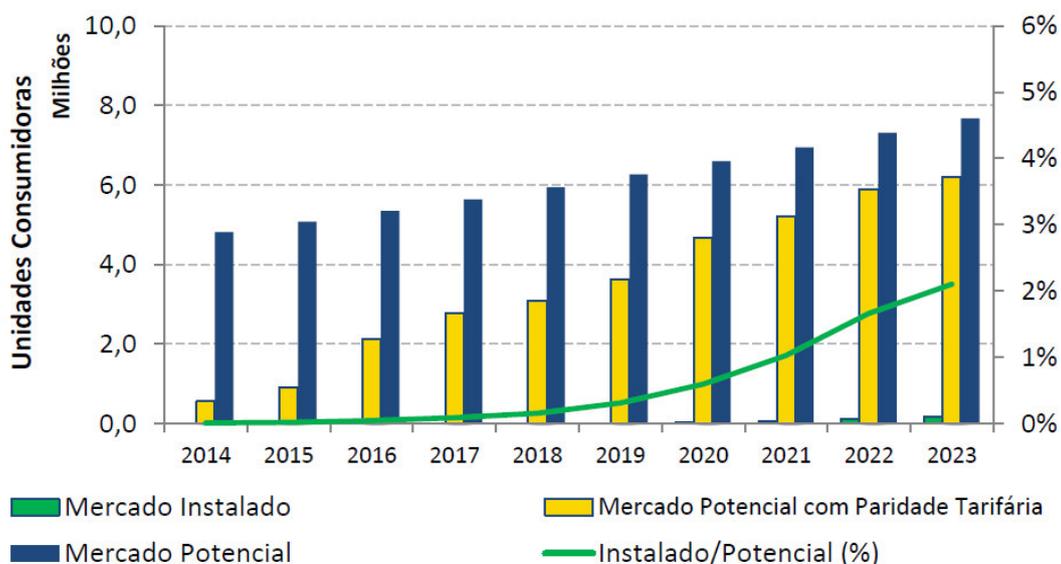


Figura 14 – Evolução do mercado de sistemas fotovoltaicos distribuídos no Brasil.
Fonte: EPE (2014).

No que concerne ao quantitativo de empresas neste segmento, foram levantados os dados disponíveis no Portal América do Sol até o mês de julho de 2017. Na figura 15 têm-se o mapa representando o quantitativo de empresas brasileiras que prestam serviços no setor fotovoltaico.

Foram levantados o total de 2057 empresas atuantes no mercado de geração fotovoltaica nos seguintes serviços oferecidos: instalação, projetista, integrador, estruturas, módulos fotovoltaicos, inversores e cursos de capacitação.



Figura 15 – Mapa de empresas brasileiras do setor fotovoltaico.
Fonte: AMÉRICA DO SOL (2017).

Na tabela 3 é apresentado o levantamento quantitativo detalhado de empresas do setor fotovoltaico no Brasil por região neste período.

Por meio destas informações, o consumidor consegue fazer uma pesquisa de mercado mais apurada de empresas e fornecedores em âmbito nacional e, acima de tudo, escolher qual delas irá fornecer os serviços conforme sua necessidade. O Portal Solar (2017) destaca que alguns pontos devem ser observados pelo cliente e indagados aos fornecedores dos serviços (*checklist*), conforme elucidado no Anexo D.

Tabela 3 – Quantitativo de empresas por região.

Região	Estado	Quantidade de empresas
Sudeste	São Paulo (SP)	419 empresas
	Rio de Janeiro (RJ)	166 empresas
	Espírito Santo (ES)	51 empresas
	Minas Gerais (MG)	284 empresas
	TOTAL (REGIÃO SUDESTE)	920 empresas
Sul	Paraná (PR)	134 empresas
	Rio Grande do Sul (RS)	175 empresas
	Santa Catarina (SC)	123 empresas
	TOTAL (REGIÃO SUL)	432 empresas
Nordeste	Maranhão (MA)	17 empresas
	Piauí (PI)	5 empresas
	Ceará (CE)	46 empresas
	Paraíba (PB)	23 empresas
	Pernambuco (PE)	52 empresas
	Alagoas (AL)	16 empresas
	Sergipe (SE)	24 empresas
	Bahia (BA)	76 empresas
	Rio Grande do Norte (RN)	29 empresas
	TOTAL (REGIÃO NORDESTE)	288 empresas
Norte	Amazonas (AM)	11 empresas
	Roraima (RR)	3 empresas
	Amapá (AP)	4 empresas
	Pará (PA)	202 empresas
	Tocantins (TO)	13 empresas
	Rondônia (RO)	10 empresas
	Acre (AC)	3 empresas
	TOTAL (REGIÃO NORTE)	246 empresas
Centro-Oeste	Mato Grosso (MT)	46 empresas
	Mato Grosso do Sul (MS)	17 empresas
	Goiás (GO)	64 empresas
	Distrito Federal (DF)	44 empresas
	TOTAL (REGIÃO CENTRO)	171 empresas

Fonte: Adaptado de América do Sol (2017).

4.1 Diagnóstico do setor fotovoltaico no Estado do Maranhão

Segundo dados da Secretária de Estado de Indústria e Comércio do Maranhão (2016), o Maranhão está em uma das regiões com maior incidência de raios solares do país, o que representa um potencial para a instalação de parques para produção de energia fotovoltaica e sistemas fotovoltaicos.

O Governo do Estado tem incentivado a atividade por meio dos incentivos à pesquisa, desenvolvimento e inovação em projetos no setor fotovoltaico no Estado. Além da energia solar, outras fontes de energias renováveis são vislumbradas como promissoras, mesmo que ainda incipientes em nossa região, tais como: energia eólica, biomassa e energia oceânica.

A Secretaria de Estado da Fazenda do Maranhão (Sefaz) apresentou no dia 20 de novembro de 2015 a Resolução Administrativa nº 24/2015 que isenta o ICMS até 2021 para aquisição de equipamentos por empresas e consumidores que pretendam investir em projetos de geração de energia solar e eólica no Maranhão.

Geograficamente, o Estado do Maranhão possui 217 municípios e é dividido em cinco mesorregiões: Norte Maranhense, Leste Maranhense, Oeste Maranhense, Centro Maranhense e Sul Maranhense, conforme ilustra a figura 16. Com relação aos dados de irradiação solar incidente médios de alguns municípios destas regiões do Maranhão, estes serão novamente projetados a partir do programa SunData e posteriormente analisados os resultados obtidos.

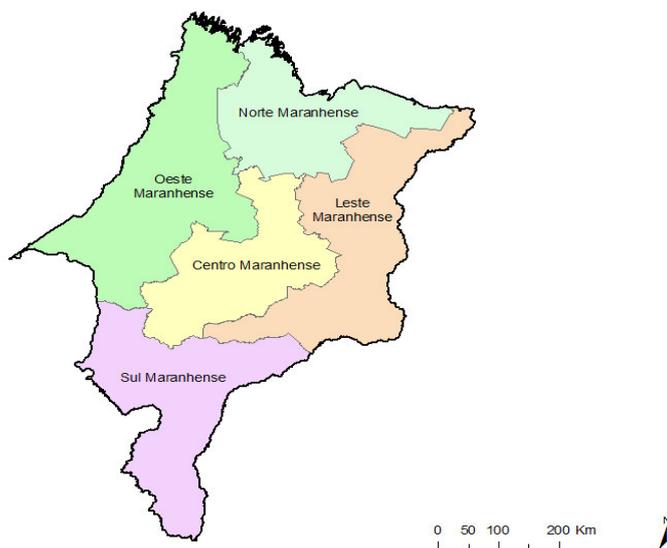


Figura 16 – Mesorregiões do Estado do Maranhão.
Fonte: Base cartográfica do IBGE (2016).

4.1.1 Norte Maranhense

A mesorregião do Norte Maranhense é composta por 60 municípios agrupados em seis microrregiões, formando assim, a mesorregião mais populosa e econômica do Maranhão. As microrregiões são compostas pela Aglomeração Urbana de São Luís, Baixada Maranhense, Itapecuru Mirim, Lençóis Maranhenses, Litoral Ocidental Maranhense e Rosário.

Na figura 17 segue a projeção dos dados de irradiação solar incidente do município de São Luís (MA), apresentando um média de 4,91 kWh/m².dia.

Estação: Sao Luiz
Município: São Luís , MA - BRA
Latitude: 2,5° S
Longitude: 44,302597° O
Distância do ponto de ref. (2,549997° S; 44,072397° O):26,2 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
✓	Plano Horizontal	0° N	4,33	4,28	4,06	3,89	4,44	4,75	5,31	5,89	5,78	6,03	5,03	5,17	4,91	2,14
☐	Ângulo igual a latitude	3° N	4,26	4,24	4,05	3,92	4,52	4,86	5,43	5,98	5,80	5,98	4,95	5,06	4,92	2,06
☐	Maior média anual	4° N	4,23	4,22	4,05	3,93	4,54	4,90	5,47	6,00	5,80	5,96	4,92	5,02	4,92	2,08
☐	Maior mínimo mensal	13° N	3,97	4,05	3,98	3,96	4,71	5,17	5,76	6,18	5,76	5,71	4,61	4,64	4,87	2,21

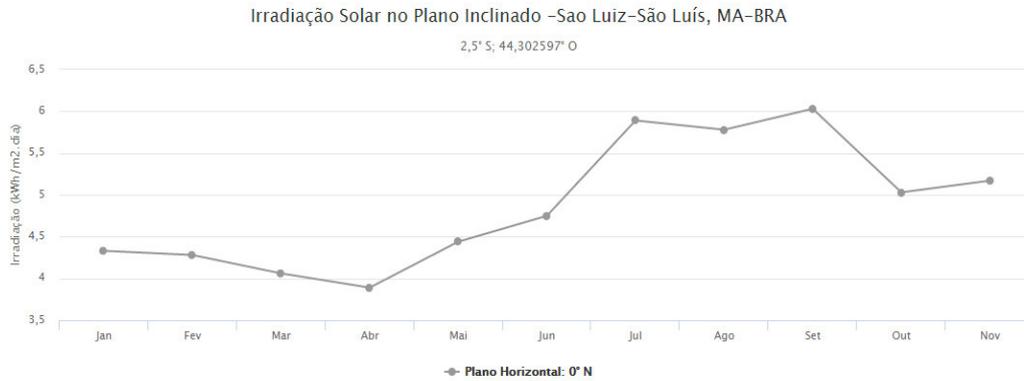


Figura 17 – Irradiação solar diária média mensal de São Luís (MA).
Fonte: CRESESB (2016).

4.1.2 Leste Maranhense

A mesorregião do Leste Maranhense é composta por 44 municípios agrupados em seis microrregiões. As microrregiões são compostas por Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Baixo Parnaíba Maranhense, Caxias e Chapadas do Alto Itapecuru. Na figura 18 segue a projeção dos dados de irradiação solar incidente do município de Chapadinha (MA), apresentando uma média de 5,33 kWh/m².dia, superior ao constatada no Norte Maranhense.

Estação: Chapadinha
Município: Chapadinha , MA - BRA
Latitude: 3,7° S
Longitude: 43,360277° O
Distância do ponto de ref. (2,549997° S; 44,072397° O):150,5 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
✓	Plano Horizontal	0° N	4,42	4,81	4,67	4,56	5,25	5,03	5,53	6,22	6,06	6,14	5,92	5,31	5,33	1,80
☐	Ângulo igual a latitude	3° N	4,34	4,76	4,66	4,60	5,35	5,15	5,66	6,32	6,08	6,08	5,81	5,20	5,33	1,97
☐	Maior média anual	4° N	4,32	4,74	4,66	4,61	5,39	5,19	5,70	6,34	6,08	6,06	5,77	5,16	5,34	2,03
☐	Maior mínimo mensal	4° S	4,51	4,86	4,67	4,50	5,10	4,85	5,34	6,07	6,02	6,19	6,05	5,45	5,30	1,70



Figura 18 – Irradiação solar diária média mensal de Chapadinha (MA).
Fonte: CRESESB (2016).

4.1.3 Oeste Maranhense

A mesorregião do Oeste Maranhense é composta por 52 municípios agrupados em três microrregiões. As microrregiões são compostas por Imperatriz, Pindaré e Gurupi. Na figura 19 segue a projeção dos dados de irradiação solar incidente do município de Turiacu (MA), apresentando uma média de 4,85 kWh/m².dia.

Estação: Turiacu
Município: Turiacu, MA - BRA
Latitude: 1,7° S
Longitude: -45,371666° O
Distância do ponto de ref. (2,549997° S; 44,072397° O): 172,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☑	Plano Horizontal	0° N	4,06	4,56	3,94	4,03	4,39	4,61	4,97	5,61	5,58	5,69	5,72	5,00	4,85	1,78
☐	Ângulo igual a latitude	3° N	4,00	4,51	3,93	4,06	4,47	4,72	5,08	5,69	5,59	5,64	5,62	4,90	4,85	1,76
☐	Maior média anual	3° N	4,00	4,51	3,93	4,06	4,47	4,72	5,08	5,69	5,59	5,64	5,62	4,90	4,85	1,76
☐	Maior mínimo mensal	1° S	4,08	4,57	3,94	4,02	4,36	4,57	4,93	5,58	5,57	5,70	5,75	5,03	4,84	1,81

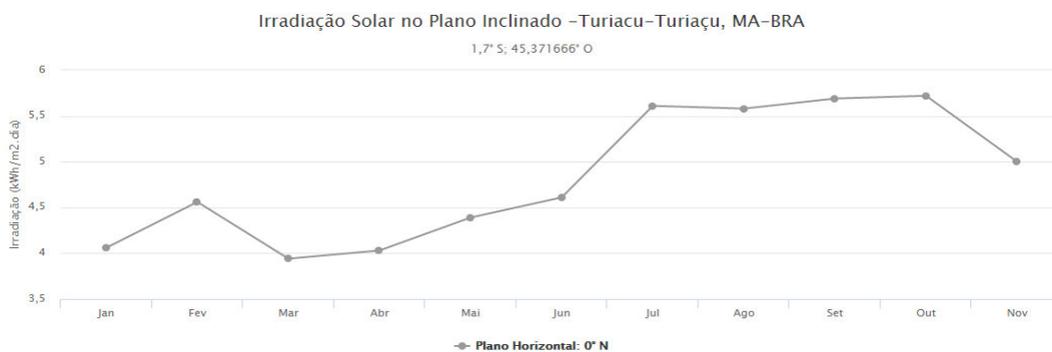


Figura 19 – Irradiação solar diária média mensal de Turiacu (MA).
 Fonte: CRESESB (2016).

A figura 20 apresenta a projeção dos dados de irradiação solar compilados dos municípios de São Luís, Chapadilha e Turiacu, apresentando uma média de 5,03 kWh/m².dia, representando uma ótima condição solarimétrica para investimentos no mercado fotovoltaico no Estado.

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]			Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☑	São Luís	São Luís	MA	BRA	2,5° S	44,302597° O	26,2	4,33	4,28	4,08	3,89	4,44	4,75	5,31	5,89	5,78	6,03	5,03	5,17	4,91	2,14
☑	Chapadilha	Chapadilha	MA	BRA	3,7° S	43,360277° O	150,5	4,42	4,81	4,67	4,56	5,25	5,03	5,53	6,22	6,06	6,14	5,92	5,31	5,33	1,80
☑	Turiacu	Turiacu	MA	BRA	1,7° S	45,371666° O	172,8	4,06	4,56	3,94	4,03	4,39	4,61	4,97	5,61	5,58	5,69	5,72	5,00	4,85	1,78



Figura 20 – Irradiação solar diária média mensal de três municípios do Maranhão.
 Fonte: CRESESB (2016).

4.1.4 Centro Maranhense

A mesorregião do Centro Maranhense é composta por 42 municípios agrupados em três microrregiões. As microrregiões são compostas por Presidente Dutra, Alto Mearim e Grajaú e Médio Mearim. Na figura 21 segue a projeção dos dados de irradiação solar incidente do município de Barra do Corda (MA), apresentando uma média de 4,84 kWh/m².dia.

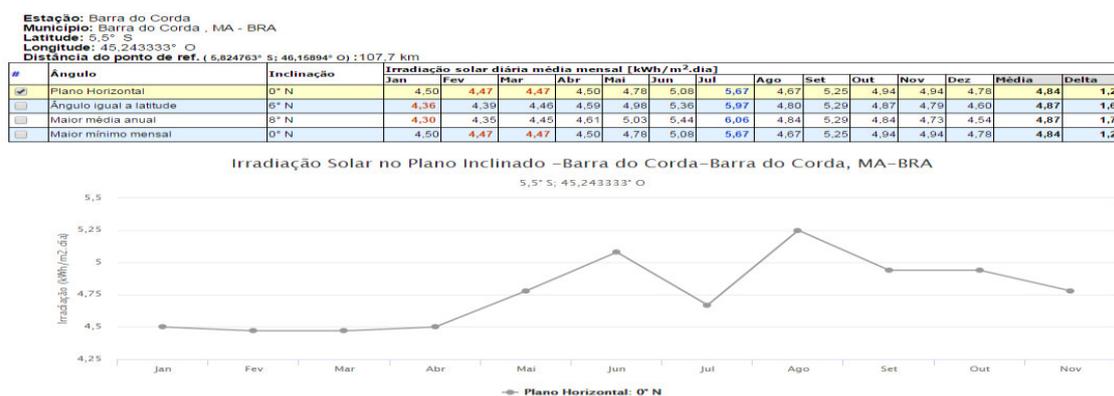


Figura 21 – Irradiação solar diária média mensal de Barra do Corda (MA).
Fonte: CRESESB (2016).

4.1.5 Sul Maranhense

A mesorregião do Sul Maranhense é composta por 19 municípios agrupados em três microrregiões. As microrregiões são compostas por Porto Franco, Chapadas das Mangabeiras e Gerais de Balsas. Na figura 22 segue a projeção dos dados de irradiação solar incidente do município de Carolina (MA), apresentando uma média de 5,04 kWh/m².dia.

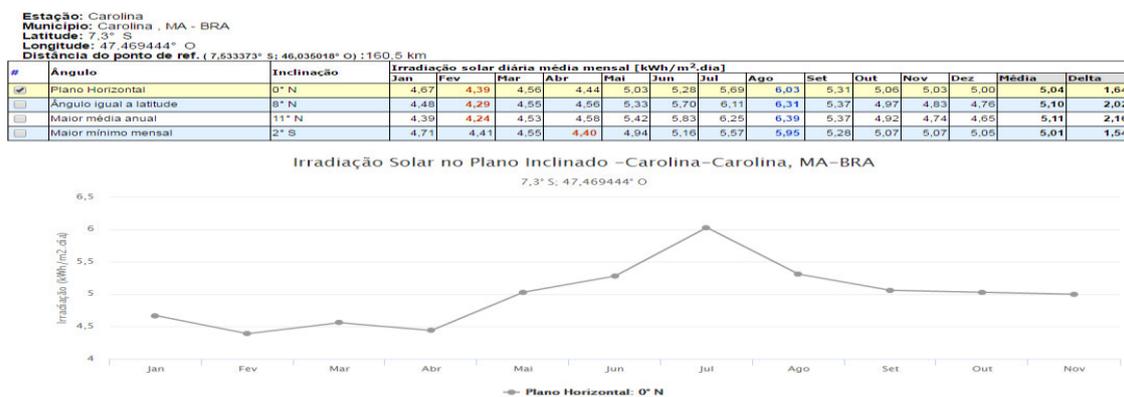


Figura 22 – Irradiação solar diária média mensal de Carolina (MA).
Fonte: CRESESB (2016).

Segundo dados atualizados de julho de 2017 do Portal América do Sol, o Estado do Maranhão possui dezessete empresas presentes no mercado fotovoltaico nos mais diversos serviços, localizadas nos municípios de São Luís, Imperatriz, São José de Ribamar, Lago da Pedra e Amarante do Maranhão, sendo detalhadas no Apêndice B. Os nomes das empresas foram substituídos por algarismos alfanuméricos.

4.2 Mercado incipiente de empresas e consumidores do setor fotovoltaico no Estado do Maranhão

Apesar de apresentar condições climáticas favoráveis para o investimento neste setor, o Maranhão possui apenas dezessete empresas do setor fotovoltaico cadastradas no Portal América do Sol (2017), delimitando a população às informações e as contratações diretas de serviços que possibilite produzir energia elétrica para o seu próprio consumo e comercializar o excedente. A medida que se restringe tais informações, consequentemente promove-se a baixa capilaridade deste negócio, não alcançando assim, possíveis novos clientes e abrangência deste mercado.

Segundo a Aneel (2016), o Maranhão possui a segunda maior tarifa residencial (R\$ 0,502/kWh) dentre os Estados da Região Nordeste, como ilustrado na figura 23, onde com a adoção do sistema fotovoltaico, promoveria uma redução significativa na conta de energia do consumidor.

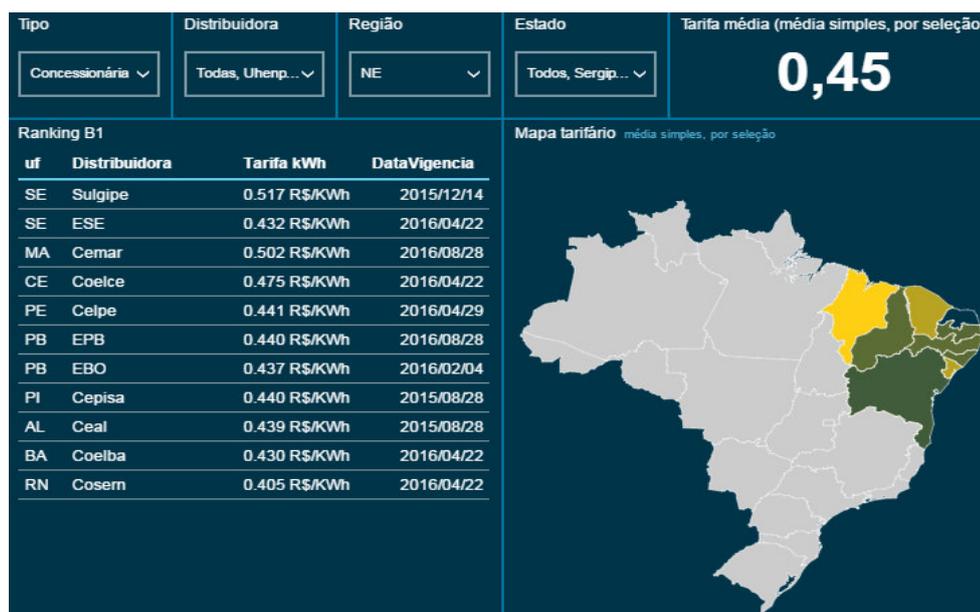


Figura 23 – Ranking das tarifas residenciais da região Nordeste.

Fonte: ANEEL (2016).

Segundo o Portal Solar (2016), o aumento das tarifas de energia elétrica está tornando os sistemas fotovoltaicos não só mais atraentes financeiramente como também uma necessidade para o Governo superar a eminente crise de energia, além de apresentar benefícios econômicos e socioambientais.

Em 2016 a EPE, por meio do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, divulgou dois dados importantes sob a ótica do consumidor residencial: o consumo médio total por região e Estados (kWh/mês), conforme ilustra o quadro 7 e dados populacionais e consumo *per capita* (kWh/habitante), disponíveis no quadro 8.

Quadro 7 – Consumo médio residencial por região e do Estado do Maranhão (kWh/mês).

Ano	2011	2012	2013	2014	2015
Consumo (kWh/mês)					
Brasil	155,8	158,9	163,0	167,2	161,5
Sul	174,8	178,5	181,6	120,6	112,5
Sudeste	176,6	179,8	181,1	212,4	202,6
Centro	163,9	168,7	173,7	180,0	176,9
Norte	155,2	160,5	167,1	192,3	196,8
Nordeste	106,4	108,9	117,8	128,0	127,9
Maranhão	99,4	103,9	112,8	118,8	120,8

Fonte: Adaptado da EPE (2016).

Quadro 8 – População e consumo *per capita* (kWh/habitante).

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
População (mil)						Consumo per capita (kWh/habitante)				
Brasil	198.319	200.138	201.901	203.610	205.266	2.447	2.239	2.294	2.335	2.266
Sul	28.453	28.682	28.906	29.123	29.335	2.617	2.702	2.781	2.912	2.796
Sudeste	83.449	84.130	84.791	85.431	86.051	2.764	2.796	2.832	2.846	2.729
Centro	14.646	14.878	15.106	15.331	15.552	1.926	2.065	2.168	2.243	2.242
Norte	16.600	16.857	17.107	17.352	17.590	1.672	1.726	1.765	1.865	1.906
Nordeste	55.170	55.590	55.990	56.373	56.738	1.303	1.360	1.423	1.432	1.410
Maranhão	6.703	6.764	6.823	6.878	6.929	1.798	1.730	1.612	1.265	1.016

Fonte: Adaptado da EPE (2016).

Quanto aos aspectos econômicos, o custo inicial para se investir em sistemas fotovoltaicos ainda representa um entrave na aquisição destes pelos consumidores que ainda não conseguem fazer o investimento. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2016 apontam o Estado do Maranhão com a menor renda *per capita* do Brasil, no valor de R\$ 575,00, conforme ilustra a figura 24.

No Apêndice C têm-se o quadro comparativo de todos os municípios do Estado do Maranhão e suas respectivas rendas *per capita* (ano base 2016).

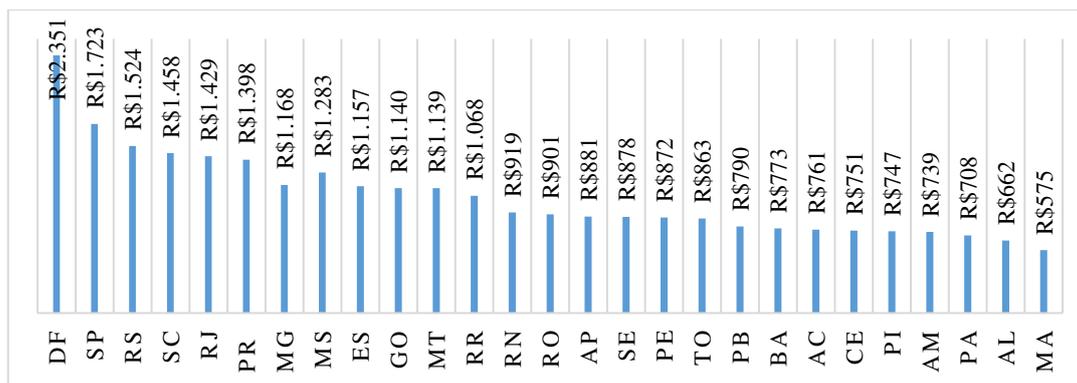


Figura 24 – Renda nominal mensal domiciliar *per capita* dos estados brasileiros em 2016.
Fonte: Adaptado do IBGE (2016).

Ainda segundo o IBGE (2016), dez municípios das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste lideram o *ranking* de maior renda *per capita* do Brasil. Em contrapartida, outros dez municípios apresentam a menor renda *per capita*, sendo sete deles localizados no Estado do Maranhão, conforme demonstra o quadro 9.

Quadro 9 – Municípios brasileiros com maior e menor renda *per capita* em 2016.

Município	Estado	Mesorregião	Renda <i>per capita</i>	Posição
São Caetano do Sul	São Paulo	-	R\$ 2043,74	1°
Niterói	Rio de Janeiro	-	R\$ 2000,29	2°
Vitória	Espírito Santo	-	R\$ 1866,58	3°
Santana de Parnaíba	São Paulo	-	R\$ 1858,69	4°
Florianópolis	Santa Catarina	-	R\$ 1798,12	5°
Porto Alegre	Rio Grande do Sul	-	R\$ 1758,27	6°
Nova Lima	Minas Gerais	-	R\$ 1731,84	7°
Brasília	Distrito Federal	-	R\$ 1715,11	8°
Santos	São Paulo	-	R\$ 1693,65	9°
Balneário Camboriú	Santa Catarina	-	R\$ 1625,59	10°
Jenipapo dos Vieiras	Maranhão	Centro Maranhense	R\$ 127,24	5557°
Humberto de Campos	Maranhão	Norte Maranhense	R\$ 125,91	5558°
Serrano do Maranhão	Maranhão	Norte Maranhense	R\$ 123,44	5559°
Uiramutã	Roraima	-	R\$ 123,16	5560°
Santo Antônio do Içá	Amazonas	-	R\$ 122,21	5561°
Amajari	Roraima	-	R\$ 121,32	5562°
Cachoeira Grande	Maranhão	Norte Maranhense	R\$ 110,65	5563°
Belágua	Maranhão	Leste Maranhense	R\$ 107,14	5564°
Fernando Falcão	Maranhão	Centro Maranhense	R\$ 106,99	5565°
Marajá do Sena	Maranhão	Oeste Maranhense	R\$ 96,25	5566°

Fonte: Adaptado do IBGE (2016).

No quadro 10, têm-se o cruzamento das informações por mesorregião do Estado do Maranhão (cidade escolhida para projeção dos dados pelo programa SunData), população estimada em 2016 segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,

densidade demográfica com dados referentes de 2010 disponibilizados pelo IBGE e a média de irradiação solar por localidade, projetada pelo programa SunData.

Nota-se que mesmo apresentando médias de irradiação solar favoráveis para se investir no segmento fotovoltaico no Maranhão, a renda *per capita* da população é muito baixa e apresenta-se como um dos entraves para a aquisição de sistemas fotovoltaicos pelos consumidores.

Quadro 10 – Cruzamento de dados por mesorregião (cidade escolhida) do Estado do Maranhão.

Mesorregião (cidade)	População Estimada	Densid. Demográfica (hab./km ²)	Média de Irradiação Solar (kWh/m ² .dia)	Renda <i>per capita</i>
Norte (São Luís)	1.082.935	1,215,69	4,91	R\$ 805,36
Leste (Chapadinha)	78.348	22,59	5,33	R\$ 251,75
Oeste (Turiaçu)	34.949	13,16	4,85	R\$ 171,50
Centro (Barra do Corda)	86.662	15,92	4,84	R\$ 305,61
Sul (Carolina)	23.833	3,72	5,04	R\$ 334,51

Fonte: Adaptado do IBGE (2016) e CRESESB (2016).

Segundo o censo demográfico do IBGE (2010), lançado a cada dez anos, o Maranhão é o Estado que detém o maior percentual da população morando em áreas rurais. Pelos dados divulgados, seis milhões e quinhentos mil maranhenses vivem na zona rural, totalizando 36,9% da população maranhense.

Devido à distância destas cidades, há certas dificuldades de instalação de sistemas fotovoltaicos nessas regiões, tais como: infraestrutura, custo elevado para se levar a energia necessária até essas localidades, falta de mão de obra especializada dentre outros fatores.

Importante salientar que há alguns investimentos sendo feitos nestas áreas por parte do Governo do Estado, como por exemplo, entregas de *kits* de energia solar em agro polos e também de captação de energia solar para irrigação de plantações. Tais iniciativas fortalecem a agricultura familiar e desonera a produção dessas comunidades na obtenção de energia.

4.3 Conexão de microgeração distribuída ao sistema de distribuição no Estado do Maranhão

Conforme visto no tópico 2.5, caso o consumidor queira se beneficiar do sistema de compensação de créditos de energia, alguns pontos devem ser elencados. No Estado

do Maranhão, em 01 de março de 2016, a Companhia Energética do Maranhão (Cemar) divulgou a Norma Técnica (NT) – NT.31.020, intitulada “Conexão de microgeração distribuída ao sistema de distribuição em baixa tensão”.

Esta NT tem como finalidade estabelecer os critérios e requisitos técnicos, para acesso de unidades consumidoras (acessantes), novas ou existentes, caracterizadas como microgeração distribuída, que façam a adesão ao sistema de compensação de energia elétrica, conectados à rede de distribuição de energia elétrica da Cemar, de forma a facilitar o fluxo de informações e simplificar o atendimento a estes consumidores.

Para o cumprimento da solicitação de acesso de microgeração distribuída por parte do consumidor, uma documentação é obrigatória para ser entregue junto a concessionária, conforme o Apêndice D e, também, o preenchimento do formulário de solicitação de acesso para microgeração distribuída.

De acordo com a Cemar (2016), toda esta documentação técnica deverá ser enviada para seu e-mail corporativo e, em até 24 horas úteis, o cliente receberá o protocolo de atendimento. Finalizada esta etapa, a efetivação da conexão do sistema será realizada pela Cemar, conforme ilustra a figura 25.

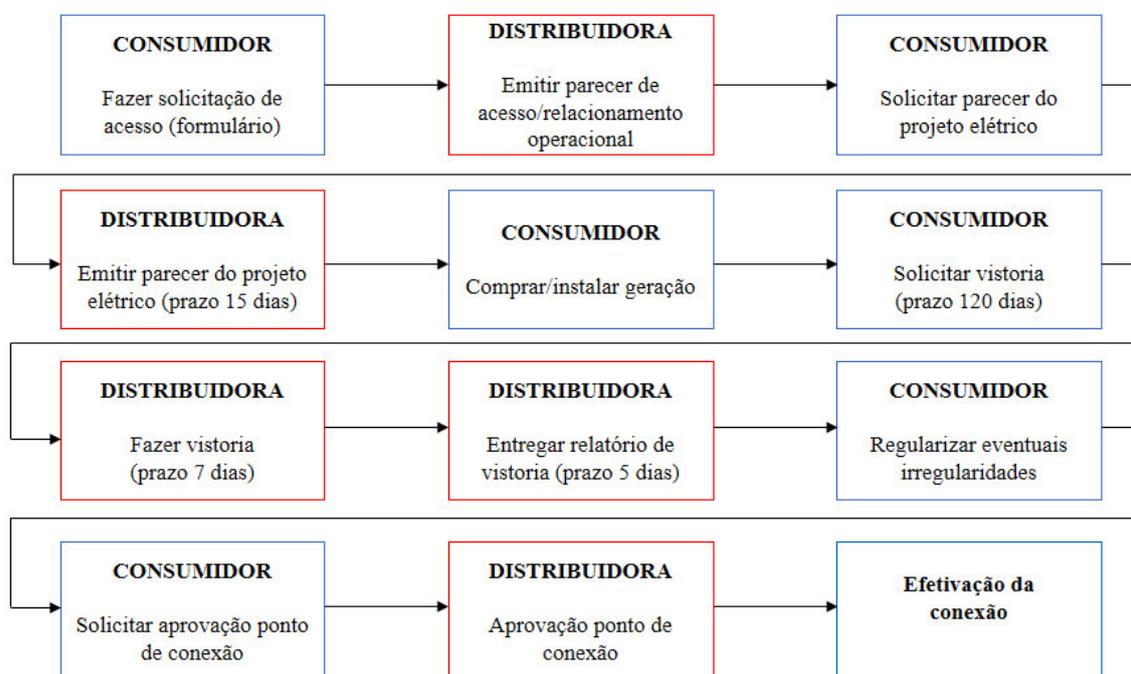


Figura 25 – Etapas de acesso de microgeradores ao sistema de distribuição da concessionária.

Fonte: Adaptado da CEMAR (2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, uma análise de investimentos é feita por meio das seguintes etapas: projeção do fluxo de caixa, avaliação dos fluxos de caixa, cálculo da taxa de desconto, escolha da melhor alternativa de investimento por meio do uso de indicadores de viabilidade econômica (*payback*, VPL, TIR e IL) e análise de sensibilidade (estimativas no retorno do investimento).

Para a elaboração do fluxo de caixa, o investimento inicial no sistema fotovoltaico foi baseado na média do consumo anual residencial (kWh) dos municípios estudados e, diante deste valor, foi projetado no simulador solar do Portal Solar (2017), acrescido de 20% sob o valor do sistema em decorrência dos custos de frete e instalação dos equipamentos, conforme demonstra o quadro 11.

Quadro 11 – Preço médio dos *kits* solares para os municípios do Estado do Maranhão estudados.

Município	Valor médio (Investimento inicial)
Açailândia	R\$ 14.054,40
Alto Parnaíba	R\$ 17.348,40
Balsas	R\$ 17.128,00
Estreito	R\$ 17.054,40
Imperatriz	R\$ 16.689,60
Paço do Lumiar	R\$ 12.736,80
Pedreiras	R\$ 14.383,80
Porto Franco	R\$ 16.579,80
São José de Ribamar	R\$ 14.274,00
São Luís	R\$ 18.787,20

Fonte: O autor (2017).

O quadro 12 apresenta o consumo médio anual residencial de 2016 para os dez municípios do Estado do Maranhão (maiores rendas *per capita*), conforme detalhado no Apêndice A – consumo médio mensal residencial de alguns municípios do Estado do Maranhão em 2016 – disponibilizados pela concessionária local.

De posse do valor de geração anual, foi detalhada a geração esperada no primeiro ano para cada município e, baseados nestes valores, foram estimados os valores de geração futuros considerando a depreciação do painel fotovoltaico (estimado em 0,8% a.a. com base no *datasheet* de alguns fabricantes de painéis comercializados no Brasil).

Outro ponto a ser considerado na instalação de sistemas fotovoltaicos são as perdas esperadas e quantificadas em sistemas conectados à rede. Estudiosos do segmento atribuem tais perdas típicas a determinados fatores, tais como: sombreamento,

temperatura no módulo, degradação na incidência solar inicial, sujidades nos módulos dentre outros fatores, conforme elucidam Laronde e Vallina (2010).

No quadro 13 têm-se as perdas típicas quantificadas em um sistema fotovoltaico conectado à rede, num valor estimado de 18%. A partir de tais perdas, pode-se estimar valores mais reais e concretos aos estudos de viabilidade econômica.

Quanto ao reajuste tarifário, foi levantado o reajuste realizado em 2016 no Estado do Maranhão, no valor correspondente de 8,24% ao ano na tarifa (com base em estatísticas passadas da Aneel para o ano de 2016 e previsões do IGPM e IRT). Segundo a Aneel (2016), “os valores de reajuste tarifário no Estado do Maranhão a partir de 2016 são os seguintes: para os consumidores residenciais, a alta média será de 8,24% e para a indústria a elevação média será de 8,28%”.

Quadro 12 – Geração esperada para os municípios do Estado do Maranhão estudados.

Município	Geração anual (kWh/ano)	Geração com perdas (18%) (kWh/ano)
Açailândia	1852,95	1519,4190
Alto Parnaíba	2279,74	1869,3868
Balsas	2263,02	1855,6764
Estreito	2706,69	2219,4858
Imperatriz	2644,85	2168,7770
Paço do Lumiar	1996,19	1636,8758
Pedreiras	1837,49	1506,7418
Porto Franco	2200,63	1804,5166
São José de Ribamar	1897,53	1555,9746
São Luís	2598,72	2130,9504

Fonte: O autor (2017).

Quadro 13 – Perdas típicas em um sistema fotovoltaico conectado à rede.

Perdas	Valor considerado	Varição mínima e máxima de perda
Desvio no rendimento nominal do módulo (dados de placa) e da radiação de 1000 W/m ²	2,5%	- 5% a 10%
Temperatura no módulo	3,5%	- 3% a 6%
Perdas nos condutores no lado DC	2%	1% a 3%
Perdas nos condutores no lado AC	1%	0,7% a 2%
Eficiência do inversor na conversão	1,5%	1% a 15%
Mismatch no MPPT (controlador de carga)	2%	1,5% a 3%
Sombreamento	0%	0 a 100%
Diodos e conexões	0,5%	0,3% a 0,5%
Transformadores	2%	2% a 4%
Sistema solar-tracking (rastreamento solar)	0%	0 a 2%
Degradação na incidência solar inicial	1%	1% a 10%
Indisponibilidade do sistema	0%	0 a 0,5%
Sujeira nos módulos	2%	2% a 25%
Total de perdas	18%	-

Fonte: Adaptado de Laronde e Vallina (2010).

Por fim, outro ponto importante a ser mensurado é o custo de manutenção, referente à limpeza dos painéis, reaperto de conexões dentre outros, onde apesar de mínimos, custam em média R\$ 150,00 e atualizados em 3% ao ano, corroborando com Miranda (2014) e pesquisa de mercado com empresários do ramo em São Luís/MA.

Corroborando com Miranda (2014), o *payback* é o período de tempo necessário para que se obtenha retorno de todo o investimento executado em dada aplicação. Apesar de ser um método de análise geral, é limitado se comparado aos demais indicadores. Nesse indicador não é considerado o risco, correção monetária ou financiamento, limitando-se ao valor onde o lucro líquido iguala ao valor aplicado no investimento analisado.

Para exemplificar o cálculo do *payback*, realizado no *Microsoft Excel* 2016, o quadro 14 apresenta os dados projetados para o município de Estreito/MA, tendo o retorno do investimento feito inicialmente no período de 10,6 anos e o quadro 15 apresenta todos os dados referentes dos demais municípios do Estado do Maranhão estudados. Todo o memorial de cálculo encontra-se detalhado no Apêndice E.

Quadro 14 – *Payback* estimado para o município de Estreito/MA.

Ano	Geração com Depreciação*	Geração com Perdas (18%)**	Tarifa elétrica (kWh)***	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado
0					- R\$ 17.054,40
1	2706,69	2219,48	0,502	R\$ 1.114,18	- R\$ 15.940,22
2	2685,03648	2201,729914	0,5433648	R\$ 1.196,34	- R\$ 14.743,88
3	2663,556188	2184,116074	0,58813806	R\$ 1.284,56	- R\$ 13.459,32
4	2642,247739	2166,643146	0,636600636	R\$ 1.379,29	- R\$ 12.080,03
5	2621,109757	2149,310001	0,689056528	R\$ 1.481,00	- R\$ 10.599,03
6	2600,140879	2132,115521	0,745834786	R\$ 1.590,21	- R\$ 9.008,83
7	2579,339752	2115,058596	0,807291572	R\$ 1.707,47	- R\$ 7.301,36
8	2558,705034	2098,138128	0,873812398	R\$ 1.833,38	- R\$ 5.467,98
9	2538,235393	2081,353023	0,945814539	R\$ 1.968,57	- R\$ 3.499,41
10	2517,92951	2064,702198	1,023749657	R\$ 2.113,74	- R\$ 1.385,67
11	2497,786074	2048,184581	1,108106629	R\$ 2.269,61	R\$ 883,94
* Depreciação estimada do painel fotovoltaico em 0,8% a.a. (base no <i>datasheet</i> da maioria dos fabricantes)					
** Perdas elétricas consideradas em 18% a.a.					
*** Reajuste de 8,24% a.a. na tarifa (base em estatísticas passadas pela Aneel e previsões do IGPM e IRT)					

Fonte: O autor (2017).

Quadro 15 – *Payback* estimado para os municípios do Estado do Maranhão estudados.

Município	<i>Payback</i> estimado
Açailândia	12,06 anos
Alto Parnaíba	12,08 anos
Balsas	12,04 anos
Estreito	10,61 anos
Imperatriz	10,62 anos
Paço do Lumiar	10,70 anos
Pedreiras	12,30 anos
Porto Franco	12,01 anos
São José de Ribamar	12,21 anos
São Luís	11,60 anos

Fonte: O autor (2017).

No que se refere aos indicadores de viabilidade econômica VPL, TIR e IL, o quadro 16 apresenta como exemplo os dados projetados também para o município de Estreito/MA, correspondente a taxa de atratividade de 4% ao ano.

Para a análise destes indicadores, serão levados em consideração a análise comparativa das taxas de atratividade consideradas no tópico 3.2.5 – 4% ao ano, 4,7% ao ano, 6,18% ao ano e 6,5% ao ano – respectivamente. O quadro 17 apresenta todos os dados referentes a estes indicadores dos municípios do Estado do Maranhão estudados e todo o memorial de cálculo encontra-se detalhado no Apêndice E. Todos os cálculos para estes indicadores foram efetuados no *Microsoft Excel* 2016.

Quadro 16 – VPL, TIR e IL estimados para o município de Estreito/MA.

Ano	Geração com Depreciação (*)	Geração com Perdas (18%) (**)	Tarifa elétrica (kWh) (***)	Remuneração	Custo de Manutenção (****)	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)
1	2706,69	2219,48	0,502	R\$ 1.114,18	R\$ 150,00	R\$ 964,18	R\$ 927,10
2	2685,03648	2201,729914	0,5433648	R\$ 1.196,34	R\$ 154,50	R\$ 1.041,84	R\$ 963,24
3	2663,556188	2184,116074	0,58813806	R\$ 1.284,56	R\$ 159,14	R\$ 1.125,43	R\$ 1.000,50
4	2642,247739	2166,643146	0,636600636	R\$ 1.379,29	R\$ 163,91	R\$ 1.215,38	R\$ 1.038,91
5	2621,109757	2149,310001	0,689056528	R\$ 1.481,00	R\$ 168,83	R\$ 1.312,17	R\$ 1.078,51
6	2600,140879	2132,115521	0,745834786	R\$ 1.590,21	R\$ 173,89	R\$ 1.416,31	R\$ 1.119,33
7	2579,339752	2115,058596	0,807291572	R\$ 1.707,47	R\$ 179,11	R\$ 1.528,36	R\$ 1.161,43
8	2558,705034	2098,138128	0,873812398	R\$ 1.833,38	R\$ 184,48	R\$ 1.648,90	R\$ 1.204,83
9	2538,235393	2081,353023	0,945814539	R\$ 1.968,57	R\$ 190,02	R\$ 1.778,56	R\$ 1.249,59
10	2517,92951	2064,702198	1,023749657	R\$ 2.113,74	R\$ 195,72	R\$ 1.918,02	R\$ 1.295,75
11	2497,786074	2048,184581	1,108106629	R\$ 2.269,61	R\$ 201,59	R\$ 2.068,02	R\$ 1.343,35
12	2477,803786	2031,799104	1,199414615	R\$ 2.436,97	R\$ 207,64	R\$ 2.229,33	R\$ 1.392,44
13	2457,981355	2015,544711	1,29824638	R\$ 2.616,67	R\$ 213,86	R\$ 2.402,81	R\$ 1.443,07
14	2438,317504	1999,420354	1,405221881	R\$ 2.809,63	R\$ 220,28	R\$ 2.589,35	R\$ 1.495,28

15	2418,810964	1983,424991	1,521012165	R\$ 3.016,81	R\$ 226,89	R\$ 2.789,93	R\$ 1.549,15
16	2399,460477	1967,557591	1,646343567	R\$ 3.239,28	R\$ 233,70	R\$ 3.005,58	R\$ 1.604,70
17	2380,264793	1951,81713	1,782002277	R\$ 3.478,14	R\$ 240,71	R\$ 3.237,44	R\$ 1.662,01
18	2361,222675	1936,202593	1,928839264	R\$ 3.734,62	R\$ 247,93	R\$ 3.486,70	R\$ 1.721,13
19	2342,332893	1920,712972	2,08777562	R\$ 4.010,02	R\$ 255,36	R\$ 3.754,65	R\$ 1.782,12
20	2323,59423	1905,347269	2,259808331	R\$ 4.305,72	R\$ 263,03	R\$ 4.042,69	R\$ 1.845,03
21	2305,005476	1890,10449	2,446016537	R\$ 4.623,23	R\$ 270,92	R\$ 4.352,31	R\$ 1.909,94
22	2286,565432	1874,983655	2,6475683	R\$ 4.964,15	R\$ 279,04	R\$ 4.685,10	R\$ 1.976,90
23	2268,272909	1859,983785	2,865727928	R\$ 5.330,21	R\$ 287,42	R\$ 5.042,79	R\$ 2.045,99
24	2250,126726	1845,103915	3,101863909	R\$ 5.723,26	R\$ 296,04	R\$ 5.427,22	R\$ 2.117,28
25	2232,125712	1830,343084	3,357457495	R\$ 6.145,30	R\$ 304,92	R\$ 5.840,38	R\$ 2.190,82
							R\$ 37.118,41
				VPL	R\$ 20.064,01	VPL > 0	
				TIR	6,00%	TIR > TMA	
				IL	2,18	IL > 1,0	
* Depreciação estimada do painel fotovoltaico em 0,8% a.a. (base no <i>datasheet</i> da maioria dos fabricantes)							
** Perdas elétricas consideradas em 18% a.a.							
*** Reajuste de 8,24% a.a. na tarifa (base em estatísticas passadas pela Aneel e previsões do IGPM e IRT)							
**** Custo com manutenção atualizados em 3% a.a.							

Fonte: O autor (2017).

Analisando-se o quadro 16 é viável investir-se no setor fotovoltaico no município de Estreito/MA. Segundo as regras de decisão para os indicadores econômicos apresentados: $VPL > 0$ ($VPL = R\$ 20.064,01$) é viável, pois os retornos oferecidos cobrirão o capital investido, a $TIR > TMA$ ($6\% > 4\%$) devendo-se aceitar o projeto e o $IL > 1$ ($IL = 2,18$), recomendando-se o projeto de investimento.

Quadro 17 – VPL, TIR e IL estimados para os municípios estudados.

Município do Estado	Taxas	4% a.a.			4,7% a.a.			6,18% a.a.			6,5% a.a.		
	Payback	VPL	TIR	IL	VPL	TIR	IL	VPL	TIR	IL	VPL	TIR	IL
Açailândia	12,06 anos	R\$ 10.340,90	4,04%	1,74	R\$ 8.041,32	3,34%	1,57	R\$ 4.039,12	1,9%	1,29	R\$ 3.303,06	1,6%	1,24
Alto Parnaíba	12,08 anos	R\$ 13.407,26	4,23%	1,77	R\$ 10.519,18	3,54%	1,61	R\$ 5.491,05	2,1%	1,32	R\$ 4.566,00	1,79%	1,26
Balsas	12,04 anos	R\$ 13.377,68	4,27%	1,78	R\$ 10.512,67	3,57%	1,61	R\$ 5.524,72	2,13%	1,32	R\$ 4.607,08	1,82%	1,27
Estreito	10,61 anos	R\$ 20.064,01	6,0%	2,18	R\$ 16.587,22	5,29%	1,61	R\$ 10.532,75	3,83%	1,62	R\$ 9.418,67	3,52%	1,55
Imperatriz	10,62 anos	R\$ 19.507,22	5,97%	2,17	R\$ 16.115,70	5,26%	1,97	R\$ 10.209,89	3,79%	1,61	R\$ 9.123,18	3,48%	1,54
Paço do Lumiar	10,70 anos	R\$ 13.793,17	5,58%	2,08	R\$ 11.296,08	4,87%	1,89	R\$ 6.949,56	3,41%	1,55	R\$ 6.150,07	3,10%	1,48
Pedreiras	12,30 anos	R\$ 9.781,10	4,0%	1,68	R\$ 7.502,84	3,08%	1,52	R\$ 3.537,81	1,6%	1,25	R\$ 2.808,58	1,30%	1,20
Porto Franco	12,01 anos	R\$ 12.996,90	4,28%	1,78	R\$ 10.217,91	3,58%	1,62	R\$ 5.379,94	2,14%	1,32	R\$ 4.489,93	1,80%	1,27
São José de Ribamar	12,21 anos	R\$ 10.785,67	4,13%	1,76	R\$ 8.424,621	3,44%	1,59	R\$ 4.315,25	2,00%	1,30	R\$ 3.559,45	1,70%	1,25
São Luís	11,60 anos	R\$ 16.722,15	4,77%	1,89	R\$ 13.394,25	4,7%	1,71	R\$ 7.599,33	2,6%	1,40	R\$ 6.533,04	2,32%	1,35

Fonte: O autor (2017).

6. CONCLUSÃO

Analisando-se o indicador de viabilidade econômica *payback*, pôde-se observar que o tempo de retorno do investimento dos dez municípios do Estado do Maranhão estudados se pagam entre 10 e 12 anos. Convém salientar que se a análise fosse realizada por residência (unidade), o *payback* estimado poderia ser bem menor do que os constatados pelas médias de consumo por município.

Por meio dos dados obtidos do quadro 17, pôde-se observar que é viável investir-se no setor fotovoltaico nos municípios estudados pelos indicadores VPL e IL, tendo em vista o $VPL > 0$ (viável, pois os retornos oferecidos cobrirão o capital investido) e $IL > 1$ (recomenda-se o projeto de investimento) em todos os casos apresentados.

Quanto ao indicador TIR obteve-se três conclusões: para a taxa de atratividade de 4% ao ano todos os municípios foram favoráveis, para a taxa de atratividade de 4,7% ao ano a TIR foi superior a TMA (aceitação do projeto) em quatro municípios (Estreito, Imperatriz, Paço do Lumiar e São Luís) e para as taxas de atratividade de 6,18% ao ano e 6,5% ao ano apresentaram a TIR menor que a TMA.

Corroborando com Motta e Calôba (2012), a TIR isoladamente não é uma medida de atratividade de investimento, portanto, não pode ser utilizada diretamente como o único critério de seleção entre oportunidades de investimento, a não ser que todas tenham investimentos iguais, que não é o caso das projeções realizadas em se tratando de estimativas.

Quando se analisa parâmetros de viabilidade econômica individualmente por residência, por exemplo, dependendo do consumo (conta de energia elétrica mais cara), têm-se a previsibilidade de obter ganhos mais significativos na redução de sua conta de energia elétrica, refletindo em melhores indicadores de viabilidade econômica.

O presente trabalho pode servir como referência para consumidores interessados no sistema de instalação *on grid* (conectado à rede) em suas residências, no intuito de saberem o tempo de retorno do investimento estimado e a rentabilidade anual desses sistemas em seus municípios frente às taxas de retorno mais diversas no mercado de capitais.

Por meio das análises realizadas, ficou evidenciado para empreendedores e consumidores que o Estado do Maranhão é viável tanto economicamente, por meio dos indicadores de viabilidade econômica estudados, quanto por apresentar condições

climáticas satisfatórias para tal investimento, corroborando assim, com estudos e pesquisas para esta região do Brasil.

A viabilidade da microgeração fotovoltaica depende de diversos fatores, tais como o investimento necessário na aquisição do sistema, desempenho do sistema, nível de irradiação solar na região estudada, energia gerada e também das condições vigentes nas tarifas de energia elétrica para o grupo residencial, dos quais foram incluídas no modelo de avaliação proposto neste trabalho.

Levando-se em consideração os aspectos econômicos e ambientais deste projeto, ao fomentar o desenvolvimento sustentável ou no risco de ocorrer racionamento de energia, pode-se favorecer uma análise positiva mais abrangente sobre este investimento e prospecção a ser vivenciada no Estado do Maranhão, tornando o projeto de investimento no setor fotovoltaico mais atrativo e o fomento para abertura de novas empresas.

Apesar do grande potencial solar, financeiramente o Estado fica *aquém* das demais federações, carecendo de políticas públicas, aumento da renda *per capita*, incentivos sociais e fiscais, maior divulgação de sua abrangência e benefícios e por fim, ações de fomento. Todo este vislumbre potencializa novos investimentos e novas empresas para atuação neste ramo promissor.

Atualmente, grande parte dos incentivos por parte do Governo do Estado do Maranhão para comunidades de baixa renda são voltados para o pequeno agricultor, com por exemplo, entrega de *kits* solares, sistemas de captação de energia solar para irrigação e agropolos. Todas estas ações representam um incentivo para a agricultura e a economia destas regiões, desonerando a produção dessas comunidades rurais na obtenção de energia elétrica. Municípios como São José de Ribamar e Raposa estão entre alguns dos beneficiados com a instalação destes sistemas.

Tais ações potencializam o interesse de abertura de novas empresas ou até mesmo a ampliação de novos mercados pelas empresas já consolidadas no Estado do Maranhão. Ações como promover a divulgação desta fonte de energia renovável, seus benefícios, a viabilidade econômica e programas de capacitação de mão de obra especializada podem estar inclusos no *know how* destas empresas para ampliação de seus negócios.

Para prospecção de novos mercados, este trabalho serve também como base para proposição/elaboração de um plano de negócios por parte das empresas direcionado para o setor fotovoltaico no Estado do Maranhão.

Nesta região, necessita-se da disposição de empreendedores para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva capaz de suprir as expectativas de um mercado

que possui características ainda em fase de amadurecimento, como o caso da microgeração fotovoltaica. Assim, se faz necessário o conhecimento dos riscos e que se estabeleça um planejamento na forma de um plano de negócio para o setor.

O plano de negócio é uma ferramenta ideal para traçar um retrato fiel do mercado, do produto e das práticas do empreendedor, ajudando a concluir se sua ideia colocada em prática é viável e a buscar informações mais detalhadas sobre o seu ramo, os produtos e serviços que irá oferecer e seus *stakeholders*, tais como seus clientes, concorrentes, fornecedores e, principalmente, sobre os pontos fortes e fracos do negócio em questão.

Devido a limitação do trabalho para os dez municípios de maior renda *per capita*, como sugestão para trabalhos futuros, pode-se traçar novos estudos de viabilidade econômica para os outros municípios do Estado e constatar se viável ou não o investimento neste negócio por parte de empresas e consumidores.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Painel Geração Renovável: energia solar fotovoltaica**. Rio de Janeiro: 2015.

_____. **Brasil tem mais de 10 mil instalações de micro e minigeração fotovoltaica**. Disponível em: < <http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-tem-mais-de-10-mil-instalacoes-de-micro-e-minigeracao-fotovoltaica.html> >. Acesso em: 19 de maio de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº. 482 de 17 de abril de 2012**. Diário Oficial da União, Brasília: DF.

_____. **Resolução Normativa nº. 687 de 24 de novembro de 2015**. Diário Oficial da União, Brasília: DF.

_____. **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2014.

_____. **Ranking das tarifas**. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas> >. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.

_____. **Capacidade de geração do Brasil**. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> >. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

_____. **Pesquisa de satisfação dos consumidores com GD**. Disponível em: < http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/026/documento/nota_tecnica_0017_2015_srd_-_anexo_iii_-_pesquisa_satisfacao_2014.pdf >. Acesso em: 09 de janeiro de 2017.

AMERICA DO SOL. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. Disponível em: <<http://app.americadosol.org/redesolar/>>. Acesso em: 22 de julho de 2017.

_____. **Mapas de empresa do setor FV.** Disponível em: <<http://www.americadosol.org/fornecedores/>>. Acesso em: 22 de julho de 2017.

ASSAF NETO, A. **Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro.** 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). **Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** São Paulo: ABINEE, 2012.

ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA (COGEN). **Microgeração de energia.** Disponível em: <<http://www.cogen.com.br/principais-noticias/microgeracao-de-energia-cresce-44-em-2016>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2016.

BLUESOL. **Sistemas conectados e isolados da rede.** Disponível em: <<http://bluesol.com.br/curso-de-energia-solar/instalacao-de-sistemas-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 02 de abril de 2017.

BRITO, P. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos.** São Paulo: Atlas, 2012.

BROM, L.G.; BALIAN, J.E.A. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações.** São Paulo: Saraiva, 2007.

BROM, L. G. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações.** São Paulo: Saraiva, 2011.

COMPANHIA ENERGÉTICA DO MARANHÃO (CEMAR). **Micro e minigeração distribuída.** Disponível em: <<http://www.cemar116.com.br/corporativo/informacoes/micro-e-minigeracao-distribuida>>. Acesso em: 27 de dezembro de 2016.

_____. **Norma Técnica de microgeração distribuída.** Disponível em: <<http://www.cemar116.com.br/download/d8b5d92b-52df-4043-86f5-600c08964cbd>>. Acesso em: 29 de dezembro de 2016.

CONSELHO NACIONAL DA POLÍTICA FAZENDÁRIA (CONFAZ). **Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015**. Disponível em: < https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/cv016_15 >. Acesso em: 01 de dezembro de 2016.

CRESESB. **Base de dados de irradiação solar incidente**. Disponível em: < <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata> >. Acesso em: 05 de dezembro de 2016.

CRNBIO. **Microgeração de energia solar dispara 156% em sete meses**. Disponível em: <http://crnbio.com.br/microgeracao-de-energia-solar-dispara-156-em-sete-meses/> >. Acesso em: 30 de dezembro de 2016.

DAMODARAN, A. **Custo de capital por setor**. Disponível em: < <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> >. Acesso em: 07 de maio de 2017.

DORNELAS, J. **Empreendedorismo para visionários: desenvolvendo negócios inovadores para um mundo em transformação**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

_____. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Análise da Inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**. Rio de Janeiro: 2012.

_____. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil: condicionantes e impactos**. Rio de Janeiro: 2014.

_____. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016: ano base 2015**. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx> >. Acesso em 20 de março de 2017.

_____. **Balanco Energético Nacional 2016: ano base 2015**. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

_____. **Consumo mensal de energia elétrica por classe (regiões e subsistemas): 2004-2015**. Disponível em:

<[http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse\(regi%C3%B5esesubistemas\)%E2%80%932011-2012.aspx](http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse(regi%C3%B5esesubistemas)%E2%80%932011-2012.aspx)>. Acesso em: 22 de março de 2017.

ENEL SOLUÇÕES. **Tudo sobre energia solar**: tipos de sistemas (on grid e off grid). Disponível em: < <http://www.ensolucoes.com.br/blog/2016/06/tudo-sobre-energia-solar-tipos-de-sistema-on-grid-e-off-grid/>>. Acesso em: 21 de março de 2017.

ENOVA. **Produtos em energia solar**. Disponível em: < <http://www.enovaenergia.com.br/produtos>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

FILIPPE, D.J.O. **Uma reanálise do ponto de vista econômico de centrais fotovoltaicas**. Dissertação de Mestrado em Gestão. Universidade de Coimbra. Faculdade de Economia. Coimbra, 2015.

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS ISE. **Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies**. Alemanha: 2013.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Energia Renovável**. Disponível em: <<http://www.seinc.ma.gov.br/areas-de-atuacao/energia-renovavel/>>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

GREENPEACE BRASIL. **Relatório Alvorada**: como o incentivo à energia solar fotovoltaica pode transformar o Brasil. Disponível em: < http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/documentos/2016/Relatorio_Alvorada_Greenpeace_Brasil.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Renda domiciliar per capita 2016**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Renda_domiciliar_per_capita/Renda_domiciliar_per_capita_2016.p](ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Renda_domiciliar_per_capita/Renda_domiciliar_per_capita_2016.pdf)
[df](ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Renda_domiciliar_per_capita/Renda_domiciliar_per_capita_2016.pdf)>. Acesso em: 20 de março de 2017.

_____. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=21&dados=0>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2016.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA (IDEAL). **O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica:** Edição 2015. Disponível em: < https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/2015_ideal_mercadogdfv_150901_final >. Acesso em: 18 de fevereiro de 2016.

_____. **Projetos.** Disponível em: < <http://institutoideal.org/projetos/> >. Acessado em: 14 de setembro de 2016.

LARONDE, R. *Reliability of Photovoltaic Modules Based on Climatic Measurement Data.* France: University of Angers, 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Energia solar no Brasil e no mundo:** Edição 16/12/2015. Disponível em: <<http://www.solenerg.com.br/m/wp-content/uploads/2016/01/Energia-Solar-2014-Brasil-e-Mundo-MME.pdf>>. Acesso em: 27 de setembro de 2016.

MIRANDA, A.B.C.M. **Análise de viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico conectado à rede.** Projeto de graduação em Engenharia Elétrica. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

MORENO, B.; WEISS, MARIANA. **Ensaio sobre expansão solar fotovoltaica na matriz elétrica.** Disponível em: < http://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/solar_bruno_moreno.pdf >. Acesso em: 08 de dezembro de 2016.

MOTA, R.R.; CALÔBA, G.M. **Análise de Investimentos:** tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2012.

NAKABAYASHI, R. **Microgeração fotovoltaica no Brasil:** condições atuais e perspectivas futuras. Dissertação de Mestrado em Ciências. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

NEOSOLAR ENERGIA. **Unificação de projetos sobre energia solar no congresso começa a ganhar corpo.** Disponível em: < <http://www.neosolar.com.br/blog/> >. Acesso em: 01 de março de 2016.

_____. **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes.** Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2017.

PEROVANO, D.G. **Manual de metodologia científica para a segurança pública e defesa social.** São Paulo: Juruá Editora, 2014.

PINHO, J.T.; GALDINO, M.A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014.

PORTAL SOLAR. **A regulamentação dos créditos de energia solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/a-regulamentacao-dos-creditos-de-energia.html>>. Acesso em: 30 de novembro de 2016.

_____. **Passo a passo para abrir uma empresa de energia solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/blog-solar/empresas-de-energia-solar/passo-a-passo-para-abrir-uma-empresa-de-energia-solar.html>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2017.

_____. **Lista de cursos de energia solar fotovoltaica.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/lista-de-cursos-de-energia-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2017.

_____. **Checklist do comprador de energia fotovoltaica.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/checklist-do-comprador-de-energia-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2017.

_____. **Simulador Solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2017.

_____. **Quanto custa a energia solar fotovoltaica.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-a-energia-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 29 de dezembro de 2016.

_____. **Eficiência do painel solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/tudo-sobre-a-eficiencia-do-painel-solar.html>>. Acesso em: 28 de março de 2017.

_____. **Kit de energia solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/kit-de-energia-solar--tudo-o-que-voce-precisa-saber.html>>. Acesso em: 09 de abril de 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (Sebrae). **Guia de Energia Solar Fotovoltaica:** aplicação micro e pequenas empresas. Disponível em: <<http://sustentabilidade.sebrae.com.br/sites/Sustentabilidade>>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.

_____. **Como elaborar um Plano de Negócios** (2013). Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/5f6dba19baaf17a98b4763d4327bfb6c/\\$File/2021.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/5f6dba19baaf17a98b4763d4327bfb6c/$File/2021.pdf)>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

SWERA. **Atlas brasileiro de energia solar.** São José dos Campos: INPE, 2006.

VALINA, M.M. **Instalaciones Solares Fotovoltaicas.** Madrid: Paraninfo, 2010.

VILLALVA, M.G. **Energia solar fotovoltaica:** conceitos e aplicações. São Paulo: Érica, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CONSUMO MÉDIO MENSAL RESIDENCIAL DE ALGUNS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO MARANHÃO EM 2016

JANEIRO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	35.540	6.820.126,00	191,90
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.098	1.242.669,76	401,12
Sul Maranhense	Balsas	29.118	6.014.031,72	206,54
Sul Maranhense	Estreito	10.659	4.837.160,79	453,81
Oeste Maranhense	Imperatriz	96.532	25.882.159,84	268,12
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	38.880	5.779.123,2	148,64
Centro Maranhense	Pedreiras	13.418	2.001.294,7	149,15
Sul Maranhense	Porto Franco	7.254	1.918.102,68	264,42
Norte Maranhense	São José de Ribamar	81.520	13.877.964,8	170,24
Norte Maranhense	São Luís	370.318	129.174.324,8	348,82

FEVEREIRO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	35.543	7.035.293,00	197,94
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.098	1.307.708	422,11
Sul Maranhense	Balsas	29.139	7.301.484,00	250,57
Sul Maranhense	Estreito	10.757	4.968.756,00	461,91
Oeste Maranhense	Imperatriz	96.502	27.817.605,17	288,26
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	38.874	5.393.449,85	138,74
Centro Maranhense	Pedreiras	13.421	2.093.764,00	156,01
Sul Maranhense	Porto Franco	7.276	2.004.159,00	275,45
Norte Maranhense	São José de Ribamar	81.519	13.971.236,63	171,39
Norte Maranhense	São Luís	370.331	136.587.142,42	368,82

MARÇO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	35.648	6.753.168,00	189,44
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.108	1.297.772,00	417,55
Sul Maranhense	Balsas	28.826	7.595.173,01	263,48
Sul Maranhense	Estreito	10.791	4.068.535,00	377,03
Oeste Maranhense	Imperatriz	97.235	27.811.241,51	286,02
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	39.403	5.714.218,52	195,02
Centro Maranhense	Pedreiras	13.513	1.652.500,00	142,29
Sul Maranhense	Porto Franco	7.297	2.138.166,00	293,01
Norte Maranhense	São José de Ribamar	81.655	13.016.048,63	199,40
Norte Maranhense	São Luís	372.908	128.565.228,39	344,76

ABRIL/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	35.799	4.871.979,01	136,09
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	2.903	334.531,00	115,24
Sul Maranhense	Balsas	29.648	5.167.587,01	174,30
Sul Maranhense	Estreito	10.901	1.544.020	141,64
Oeste Maranhense	Imperatriz	97.560	18.692.374,80	191,60
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	39.298	4.800.722,01	162,16
Centro Maranhense	Pedreiras	13.517	1.797.532,67	152,98
Sul Maranhense	Porto Franco	7.368	1.086.124,00	147,41
Norte Maranhense	São José de Ribamar	81.819	10.081.930,49	123,22
Norte Maranhense	São Luís	374.363	64.436.043,06	172,12

MAIO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.689	5.113.298,65	139,37
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.644	437.277,60	120,00
Sul Maranhense	Balsas	31.116	5.396.194,53	173,42
Sul Maranhense	Estreito	11.021	1.600.541,65	145,23
Oeste Maranhense	Imperatriz	99.407	20.031.788,40	201,51
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	40.967	5.721.796,00	139,67
Centro Maranhense	Pedreiras	13.711	1.906.372,40	139,04
Sul Maranhense	Porto Franco	7.726	1.153.044,80	149,24
Norte Maranhense	São José de Ribamar	84.002	11.538.005,16	137,35
Norte Maranhense	São Luís	380.350	67.403.071,29	177,21

JUNHO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.180	5.106.788,00	141,15
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.163	354.636	112,12
Sul Maranhense	Balsas	30.261	5.029.993,14	166,22
Sul Maranhense	Estreito	11.035	1.550.804	140,54
Oeste Maranhense	Imperatriz	98.730	19.210.611,26	194,58
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	40.506	5.843.406,79	184,26
Centro Maranhense	Pedreiras	13.609	1.872.649	177,60
Sul Maranhense	Porto Franco	7.599	1.124.594	147,99
Norte Maranhense	São José de Ribamar	83.749	13.058.490,97	195,92
Norte Maranhense	São Luís	379.748	68.091.998,25	179,31

JULHO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.512	5.023.236,55	137,58
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.177	343.992	108,28
Sul Maranhense	Balsas	31.158	4.778.563,86	153,37
Sul Maranhense	Estreito	11.007	2.495.980,00	226,76
Oeste Maranhense	Imperatriz	99.404	18.985.530,84	190,99
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	41.473	5.284.383,17	127,42

Centro Maranhense	Pedreiras	13.642	1.808.971	132,60
Sul Maranhense	Porto Franco	7.629	1.148.365,00	150,53
Norte Maranhense	São José de Ribamar	84.156	11.042.934,24	131,22
Norte Maranhense	São Luís	380.762	65.542.987,31	172,14

AGOSTO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.846	5.142.142,99	139,56
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.205	324.889,00	101,37
Sul Maranhense	Balsas	30.736	4.929.720,83	160,39
Sul Maranhense	Estreito	10.981	610.936,36	55,64
Oeste Maranhense	Imperatriz	99.804	20.333.847,26	203,74
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	41.872	5.566.007,57	132,93
Centro Maranhense	Pedreiras	13.673	1.860.956,00	136,10
Sul Maranhense	Porto Franco	7.711	1.168.922,99	151,59
Norte Maranhense	São José de Ribamar	85.144	11.255.793,81	162,20
Norte Maranhense	São Luís	383.128	65.851.278,75	171,88

SETEMBRO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.747	5.466.015,68	148,75
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.210	394.818,00	123,00
Sul Maranhense	Balsas	30.808	5.905.134,18	191,68
Sul Maranhense	Estreito	11.015	1.732.007,53	157,24
Oeste Maranhense	Imperatriz	99.650	22.518.329,99	225,97
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	41.836	6.127.736,59	146,47
Centro Maranhense	Pedreiras	13.674	2.142.964	196,72
Sul Maranhense	Porto Franco	7.711	1.249.673,00	162,06
Norte Maranhense	São José de Ribamar	84.375	12.139.374,89	143,87
Norte Maranhense	São Luís	382.105	67.474.775,55	176,59

OUTUBRO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.816	5.248.855,50	142,57
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.195	393.314,00	123,10
Sul Maranhense	Balsas	30.773	5.641.283,60	183,32
Sul Maranhense	Estreito	11.047	1.711.851,69	154,96
Oeste Maranhense	Imperatriz	99.554	19.276.300,52	193,63
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	42.180	5.864.330,65	139,03
Centro Maranhense	Pedreiras	13.760	2.007.563,80	195,90
Sul Maranhense	Porto Franco	7.756	1.266.043,00	163,23
Norte Maranhense	São José de Ribamar	84.914	11.380.326,98	134,02
Norte Maranhense	São Luís	383.022	67.399.604,19	175,97

NOVEMBRO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	36.869	5.421.956,50	147,06

Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.206	394.771,00	123,14
Sul Maranhense	Balsas	30.958	5.429.861,13	175,39
Sul Maranhense	Estreito	11.029	1.606.165,05	145,63
Oeste Maranhense	Imperatriz	99.559	20.469.250,33	205,60
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	42.294	5.937.740,68	140,39
Centro Maranhense	Pedreiras	13.787	2.060.024,80	149,42
Sul Maranhense	Porto Franco	7.809	1.181.624,48	151,32
Norte Maranhense	São José de Ribamar	85.395	12.455.666,21	145,86
Norte Maranhense	São Luís	383.384	69.467.097,07	181,19

DEZEMBRO/2016				
Mesorregião	Município	Clientes	Consumo faturado (kWh)	Consumo médio (kWh)
Oeste Maranhense	Açailândia	37.021	5.240.098,50	141,54
Sul Maranhense	Alto Parnaíba	3.236	364.730	112,71
Sul Maranhense	Balsas	31.022	5.098.308,94	164,34
Sul Maranhense	Estreito	11.127	1.516.621,00	136,30
Oeste Maranhense	Imperatriz	100.023	19.487.964,11	194,83
Norte Maranhense	Paço do Lumiar	42.710	6.041.621,66	181,46
Centro Maranhense	Pedreiras	13.757	2.059.095	199,68
Sul Maranhense	Porto Franco	7.785	1.124.033,41	144,38
Norte Maranhense	São José de Ribamar	85.360	12.192.448,99	182,84
Norte Maranhense	São Luís	384.109	68.650.726,56	178,73

Fonte: Adaptado da base de dados de consumo disponibilizados pela Cemar (2016).

**APÊNDICE B – EMPRESAS DO MERCADO FOTOVOLTAICO NO ESTADO
DO MARANHÃO (2016)**

Empresa	Localidade	Serviços e Produtos	Setores de atuação	Experiência no Brasil
Empresa A1	Lago da Pedra (MA)	Instalador Projetista Integrador Estruturas Inversores Módulos FV	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial Usina em solo	0 ano de experiência 5 projetos FV desenvolvidos 5 sistemas FV em operação 35 kWp instalados
Empresa A2	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial Usina em solo	25 anos de experiência 126 projetos FV desenvolvidos 8 sistemas FV em operação 2.100 kWp instalados
Empresa A3	Imperatriz (MA)	Instalador Projetista Integrador		1 ano de experiência 2 projetos FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 15 kWp instalados
Empresas A4 e A5	São José de Ribamar (MA)	Instalador Projetista Integrador Cursos de capacitação	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial Usina em solo	3 anos de experiência 40 projetos FV desenvolvidos 40 sistemas FV em operação 250 kWp instalados
Empresa A6	São Luís (MA)	Instalador Projetista Inversores	Residencial Comercial	2 anos de experiência 2 projetos FV desenvolvidos 2 sistemas FV em operação 4 kWp instalados
Empresa A7	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador Estruturas Inversores Módulos FV	Residencial Comercial	2 anos de experiência 12 projetos FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 67 kWp instalados
Empresa A8	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador Estruturas Inversores Módulos FV Cursos de capacitação	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial Usina em solo	0 ano de experiência 1 projeto FV desenvolvidos 1 sistema FV em operação 2 kWp instalados
Empresa A9	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador Estruturas Inversores Módulos FV Cursos de capacitação	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial Usina em solo	1 ano de experiência 5 projetos FV desenvolvidos 2 sistemas FV em operação 25 kWp instalados
Empresa A10	Amarante do Maranhão (MA)	Instalador Projetista Integrador	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial Usina em solo	1 ano de experiência 1 projeto FV desenvolvido 0 sistema FV em operação 0 kWp instalado
Empresa A11	Imperatriz (MA)	Instalador Projetista Integrador	Residencial Industrial Sistemas isolados (<i>off grid</i>) Comercial	0 ano de experiência 1 projeto FV desenvolvido 0 sistema FV em operação 0 kWp instalado

Usina em solo				
Empresa A12	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador		0 ano de experiência 0 projeto FV desenvolvido 0 sistema FV em operação 0 kWp instalado
Empresa A13	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador Estruturas Inversores Módulos FV	Residencial Comercial Industrial Usina em solo	6 anos de experiência 4 projetos FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 6 kWp instalados
Empresa A14	Amarante do Maranhão (MA)	Instalador Projetista Integrador	Residencial Comercial Industrial Usina em solo	1 ano de experiência 1 projeto FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 0 kWp instalado
Sistemas isolados (<i>off grid</i>)				
Empresa A15	Imperatriz (MA)	Instalador Projetista Integrador	Residencial Comercial Industrial Usina em solo	1 ano de experiência 1 projeto FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 0 kWp instalado
Sistemas isolados (<i>off grid</i>)				
Empresa A16	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador	Residencial Comercial Industrial	0 ano de experiência 1 projeto FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 0 kWp instalado
Empresa A17	São Luís (MA)	Instalador Projetista Integrador Estruturas Inversores Módulos FV	Residencial Comercial Industrial	6 anos de experiência 4 projetos FV desenvolvidos 0 sistema FV em operação 6 kWp instalados

Fonte: Adaptado do Portal América do Sol (2017).

**APÊNDICE C – RENDA *PER CAPITA* DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO
MARANHÃO (ANO BASE 2016)**

Mesorregião	Município	Renda <i>per capita</i>
Centro Maranhense	Arame	R\$ 210,09
	Barra do Corda	R\$ 305,61
	Fernando Falcão	R\$ 106,99
	Formosa da Serra Negra	R\$ 163,15
	Grajaú	R\$ 340,10
	Itaipava do Grajaú	R\$ 136,77
	Jenipapo dos Vieiras	R\$ 127,24
	Joselândia	R\$ 221,23
	Santa Filomena do Maranhão	R\$ 140,76
	Sítio Novo	R\$ 190,06
	Tuntum	R\$ 221,27
	Bacabal	R\$ 375,57
	Bernardo do Mearim	R\$ 236,18
	Bom Lugar	R\$ 164,44
	Esperantinópolis	R\$ 262,41
	Igarapé Grande	R\$ 292,16
	Lago do Junco	R\$ 226,69
	Lago dos Rodrigues	R\$ 252,89
	Lago Verde	R\$ 188,31
	Lima Campos	R\$ 292,37
	Olho d'Água das Cunhãs	R\$ 247,36
	Pedreiras	R\$ 441,42
	Pio XII	R\$ 223,37
	Poço de Pedras	R\$ 234,72
	Santo Antônio dos Lopes	R\$ 240,20
	São Luís Gonzaga do Maranhão	R\$ 182,83
	São Mateus do Maranhão	R\$ 396,29
	São Raimundo do Doca Bezerra	R\$ 156,40
	São Roberto	R\$ 153,65
	Satubinha	R\$ 131,73
	Trizidela do Vale	R\$ 269,74
	Fortuna	R\$ 257,81
	Dom Pedro	R\$ 298,33
	Gonçalves Dias	R\$ 233,20
Governador Archer	R\$ 237,47	
Governador Eugênio Barros	R\$ 245,38	
Governador Luiz Rocha	R\$ 188,68	
Graça Aranha	R\$ 227,51	
Presidente Dutra	R\$ 398,15	
São Domingos do Maranhão	R\$ 243,74	
São José dos Basílios	R\$ 180,77	
Senador Alexandre Costa	R\$ 203,17	
MÉDIA ESTIMADA	R\$ 234,43	
Leste Maranhense	Água Doce do Maranhão	R\$ 172,55
	Araioses	R\$ 175,81
	Magalhães de Almeida	R\$ 181,73
	Santa Quitéria do Maranhão	R\$ 168,77
	Santana do Maranhão	R\$ 127,77
	São Bernardo	R\$ 196,57

	Buriti Bravo	R\$ 157,21
	Caxias	R\$ 324,90
	Matões	R\$ 202,66
	Parnarama	R\$ 183,80
	São João do Soter	R\$ 165,10
	Timon	R\$ 365,26
	Barão de Grajaú	R\$ 292,55
	Colinas	R\$ 279,81
	Jatobá	R\$ 206,58
	Lagoa do Mato	R\$ 210,29
	Mirador	R\$ 163,97
	Nova Iorque	R\$ 257,61
	Paraibano	R\$ 281,23
	Passagem Franca	R\$ 210,40
	Pastos Bons	R\$ 230,94
	São Francisco do Maranhão	R\$ 182,63
	São João dos Patos	R\$ 362,47
	Sucupira do Norte	R\$ 210,88
	Sucupira do Riachão	R\$ 226,96
	Anapurus	R\$ 192,80
	Belágua	R\$ 107,14
	Brejo	R\$ 200,25
	Buriti	R\$ 157,21
	Chapadinha	R\$ 251,75
	Mata Roma	R\$ 161,49
	Milagres do Maranhão	R\$ 144,42
	São Benedito do Rio Preto	R\$ 147,34
	Urbano Santos	R\$ 186,07
	Alto Alegre do Maranhão	R\$ 198,43
	Capinzal do Norte	R\$ 200,15
	Codó	R\$ 273,45
	Coroatá	R\$ 237,30
	Peritoró	R\$ 178,51
	Timbiras	R\$ 177,46
	Afonso Cunha	R\$ 149,78
	Aldeias Altas	R\$ 179,92
	Coelho Neto	R\$ 236,47
	Duque Bacelar	R\$ 163,87
	MÉDIA ESTIMADA	R\$ 206,42
Norte Maranhense	São Luís	R\$ 805,36
	Alcântara	R\$ 209,27
	Bacabeira	R\$ 257,40
	Paço do Lumiar	R\$ 444,50
	Raposa	R\$ 274,00
	Rosário	R\$ 271,65
	Santa Rita	R\$ 249,26
	São José de Ribamar	R\$ 435,40
	Anajatuba	R\$ 207,65
	Arari	R\$ 308,83
	Bela Vista do Maranhão	R\$ 197,65
	Cajari	R\$ 136,39
	Conceição do Lago-Açu	R\$ 170,79
	Igarapé do Meio	R\$ 216,25
	Matinha	R\$ 294,51
	Monção	R\$ 178,10
	Palmeirândia	R\$ 167,06
Pedro do Rosário	R\$ 154,00	
Penalva	R\$ 201,99	

	Peri Mirim	R\$ 186,95
	Pinheiro	R\$ 292,88
	Presidente Sarney	R\$ 164,13
	Santa Helena	R\$ 217,94
	São Bento	R\$ 210,47
	São João Batista	R\$ 171,53
	São Vicente Ferrer	R\$ 184,71
	Viana	R\$ 272,76
	Vitória do Mearim	R\$ 230,76
	Itapecuru-Mirim	R\$ 221,87
	Miranda do Norte	R\$ 245,25
	Vargem Grande	R\$ 165,37
	Cantanhede	R\$ 176,61
	Pirapemas	R\$ 181,05
	Matões do Norte	R\$ 133,33
	Nina Rodrigues	R\$ 152,75
	Presidente Vargas	R\$ 149,19
	Barreirinhas	R\$ 197,08
	Paulino Neves	R\$ 159,46
	Humberto de Campos	R\$ 125,91
	Primeira Cruz	R\$ 129,85
	Santo Amaro do Maranhão	R\$ 135,04
	Tutóia	R\$ 235,35
	Apicum-Açu	R\$ 215,17
	Bacuri	R\$ 230,45
	Bacurituba	R\$ 152,38
	Bequimão	R\$ 190,84
	Cajapió	R\$ 145,01
	Cedral	R\$ 202,86
	Central do Maranhão	R\$ 182,77
	Cururupu	R\$ 274,39
	Mirinzal	R\$ 239,00
	Porto Rico do Maranhão	R\$ 227,87
	Serrano do Maranhão	R\$ 110,65
	Axixá	R\$ 223,51
	Santa Rita	R\$ 249,26
	Morros	R\$ 164,07
	Cachoeira Grande	R\$ 110,65
	Icatu	R\$ 154,09
	Presidente Juscelino	R\$ 133,03
	MÉDIA ESTIMADA	R\$ 215,70
Oeste Maranhense	Amapá do Maranhão	R\$ 182,63
	Boa Vista do Gurupi	R\$ 196,78
	Cândido Mendes	R\$ 203,94
	Carutapera	R\$ 220,91
	Centro do Guilherme	R\$ 190,58
	Centro Novo do Maranhão	R\$ 188,88
	Godofredo Viana	R\$ 225,47
	Governador Nunes Freire	R\$ 230,94
	Junco do Maranhão	R\$ 244,54
	Luís Domingues	R\$ 232,06
	Maracaçumé	R\$ 239,38
	Maranhãozinho	R\$ 176,36
	Turiáçu	R\$ 171,50
	Turilândia	R\$ 174,09
	Açailândia	R\$ 438,56
	Amarante do Maranhão	R\$ 231,79
	Buritirana	R\$ 230,11

	Cidelândia	R\$ 263,53
	Davinópolis	R\$ 263,12
	Governador Edison Lobão	R\$ 312,56
	Imperatriz	R\$ 613,87
	Itinga do Maranhão	R\$ 336,91
	João Lisboa	R\$ 303,91
	Lajeado Novo	R\$ 263,20
	Montes Altos	R\$ 221,57
	Ribamar Fiquene	R\$ 317,75
	São Francisco do Brejão	R\$ 253,78
	São Pedro da Água Branca	R\$ 289,70
	Senador La Rocque	R\$ 277,19
	Vila Nova dos Martírios	R\$ 252,89
	Altamira do Maranhão	R\$ 164,24
	Alto Alegre do Pindaré	R\$ 144,91
	Araguanã	R\$ 161,57
	Bom Jardim	R\$ 202,28
	Bom Jesus das Selvas	R\$ 226,09
	Brejo de Areia	R\$ 187,95
	Buriticupu	R\$ 220,64
	Governador Newton Bello	R\$ 190,15
	Lago da Pedra	R\$ 263,13
	Lagoa Grande do Maranhão	R\$ 158,30
	Marajá do Sena	R\$ 96,25
	Nova Olinda do Maranhão	R\$ 225,16
	Paulo Ramos	R\$ 239,23
	Pindaré-Mirim	R\$ 274,84
	Presidente Médici	R\$ 201,15
	Santa Luzia do Tide	R\$ 210,31
	Santa Luzia do Paruá	R\$ 301,39
	São João do Carú	R\$ 165,38
	Santa Inês	R\$ 411,04
	Tufilândia	R\$ 181,75
	Vitorino Freire	R\$ 265,69
	Zé Doca	R\$ 259,21
	MÉDIA ESTIMADA	R\$ 240,37
Sul Maranhense	Benedito Leite	R\$ 217,65
	Fortaleza dos Nogueiras	R\$ 271,60
	Loreto	R\$ 198,73
	Nova Colinas	R\$ 181,59
	Sambaíba	R\$ 232,92
	São Domingos do Azeitão	R\$ 288,68
	São Félix de Balsas	R\$ 199,47
	São Raimundo das Mangabeiras	R\$ 301,25
	Alto Parnaíba	R\$ 559,61
	Balsas	R\$ 531,60
	Feira Nova do Maranhão	R\$ 192,39
	Riachão	R\$ 281,53
	Tasso Fragoso	R\$ 264,76
	Campestre do Maranhão	R\$ 358,00
	Carolina	R\$ 334,51
	Estreito	R\$ 503,29
	Porto Franco	R\$ 497,56
	São João do Paraíso	R\$ 151,04
	São Pedro dos Crentes	R\$ 257,76
	MÉDIA ESTIMADA	R\$ 306,52

Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

APÊNDICE D – SOLICITAÇÃO DE ACESSO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO ESTADO DO MARANHÃO

Documentos obrigatórios	Definição	Até 10 kW	Acima de 10 kW	Observações
1. Formulário de solicitação de acesso	O formulário de solicitação de acesso deverá ser preenchido com os seguintes dados: identificação e dados cadastrais da unidade consumidora; dados cadastrais do responsável técnico; características técnicas do empreendimento; documentação necessária que deve ser anexada à solicitação de acesso; referências das unidades consumidoras (módulos, inversores por exemplo) e contato com a concessionária.	Sim	Sim	
2. Instrumento jurídico de compromisso de solidariedade entre os integrantes	Para os casos de empreendimento com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada, a solicitação de acesso deve ser acompanhada da cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes.	Sim, conforme observação	Sim, conforme observação	Para empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada
3. ART	Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), devidamente assinada pelo contratante e Responsável Técnico, emitida por Engenheiro Eletricista amparado pelo arts. 8 ou 9 e 25 da Resolução Confea 218/73 ou Engenheiro Eletricista Modalidade Eletrotécnica ou Engenheiro Eletrotécnico, com registro ativo ou visto no Crea da localidade onde será realizada a microgeração distribuída;	Sim, conforme observação	Sim, conforme observação	Apenas para cogeração qualificada

	Documento que comprove o reconhecimento, pela Aneel, no caso de cogeração qualificada.			
4. Diagrama unifilar	Diagrama unifilar da microgeração conectada à rede da Concessionária, mostrando os componentes da instalação, tais como cabos, barramentos, gerador, inversor, baterias, controlador de carga, inversores, medidor, <i>nobreak</i> , relés (funções de proteção), TCs, TPs, para-raios, DPS, disjuntores, chaves, DSV e aterramento com os respectivos valores nominais, definidos para cada componente de bitola (mm ²), tensão (V), corrente (A), potência (W, VA, kW ou kVA), autonomia (Ah) e ajustes.	Sim	Sim	
5. Diagrama de blocos	Diagrama de blocos do gerador ao sistema de medição, mostrando gerador, controladores de carga e baterias (quando necessário), inversor (es) e cargas.	Não	Sim	
6. Memorial técnico descritivo	Memorial técnico descritivo, com as seguintes informações: <ul style="list-style-type: none"> • Identificação da unidade consumidora; • Dados do ponto de entrega: Tensão e Disjuntor de Entrada; • Histórico de consumo (kWh) dos últimos 12 meses; • Descrição das cargas a serem atendidas; • Levantamento da carga instalada e demanda; 	Sim	Sim	

	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento do gerador, do Inversor, dos equipamentos de proteção de corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA), tais como: disjuntor, fusíveis, DPS, disjuntor de entrada e das chaves de isolamento da rede (dispositivo de seccionamento visível – DSV) e dos condutores; • Descrição do sistema de aterramento, equipotencializações; • Descrição das funções de proteção utilizadas (sub e sobre tensão, sub e sobrefrequência, sobrecorrente, sincronismo e anti-ilhamento) e seus respectivos ajustes; • Características técnicas do gerador e inversores, tais como tensão (V), corrente (A), potência (W e VA), fator de potência, distorção harmônica total de corrente e tensão, eficiência dentre outras. 			
7. Projeto elétrico, contendo:		Não	Sim	
7.1 Planta de situação	Geo-referenciada em UTM 23 (Cemar), identificando a localização da unidade consumidora, com as ruas adjacentes/delimitações, o ponto de derivação da rede da Concessionária, o ramal de ligação e o ponto de entrega/conexão.			Itens integrantes do projeto elétrico
7.2 Diagrama funcional	Mostrar as ligações, conexões, comunicação e intertravamento entre os diversos equipamentos.			
7.3 Arranjos físicos ou <i>layout</i>	Mostrar a localização física dos equipamentos na unidade consumidora, incluindo: gerador, controladores de carga e baterias			

	(quando necessário), inversor, quadro de distribuição, <i>string box</i> e medidor.			
7.4 Detalhes de montagem	Mostrar os detalhes de montagem do gerador, controladores de carga e baterias (quando necessário), inversor, ponto de conexão (ramal de ligação, medidor e ramal de entrada) e sistema de aterramento, incluindo equipotencializações e dispositivo de proteção contra surtos (DPS).			
7.5 Manual com folha de dados (<i>datasheet</i>) dos inversores	Especificação técnica dos dados dos inversores.			
8. Certificados de conformidade dos inversores ou o número de registro de concessão do Inmetro dos inversores para a tensão nominal de conexão com a rede	Certificados de conformidade dos inversores ou o número de registro de concessão do Inmetro dos inversores para a tensão nominal de conexão com a rede.	Sim	Sim	

Fonte: Adaptado da CEMAR (2016).

APÊNDICE E – INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA DOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO ESTUDADOS

AÇAILÂNDIA													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)		
0					-R\$ 14.054,40			-R\$ 14.054,40	-R\$ 14.054,40	-R\$ 14.054,40	-R\$ 14.054,40	-R\$ 14.054,40	-R\$ 14.054,40
1	1852,95	1519,42	0,502	R\$ 762,75	-R\$ 13.291,65	R\$ 150,00	R\$ 612,75	R\$ 589,18	R\$ 585,24	R\$ 577,08	R\$ 575,35	R\$ 575,35	R\$ 575,35
2	1838,1264	1507,263648	0,5433648	R\$ 818,99	-R\$ 12.472,66	R\$ 154,50	R\$ 664,49	R\$ 614,36	R\$ 606,17	R\$ 589,39	R\$ 585,86	R\$ 585,86	R\$ 585,86
3	1823,421389	1495,205539	0,58813806	R\$ 879,39	-R\$ 11.593,27	R\$ 159,14	R\$ 720,25	R\$ 640,30	R\$ 627,54	R\$ 601,67	R\$ 596,26	R\$ 596,26	R\$ 596,26
4	1808,834018	1483,243895	0,636600636	R\$ 944,23	-R\$ 10.649,04	R\$ 163,91	R\$ 780,32	R\$ 667,03	R\$ 649,36	R\$ 613,91	R\$ 606,56	R\$ 606,56	R\$ 606,56
5	1794,363346	1471,377943	0,689056528	R\$ 1.013,86	-R\$ 9.635,17	R\$ 168,83	R\$ 845,04	R\$ 694,56	R\$ 671,65	R\$ 626,13	R\$ 616,78	R\$ 616,78	R\$ 616,78
6	1780,008439	1459,60692	0,745834786	R\$ 1.088,63	-R\$ 8.546,55	R\$ 173,89	R\$ 914,73	R\$ 722,93	R\$ 694,41	R\$ 638,32	R\$ 626,90	R\$ 626,90	R\$ 626,90
7	1765,768371	1447,930064	0,807291572	R\$ 1.168,90	-R\$ 7.377,65	R\$ 179,11	R\$ 989,79	R\$ 752,16	R\$ 717,66	R\$ 650,50	R\$ 636,94	R\$ 636,94	R\$ 636,94
8	1751,642224	1436,346624	0,873812398	R\$ 1.255,10	-R\$ 6.122,55	R\$ 184,48	R\$ 1.070,62	R\$ 782,29	R\$ 741,41	R\$ 662,66	R\$ 646,90	R\$ 646,90	R\$ 646,90
9	1737,629087	1424,855851	0,945814539	R\$ 1.347,65	-R\$ 4.774,90	R\$ 190,02	R\$ 1.157,63	R\$ 813,34	R\$ 765,69	R\$ 674,82	R\$ 656,79	R\$ 656,79	R\$ 656,79
10	1723,728054	1413,457004	1,023749657	R\$ 1.447,03	-R\$ 3.327,87	R\$ 195,72	R\$ 1.251,31	R\$ 845,34	R\$ 790,49	R\$ 686,97	R\$ 666,61	R\$ 666,61	R\$ 666,61
11	1709,938229	1402,149348	1,108106629	R\$ 1.553,73	-R\$ 1.774,14	R\$ 201,59	R\$ 1.352,14	R\$ 878,33	R\$ 815,85	R\$ 699,12	R\$ 676,36	R\$ 676,36	R\$ 676,36
12	1696,258724	1390,932153	1,199414615	R\$ 1.668,30	-R\$ 105,84	R\$ 207,64	R\$ 1.460,67	R\$ 912,33	R\$ 841,77	R\$ 711,28	R\$ 686,05	R\$ 686,05	R\$ 686,05
13	1682,688654	1379,804696	1,29824638	R\$ 1.791,33	R\$ 1.685,49	R\$ 213,86	R\$ 1.577,46	R\$ 947,38	R\$ 868,26	R\$ 723,44	R\$ 695,69	R\$ 695,69	R\$ 695,69
14	1669,227145	1368,766259	1,405221881	R\$ 1.923,42	R\$ 3.608,91	R\$ 220,28	R\$ 1.703,14	R\$ 983,52	R\$ 895,36	R\$ 735,62	R\$ 705,27	R\$ 705,27	R\$ 705,27
15	1655,873327	1357,816128	1,521012165	R\$ 2.065,25	R\$ 5.674,16	R\$ 226,89	R\$ 1.838,37	R\$ 1.020,78	R\$ 923,06	R\$ 747,81	R\$ 714,81	R\$ 714,81	R\$ 714,81
16	1642,626341	1346,953599	1,646343567	R\$ 2.217,55	R\$ 7.891,71	R\$ 233,70	R\$ 1.983,85	R\$ 1.059,20	R\$ 951,40	R\$ 760,02	R\$ 724,30	R\$ 724,30	R\$ 724,30
17	1629,48533	1336,177971	1,782002277	R\$ 2.381,07	R\$ 10.272,78	R\$ 240,71	R\$ 2.140,37	R\$ 1.098,81	R\$ 980,38	R\$ 772,26	R\$ 733,74	R\$ 733,74	R\$ 733,74
18	1616,449447	1325,488547	1,928839264	R\$ 2.556,65	R\$ 12.829,44	R\$ 247,93	R\$ 2.308,73	R\$ 1.139,65	R\$ 1.010,03	R\$ 784,52	R\$ 743,16	R\$ 743,16	R\$ 743,16
19	1603,517852	1314,884638	2,08777562	R\$ 2.745,18	R\$ 15.574,62	R\$ 255,36	R\$ 2.489,82	R\$ 1.181,77	R\$ 1.040,35	R\$ 796,81	R\$ 752,53	R\$ 752,53	R\$ 752,53
20	1590,689709	1304,365561	2,259808331	R\$ 2.947,62	R\$ 18.522,24	R\$ 263,03	R\$ 2.684,59	R\$ 1.225,21	R\$ 1.071,38	R\$ 809,14	R\$ 761,88	R\$ 761,88	R\$ 761,88
21	1577,964191	1293,930637	2,446016537	R\$ 3.164,98	R\$ 21.687,21	R\$ 270,92	R\$ 2.894,06	R\$ 1.270,01	R\$ 1.103,13	R\$ 821,51	R\$ 771,20	R\$ 771,20	R\$ 771,20
22	1565,340478	1283,579192	2,6475683	R\$ 3.398,36	R\$ 25.085,58	R\$ 279,04	R\$ 3.119,32	R\$ 1.316,21	R\$ 1.135,62	R\$ 833,91	R\$ 780,49	R\$ 780,49	R\$ 780,49
23	1552,817754	1273,310558	2,865727928	R\$ 3.648,96	R\$ 28.734,54	R\$ 287,42	R\$ 3.361,55	R\$ 1.363,87	R\$ 1.168,87	R\$ 846,36	R\$ 789,77	R\$ 789,77	R\$ 789,77
24	1540,395212	1263,124074	3,101863909	R\$ 3.918,04	R\$ 32.652,58	R\$ 296,04	R\$ 3.622,00	R\$ 1.413,02	R\$ 1.202,90	R\$ 858,86	R\$ 799,02	R\$ 799,02	R\$ 799,02
25	1528,07205	1253,019081	3,357457495	R\$ 4.206,96	R\$ 36.859,54	R\$ 304,92	R\$ 3.902,04	R\$ 1.463,72	R\$ 1.237,73	R\$ 871,41	R\$ 808,26	R\$ 808,26	R\$ 808,26
								R\$ 24.395,30	R\$ 22.095,72	R\$ 18.093,52	R\$ 17.357,46		
							VPL	R\$ 10.340,90	R\$ 8.041,32	R\$ 4.039,12	R\$ 3.303,06		
							TIR	4,04%	3,34%	1,90%	1,60%		
							IL	1,74	1,57	1,29	1,24		

ALTO PARNAÍBA													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)		
0				-R\$ 17.348,40	-R\$ 17.348,40			-R\$ 17.348,40	-R\$ 17.348,40	-R\$ 17.348,40	-R\$ 17.348,40		
1	2279,74	1869,38	0,502	R\$ 938,43	-R\$ 16.409,97	R\$ 150,00	R\$ 788,43	R\$ 758,10	R\$ 753,04	R\$ 742,54	R\$ 740,31		
2	2261,50208	1854,431706	0,5433648	R\$ 1.007,63	-R\$ 15.402,34	R\$ 154,50	R\$ 853,13	R\$ 788,77	R\$ 778,26	R\$ 756,71	R\$ 752,17		
3	2243,410063	1839,596252	0,58813806	R\$ 1.081,94	-R\$ 14.320,40	R\$ 159,14	R\$ 922,80	R\$ 820,37	R\$ 804,02	R\$ 770,87	R\$ 763,94		
4	2225,462783	1824,879482	0,636600636	R\$ 1.161,72	-R\$ 13.158,68	R\$ 163,91	R\$ 997,81	R\$ 852,93	R\$ 830,35	R\$ 785,01	R\$ 775,62		
5	2207,659081	1810,280446	0,689056528	R\$ 1.247,39	-R\$ 11.911,30	R\$ 168,83	R\$ 1.078,56	R\$ 886,50	R\$ 857,26	R\$ 799,15	R\$ 787,22		
6	2189,997808	1795,798203	0,745834786	R\$ 1.339,37	-R\$ 10.571,93	R\$ 173,89	R\$ 1.165,48	R\$ 921,09	R\$ 884,76	R\$ 813,29	R\$ 798,74		
7	2172,477825	1781,431817	0,807291572	R\$ 1.438,13	-R\$ 9.133,79	R\$ 179,11	R\$ 1.259,03	R\$ 956,76	R\$ 912,87	R\$ 827,44	R\$ 810,19		
8	2155,098003	1767,180362	0,873812398	R\$ 1.544,18	-R\$ 7.589,61	R\$ 184,48	R\$ 1.359,70	R\$ 993,52	R\$ 941,61	R\$ 841,59	R\$ 821,57		
9	2137,857219	1753,042919	0,945814539	R\$ 1.658,05	-R\$ 5.931,56	R\$ 190,02	R\$ 1.468,04	R\$ 1.031,42	R\$ 971,00	R\$ 855,76	R\$ 832,90		
10	2120,754361	1739,018576	1,023749657	R\$ 1.780,32	-R\$ 4.151,24	R\$ 195,72	R\$ 1.584,60	R\$ 1.070,50	R\$ 1.001,05	R\$ 869,95	R\$ 844,16		
11	2103,788326	1725,106427	1,108106629	R\$ 1.911,60	-R\$ 2.239,63	R\$ 201,59	R\$ 1.710,01	R\$ 1.110,79	R\$ 1.031,78	R\$ 884,16	R\$ 855,37		
12	2086,95802	1711,305576	1,199414615	R\$ 2.052,56	-R\$ 187,07	R\$ 207,64	R\$ 1.844,93	R\$ 1.152,34	R\$ 1.063,21	R\$ 898,39	R\$ 866,53		
13	2070,262355	1697,615131	1,29824638	R\$ 2.203,92	R\$ 2.016,85	R\$ 213,86	R\$ 1.990,06	R\$ 1.195,18	R\$ 1.095,37	R\$ 912,66	R\$ 877,65		
14	2053,700257	1684,03421	1,405221881	R\$ 2.366,44	R\$ 4.383,30	R\$ 220,28	R\$ 2.146,16	R\$ 1.239,35	R\$ 1.128,26	R\$ 926,97	R\$ 888,73		
15	2037,270655	1670,561937	1,521012165	R\$ 2.540,95	R\$ 6.924,24	R\$ 226,89	R\$ 2.314,06	R\$ 1.284,91	R\$ 1.161,91	R\$ 941,31	R\$ 899,77		
16	2020,972489	1657,197441	1,646343567	R\$ 2.728,32	R\$ 9.652,56	R\$ 233,70	R\$ 2.494,62	R\$ 1.331,90	R\$ 1.196,35	R\$ 953,70	R\$ 910,77		
17	2004,804709	1643,939862	1,782002277	R\$ 2.929,50	R\$ 12.582,06	R\$ 240,71	R\$ 2.688,80	R\$ 1.380,36	R\$ 1.231,59	R\$ 970,13	R\$ 921,75		
18	1988,766272	1630,788343	1,928839264	R\$ 3.145,53	R\$ 15.727,59	R\$ 247,93	R\$ 2.897,60	R\$ 1.430,34	R\$ 1.267,65	R\$ 984,62	R\$ 932,71		
19	1972,856142	1617,742036	2,08777562	R\$ 3.377,48	R\$ 19.105,07	R\$ 255,36	R\$ 3.122,12	R\$ 1.481,89	R\$ 1.304,55	R\$ 999,17	R\$ 943,64		
20	1957,073292	1604,8001	2,259808331	R\$ 3.626,54	R\$ 22.731,61	R\$ 263,03	R\$ 3.363,51	R\$ 1.535,06	R\$ 1.342,33	R\$ 1.013,77	R\$ 954,56		
21	1941,416706	1591,961699	2,446016537	R\$ 3.893,96	R\$ 26.625,58	R\$ 270,92	R\$ 3.623,05	R\$ 1.589,92	R\$ 1.381,00	R\$ 1.028,44	R\$ 965,46		
22	1925,885372	1579,226005	2,6475683	R\$ 4.181,11	R\$ 30.806,69	R\$ 279,04	R\$ 3.902,06	R\$ 1.646,50	R\$ 1.420,59	R\$ 1.043,17	R\$ 976,34		
23	1910,478289	1566,592197	2,865727928	R\$ 4.489,43	R\$ 35.296,11	R\$ 287,42	R\$ 4.202,01	R\$ 1.704,87	R\$ 1.461,11	R\$ 1.057,97	R\$ 987,23		
24	1895,194463	1554,05946	3,101863909	R\$ 4.820,48	R\$ 40.116,59	R\$ 296,04	R\$ 4.524,44	R\$ 1.765,08	R\$ 1.502,60	R\$ 1.072,85	R\$ 998,10		
25	1880,032907	1541,626984	3,357457495	R\$ 5.175,95	R\$ 45.292,54	R\$ 304,92	R\$ 4.871,03	R\$ 1.827,20	R\$ 1.545,09	R\$ 1.087,81	R\$ 1.008,98		
								R\$ 30.755,66	R\$ 27.867,58	R\$ 22.839,45	R\$ 21.914,40		
							VPL	R\$ 13.407,26	R\$ 10.519,18	R\$ 5.491,05	R\$ 4.566,00		
							TIR	4,23%	3,54%	2,1%	1,8%		
							IL	1,77	1,61	1,32	1,26		

BALSAS													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 17.128,80	-R\$ 17.128,80			-R\$ 17.128,80	-R\$ 17.128,80	-R\$ 17.128,80	-R\$ 17.128,80	-R\$ 17.128,80	-R\$ 17.128,80
1	2263,02	1855,67	0,502	R\$ 931,55	-R\$ 16.197,25	R\$ 150,00	R\$ 781,55	R\$ 751,49	R\$ 746,46	R\$ 736,06	R\$ 733,85	R\$ 733,85	R\$ 733,85
2	2244,91584	1840,830989	0,5433648	R\$ 1.000,24	-R\$ 15.197,01	R\$ 154,50	R\$ 845,74	R\$ 781,94	R\$ 771,52	R\$ 750,16	R\$ 745,66	R\$ 745,66	R\$ 745,66
3	2226,956513	1826,104341	0,58813806	R\$ 1.074,00	-R\$ 14.123,01	R\$ 159,14	R\$ 914,87	R\$ 813,31	R\$ 797,11	R\$ 764,24	R\$ 757,37	R\$ 757,37	R\$ 757,37
4	2209,140861	1811,495506	0,636600636	R\$ 1.153,20	-R\$ 12.969,81	R\$ 163,91	R\$ 989,29	R\$ 845,65	R\$ 823,26	R\$ 778,31	R\$ 769,00	R\$ 769,00	R\$ 769,00
5	2191,467734	1797,003542	0,689056528	R\$ 1.238,24	-R\$ 11.731,57	R\$ 168,83	R\$ 1.069,41	R\$ 878,98	R\$ 849,98	R\$ 792,38	R\$ 780,54	R\$ 780,54	R\$ 780,54
6	2173,935992	1782,627514	0,745834786	R\$ 1.329,55	-R\$ 10.402,03	R\$ 173,89	R\$ 1.155,65	R\$ 913,33	R\$ 877,30	R\$ 806,44	R\$ 792,01	R\$ 792,01	R\$ 792,01
7	2156,544504	1768,366494	0,807291572	R\$ 1.427,59	-R\$ 8.974,44	R\$ 179,11	R\$ 1.248,48	R\$ 948,74	R\$ 905,22	R\$ 820,51	R\$ 803,40	R\$ 803,40	R\$ 803,40
8	2139,292148	1754,219562	0,873812398	R\$ 1.532,86	-R\$ 7.441,58	R\$ 184,48	R\$ 1.348,38	R\$ 985,25	R\$ 933,77	R\$ 834,58	R\$ 814,73	R\$ 814,73	R\$ 814,73
9	2122,177811	1740,185805	0,945814539	R\$ 1.645,89	-R\$ 5.795,69	R\$ 190,02	R\$ 1.455,88	R\$ 1.022,88	R\$ 962,95	R\$ 848,67	R\$ 826,00	R\$ 826,00	R\$ 826,00
10	2105,200389	1726,264319	1,023749657	R\$ 1.767,26	-R\$ 4.028,43	R\$ 195,72	R\$ 1.571,55	R\$ 1.061,68	R\$ 992,80	R\$ 862,78	R\$ 837,20	R\$ 837,20	R\$ 837,20
11	2088,358786	1712,454204	1,108106629	R\$ 1.897,58	-R\$ 2.130,84	R\$ 201,59	R\$ 1.695,99	R\$ 1.101,69	R\$ 1.023,32	R\$ 876,91	R\$ 848,36	R\$ 848,36	R\$ 848,36
12	2071,651915	1698,754571	1,199414615	R\$ 2.037,51	-R\$ 93,33	R\$ 207,64	R\$ 1.829,88	R\$ 1.142,94	R\$ 1.054,54	R\$ 891,06	R\$ 859,46	R\$ 859,46	R\$ 859,46
13	2055,0787	1685,164534	1,29824638	R\$ 2.187,76	R\$ 2.094,43	R\$ 213,86	R\$ 1.973,89	R\$ 1.185,47	R\$ 1.086,47	R\$ 905,25	R\$ 870,52	R\$ 870,52	R\$ 870,52
14	2038,63807	1671,683218	1,405221881	R\$ 2.349,09	R\$ 4.443,51	R\$ 220,28	R\$ 2.128,81	R\$ 1.229,33	R\$ 1.119,14	R\$ 919,47	R\$ 881,54	R\$ 881,54	R\$ 881,54
15	2022,328966	1658,309752	1,521012165	R\$ 2.522,31	R\$ 6.965,82	R\$ 226,89	R\$ 2.295,42	R\$ 1.274,57	R\$ 1.152,56	R\$ 933,73	R\$ 892,52	R\$ 892,52	R\$ 892,52
16	2006,150334	1645,043274	1,646343567	R\$ 2.708,31	R\$ 9.674,13	R\$ 233,70	R\$ 2.474,61	R\$ 1.321,22	R\$ 1.186,75	R\$ 948,03	R\$ 903,47	R\$ 903,47	R\$ 903,47
17	1990,101131	1631,882928	1,782002277	R\$ 2.908,02	R\$ 12.582,15	R\$ 240,71	R\$ 2.667,31	R\$ 1.369,33	R\$ 1.221,74	R\$ 962,38	R\$ 914,39	R\$ 914,39	R\$ 914,39
18	1974,180322	1618,827864	1,928839264	R\$ 3.122,46	R\$ 15.704,61	R\$ 247,93	R\$ 2.874,53	R\$ 1.418,95	R\$ 1.257,55	R\$ 976,78	R\$ 925,28	R\$ 925,28	R\$ 925,28
19	1958,38688	1605,877241	2,08777562	R\$ 3.352,71	R\$ 19.057,32	R\$ 255,36	R\$ 3.097,35	R\$ 1.470,13	R\$ 1.294,20	R\$ 991,24	R\$ 936,15	R\$ 936,15	R\$ 936,15
20	1942,719785	1593,030224	2,259808331	R\$ 3.599,94	R\$ 22.657,26	R\$ 263,03	R\$ 3.336,92	R\$ 1.522,93	R\$ 1.331,72	R\$ 1.005,75	R\$ 947,01	R\$ 947,01	R\$ 947,01
21	1927,178027	1580,285982	2,446016537	R\$ 3.865,41	R\$ 26.522,67	R\$ 270,92	R\$ 3.594,49	R\$ 1.577,38	R\$ 1.370,11	R\$ 1.020,33	R\$ 957,85	R\$ 957,85	R\$ 957,85
22	1911,760602	1567,643694	2,6475683	R\$ 4.150,44	R\$ 30.673,11	R\$ 279,04	R\$ 3.871,40	R\$ 1.633,56	R\$ 1.409,42	R\$ 1.034,97	R\$ 968,67	R\$ 968,67	R\$ 968,67
23	1896,466517	1555,102544	2,865727928	R\$ 4.456,50	R\$ 35.129,61	R\$ 287,42	R\$ 4.169,09	R\$ 1.691,51	R\$ 1.449,66	R\$ 1.049,68	R\$ 979,49	R\$ 979,49	R\$ 979,49
24	1881,294785	1542,661724	3,101863909	R\$ 4.785,13	R\$ 39.914,74	R\$ 296,04	R\$ 4.489,09	R\$ 1.751,29	R\$ 1.490,86	R\$ 1.064,47	R\$ 990,30	R\$ 990,30	R\$ 990,30
25	1866,244427	1530,32043	3,357457495	R\$ 5.137,99	R\$ 45.052,72	R\$ 304,92	R\$ 4.833,07	R\$ 1.812,96	R\$ 1.533,05	R\$ 1.079,33	R\$ 1.001,11	R\$ 1.001,11	R\$ 1.001,11
								R\$ 30.506,48	R\$ 27.641,47	R\$ 22.653,52	R\$ 21.735,88	R\$ 21.735,88	R\$ 21.735,88
							VPL	R\$ 13.377,68	R\$ 10.512,67	R\$ 5.524,72	R\$ 4.607,08	R\$ 4.607,08	R\$ 4.607,08
							TIR	4,27%	3,57%	2,13%	1,82%	1,82%	1,82%
							IL	1,78	1,61	1,32	1,27	1,27	1,27

ESTREITO													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 17.054,40	-R\$ 17.054,40			-R\$ 17.054,40	-R\$ 17.054,40	-R\$ 17.054,40	-R\$ 17.054,40	-R\$ 17.054,40	-R\$ 17.054,40
1	2706,69	2219,48	0,502	R\$ 1.114,18	-R\$ 15.940,22	R\$ 150,00	R\$ 964,18	R\$ 927,10	R\$ 920,90	R\$ 908,06	R\$ 908,06	R\$ 908,06	R\$ 905,33
2	2685,03648	2201,729914	0,5433648	R\$ 1.196,34	-R\$ 14.743,88	R\$ 154,50	R\$ 1.041,84	R\$ 963,24	R\$ 950,41	R\$ 924,10	R\$ 924,10	R\$ 924,10	R\$ 918,55
3	2663,556188	2184,116074	0,58813806	R\$ 1.284,56	-R\$ 13.459,32	R\$ 159,14	R\$ 1.125,43	R\$ 1.000,50	R\$ 980,57	R\$ 940,13	R\$ 940,13	R\$ 940,13	R\$ 931,68
4	2642,247739	2166,643146	0,636600636	R\$ 1.379,29	-R\$ 12.080,03	R\$ 163,91	R\$ 1.215,38	R\$ 1.038,91	R\$ 1.011,40	R\$ 956,18	R\$ 956,18	R\$ 956,18	R\$ 944,74
5	2621,109757	2149,310001	0,689056528	R\$ 1.481,00	-R\$ 10.599,03	R\$ 168,83	R\$ 1.312,17	R\$ 1.078,51	R\$ 1.042,93	R\$ 972,25	R\$ 972,25	R\$ 972,25	R\$ 957,73
6	2600,140879	2132,115521	0,745834786	R\$ 1.590,21	-R\$ 9.008,83	R\$ 173,89	R\$ 1.416,31	R\$ 1.119,33	R\$ 1.075,18	R\$ 988,33	R\$ 988,33	R\$ 988,33	R\$ 970,65
7	2579,339752	2115,058596	0,807291572	R\$ 1.707,47	-R\$ 7.301,36	R\$ 179,11	R\$ 1.528,36	R\$ 1.161,43	R\$ 1.108,15	R\$ 1.004,45	R\$ 1.004,45	R\$ 1.004,45	R\$ 983,51
8	2558,705034	2098,138128	0,873812398	R\$ 1.833,38	-R\$ 5.467,98	R\$ 184,48	R\$ 1.648,90	R\$ 1.204,83	R\$ 1.141,88	R\$ 1.020,59	R\$ 1.020,59	R\$ 1.020,59	R\$ 996,32
9	2538,235393	2081,353023	0,945814539	R\$ 1.968,57	-R\$ 3.499,41	R\$ 190,02	R\$ 1.778,56	R\$ 1.249,59	R\$ 1.176,38	R\$ 1.036,77	R\$ 1.036,77	R\$ 1.036,77	R\$ 1.009,07
10	2517,92951	2064,702198	1,023749657	R\$ 2.113,74	-R\$ 1.385,67	R\$ 195,72	R\$ 1.918,02	R\$ 1.295,75	R\$ 1.211,68	R\$ 1.053,00	R\$ 1.053,00	R\$ 1.053,00	R\$ 1.021,78
11	2497,786074	2048,184581	1,108106629	R\$ 2.269,61	-R\$ 883,94	R\$ 201,59	R\$ 2.068,02	R\$ 1.343,35	R\$ 1.247,79	R\$ 1.069,26	R\$ 1.069,26	R\$ 1.069,26	R\$ 1.034,45
12	2477,803786	2031,799104	1,199414615	R\$ 2.436,97	-R\$ 3.320,91	R\$ 207,64	R\$ 2.229,33	R\$ 1.392,44	R\$ 1.284,74	R\$ 1.085,58	R\$ 1.085,58	R\$ 1.085,58	R\$ 1.047,08
13	2457,981355	2015,544711	1,29824638	R\$ 2.616,67	-R\$ 5.937,58	R\$ 213,86	R\$ 2.402,81	R\$ 1.443,07	R\$ 1.322,55	R\$ 1.101,96	R\$ 1.101,96	R\$ 1.101,96	R\$ 1.059,68
14	2438,317504	1999,420354	1,405221881	R\$ 2.809,63	-R\$ 8.747,21	R\$ 220,28	R\$ 2.589,35	R\$ 1.495,28	R\$ 1.361,25	R\$ 1.118,39	R\$ 1.118,39	R\$ 1.118,39	R\$ 1.072,25
15	2418,810964	1983,424991	1,521012165	R\$ 3.016,81	-R\$ 11.764,02	R\$ 226,89	R\$ 2.789,93	R\$ 1.549,15	R\$ 1.400,85	R\$ 1.134,88	R\$ 1.134,88	R\$ 1.134,88	R\$ 1.084,80
16	2399,460477	1967,557591	1,646343567	R\$ 3.239,28	-R\$ 15.003,30	R\$ 233,70	R\$ 3.005,58	R\$ 1.604,70	R\$ 1.441,39	R\$ 1.151,45	R\$ 1.151,45	R\$ 1.151,45	R\$ 1.097,32
17	2380,264793	1951,81713	1,782002277	R\$ 3.478,14	-R\$ 18.481,44	R\$ 240,71	R\$ 3.237,44	R\$ 1.662,01	R\$ 1.482,89	R\$ 1.168,09	R\$ 1.168,09	R\$ 1.168,09	R\$ 1.109,83
18	2361,222675	1936,202593	1,928839264	R\$ 3.734,62	-R\$ 22.216,07	R\$ 247,93	R\$ 3.486,70	R\$ 1.721,13	R\$ 1.525,37	R\$ 1.184,80	R\$ 1.184,80	R\$ 1.184,80	R\$ 1.122,33
19	2342,332893	1920,712972	2,08777562	R\$ 4.010,02	-R\$ 26.226,08	R\$ 255,36	R\$ 3.754,65	R\$ 1.782,12	R\$ 1.568,86	R\$ 1.201,59	R\$ 1.201,59	R\$ 1.201,59	R\$ 1.134,82
20	2323,59423	1905,347269	2,259808331	R\$ 4.305,72	-R\$ 30.531,80	R\$ 263,03	R\$ 4.042,69	R\$ 1.845,03	R\$ 1.613,38	R\$ 1.218,47	R\$ 1.218,47	R\$ 1.218,47	R\$ 1.147,30
21	2305,005476	1890,10449	2,446016537	R\$ 4.623,23	-R\$ 35.155,03	R\$ 270,92	R\$ 4.352,31	R\$ 1.909,94	R\$ 1.658,97	R\$ 1.235,44	R\$ 1.235,44	R\$ 1.235,44	R\$ 1.159,79
22	2286,565432	1874,983655	2,6475683	R\$ 4.964,15	-R\$ 40.119,18	R\$ 279,04	R\$ 4.685,10	R\$ 1.976,90	R\$ 1.705,66	R\$ 1.252,50	R\$ 1.252,50	R\$ 1.252,50	R\$ 1.172,27
23	2268,272909	1859,983785	2,865727928	R\$ 5.330,21	-R\$ 45.449,39	R\$ 287,42	R\$ 5.042,79	R\$ 2.045,99	R\$ 1.753,47	R\$ 1.269,66	R\$ 1.269,66	R\$ 1.269,66	R\$ 1.184,76
24	2250,126726	1845,103915	3,101863909	R\$ 5.723,26	-R\$ 51.172,65	R\$ 296,04	R\$ 5.427,22	R\$ 2.117,28	R\$ 1.802,43	R\$ 1.286,92	R\$ 1.286,92	R\$ 1.286,92	R\$ 1.197,26
25	2232,125712	1830,343084	3,357457495	R\$ 6.145,30	-R\$ 57.317,95	R\$ 304,92	R\$ 5.840,38	R\$ 2.190,82	R\$ 1.852,57	R\$ 1.304,29	R\$ 1.304,29	R\$ 1.304,29	R\$ 1.209,76
								R\$ 37.118,41	R\$ 33.641,62	R\$ 27.587,15	R\$ 27.587,15	R\$ 27.587,15	R\$ 26.473,07
							VPL	R\$ 20.064,01	R\$ 16.587,22	R\$ 10.532,75	R\$ 10.532,75	R\$ 10.532,75	R\$ 9.418,67
							TIR	6,00%	5,29%	3,83%	3,83%	3,83%	3,52%
							IL	2,18	1,97	1,62	1,62	1,62	1,55

IMPERATRIZ													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 16.689,60	-R\$ 16.689,60			-R\$ 16.689,60	-R\$ 16.689,60	-R\$ 16.689,60	-R\$ 16.689,60	-R\$ 16.689,60	-R\$ 16.689,60
1	2644,85	2168,77	0,502	R\$ 1.088,72	-R\$ 15.600,88	R\$ 150,00	R\$ 938,72	R\$ 902,62	R\$ 896,58	R\$ 884,09	R\$ 884,09	R\$ 884,09	R\$ 881,43
2	2623,6912	2151,426784	0,5433648	R\$ 1.169,01	-R\$ 14.431,87	R\$ 154,50	R\$ 1.014,51	R\$ 937,97	R\$ 925,47	R\$ 899,85	R\$ 899,85	R\$ 899,85	R\$ 894,45
3	2602,70167	2134,21537	0,58813806	R\$ 1.255,21	-R\$ 13.176,65	R\$ 159,14	R\$ 1.096,08	R\$ 974,41	R\$ 955,00	R\$ 915,62	R\$ 915,62	R\$ 915,62	R\$ 907,39
4	2581,880057	2117,141647	0,636600636	R\$ 1.347,77	-R\$ 11.828,88	R\$ 163,91	R\$ 1.183,86	R\$ 1.011,97	R\$ 985,18	R\$ 931,39	R\$ 931,39	R\$ 931,39	R\$ 920,25
5	2561,225017	2100,204514	0,689056528	R\$ 1.447,16	-R\$ 10.381,72	R\$ 168,83	R\$ 1.278,33	R\$ 1.050,70	R\$ 1.016,04	R\$ 947,18	R\$ 947,18	R\$ 947,18	R\$ 933,03
6	2540,735216	2083,402877	0,745834786	R\$ 1.553,87	-R\$ 8.827,85	R\$ 173,89	R\$ 1.379,98	R\$ 1.090,62	R\$ 1.047,60	R\$ 962,98	R\$ 962,98	R\$ 962,98	R\$ 945,75
7	2520,409335	2066,735654	0,807291572	R\$ 1.668,46	-R\$ 7.159,39	R\$ 179,11	R\$ 1.489,35	R\$ 1.131,78	R\$ 1.079,87	R\$ 978,81	R\$ 978,81	R\$ 978,81	R\$ 958,41
8	2500,24606	2050,201769	0,873812398	R\$ 1.791,49	-R\$ 5.367,90	R\$ 184,48	R\$ 1.607,01	R\$ 1.174,23	R\$ 1.112,87	R\$ 994,67	R\$ 994,67	R\$ 994,67	R\$ 971,01
9	2480,244092	2033,800155	0,945814539	R\$ 1.923,60	-R\$ 3.444,30	R\$ 190,02	R\$ 1.733,58	R\$ 1.217,99	R\$ 1.146,63	R\$ 1.010,56	R\$ 1.010,56	R\$ 1.010,56	R\$ 983,55
10	2460,402139	2017,529754	1,023749657	R\$ 2.065,45	-R\$ 1.378,85	R\$ 195,72	R\$ 1.869,73	R\$ 1.263,12	R\$ 1.181,17	R\$ 1.026,48	R\$ 1.026,48	R\$ 1.026,48	R\$ 996,05
11	2440,718922	2001,389516	1,108106629	R\$ 2.217,75	-R\$ 838,90	R\$ 201,59	R\$ 2.016,17	R\$ 1.309,66	R\$ 1.216,50	R\$ 1.042,45	R\$ 1.042,45	R\$ 1.042,45	R\$ 1.008,51
12	2421,19317	1985,3784	1,199414615	R\$ 2.381,29	-R\$ 3.220,19	R\$ 207,64	R\$ 2.173,66	R\$ 1.357,66	R\$ 1.252,65	R\$ 1.058,47	R\$ 1.058,47	R\$ 1.058,47	R\$ 1.020,93
13	2401,823625	1969,495372	1,29824638	R\$ 2.556,89	-R\$ 5.777,08	R\$ 213,86	R\$ 2.343,03	R\$ 1.407,16	R\$ 1.289,65	R\$ 1.074,54	R\$ 1.074,54	R\$ 1.074,54	R\$ 1.033,31
14	2382,609036	1953,73941	1,405221881	R\$ 2.745,44	-R\$ 8.522,52	R\$ 220,28	R\$ 2.525,16	R\$ 1.458,22	R\$ 1.327,50	R\$ 1.090,66	R\$ 1.090,66	R\$ 1.090,66	R\$ 1.045,67
15	2363,548164	1938,109494	1,521012165	R\$ 2.947,89	-R\$ 11.470,41	R\$ 226,89	R\$ 2.721,00	R\$ 1.510,87	R\$ 1.366,24	R\$ 1.106,85	R\$ 1.106,85	R\$ 1.106,85	R\$ 1.058,00
16	2344,639778	1922,604618	1,646343567	R\$ 3.165,27	-R\$ 14.635,67	R\$ 233,70	R\$ 2.931,57	R\$ 1.565,19	R\$ 1.405,90	R\$ 1.123,10	R\$ 1.123,10	R\$ 1.123,10	R\$ 1.070,30
17	2325,88266	1907,223781	1,782002277	R\$ 3.398,68	-R\$ 18.034,35	R\$ 240,71	R\$ 3.157,97	R\$ 1.621,22	R\$ 1.446,49	R\$ 1.139,41	R\$ 1.139,41	R\$ 1.139,41	R\$ 1.082,59
18	2307,275599	1891,965991	1,928839264	R\$ 3.649,30	-R\$ 21.683,65	R\$ 247,93	R\$ 3.401,37	R\$ 1.679,01	R\$ 1.488,04	R\$ 1.155,81	R\$ 1.155,81	R\$ 1.155,81	R\$ 1.094,87
19	2288,817394	1876,830263	2,08777562	R\$ 3.918,40	-R\$ 25.602,05	R\$ 255,36	R\$ 3.663,04	R\$ 1.738,63	R\$ 1.530,57	R\$ 1.172,27	R\$ 1.172,27	R\$ 1.172,27	R\$ 1.107,13
20	2270,506855	1861,815621	2,259808331	R\$ 4.207,35	-R\$ 29.809,40	R\$ 263,03	R\$ 3.944,32	R\$ 1.800,14	R\$ 1.574,12	R\$ 1.188,82	R\$ 1.188,82	R\$ 1.188,82	R\$ 1.119,39
21	2252,3428	1846,921096	2,446016537	R\$ 4.517,60	-R\$ 34.327,00	R\$ 270,92	R\$ 4.246,68	R\$ 1.863,59	R\$ 1.618,71	R\$ 1.205,46	R\$ 1.205,46	R\$ 1.205,46	R\$ 1.131,64
22	2234,324058	1832,145727	2,6475683	R\$ 4.850,73	-R\$ 39.177,73	R\$ 279,04	R\$ 4.571,69	R\$ 1.929,05	R\$ 1.664,37	R\$ 1.222,18	R\$ 1.222,18	R\$ 1.222,18	R\$ 1.143,89
23	2216,449465	1817,488561	2,865727928	R\$ 5.208,43	-R\$ 44.386,16	R\$ 287,42	R\$ 4.921,01	R\$ 1.996,58	R\$ 1.711,12	R\$ 1.239,00	R\$ 1.239,00	R\$ 1.239,00	R\$ 1.156,15
24	2198,71787	1802,948653	3,101863909	R\$ 5.592,50	-R\$ 49.978,66	R\$ 296,04	R\$ 5.296,46	R\$ 2.066,26	R\$ 1.759,00	R\$ 1.255,92	R\$ 1.255,92	R\$ 1.255,92	R\$ 1.168,41
25	2181,128127	1788,525064	3,357457495	R\$ 6.004,90	-R\$ 55.983,55	R\$ 304,92	R\$ 5.699,98	R\$ 2.138,16	R\$ 1.808,03	R\$ 1.272,93	R\$ 1.272,93	R\$ 1.272,93	R\$ 1.180,68
								R\$ 36.196,82	R\$ 32.805,30	R\$ 26.899,49	R\$ 26.899,49	R\$ 26.899,49	R\$ 25.812,78
							VPL	R\$ 19.507,22	R\$ 16.115,70	R\$ 10.209,89	R\$ 10.209,89	R\$ 10.209,89	R\$ 9.123,18
							TIR	5,97%	5,26%	3,79%	3,79%	3,79%	3,48%
							IL	2,17	1,97	1,61	1,61	1,61	1,55

PAÇO DO LUMIAR													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 12.736,80	-R\$ 12.736,80			-R\$ 12.736,80	-R\$ 12.736,80	-R\$ 12.736,80	-R\$ 12.736,80	-R\$ 12.736,80	-R\$ 12.736,80
1	1996,19	1636,8758	0,502	R\$ 821,71	-R\$ 11.915,09	R\$ 150,00	R\$ 671,71	R\$ 645,88	R\$ 641,56	R\$ 632,62	R\$ 630,72	R\$ 630,72	R\$ 630,72
2	1980,22048	1623,780794	0,5433648	R\$ 882,31	-R\$ 11.032,78	R\$ 154,50	R\$ 727,81	R\$ 672,90	R\$ 663,93	R\$ 645,55	R\$ 641,68	R\$ 641,68	R\$ 641,68
3	1964,378716	1610,790547	0,58813806	R\$ 947,37	-R\$ 10.085,42	R\$ 159,14	R\$ 788,23	R\$ 700,74	R\$ 686,77	R\$ 658,45	R\$ 652,54	R\$ 652,54	R\$ 652,54
4	1948,663686	1597,904223	0,636600636	R\$ 1.017,23	-R\$ 9.068,19	R\$ 163,91	R\$ 853,32	R\$ 729,42	R\$ 710,11	R\$ 671,34	R\$ 663,30	R\$ 663,30	R\$ 663,30
5	1933,074377	1585,120989	0,689056528	R\$ 1.092,24	-R\$ 7.975,95	R\$ 168,83	R\$ 923,41	R\$ 758,98	R\$ 733,94	R\$ 684,20	R\$ 673,98	R\$ 673,98	R\$ 673,98
6	1917,609782	1572,440021	0,745834786	R\$ 1.172,78	-R\$ 6.803,17	R\$ 173,89	R\$ 998,89	R\$ 789,44	R\$ 758,29	R\$ 697,05	R\$ 684,57	R\$ 684,57	R\$ 684,57
7	1902,268904	1559,860501	0,807291572	R\$ 1.259,26	-R\$ 5.543,91	R\$ 179,11	R\$ 1.080,15	R\$ 820,83	R\$ 783,18	R\$ 709,88	R\$ 695,09	R\$ 695,09	R\$ 695,09
8	1887,050752	1547,381617	0,873812398	R\$ 1.352,12	-R\$ 4.191,79	R\$ 184,48	R\$ 1.167,64	R\$ 853,18	R\$ 808,60	R\$ 722,72	R\$ 705,52	R\$ 705,52	R\$ 705,52
9	1871,954346	1535,002564	0,945814539	R\$ 1.451,83	-R\$ 2.739,96	R\$ 190,02	R\$ 1.261,81	R\$ 886,53	R\$ 834,59	R\$ 735,55	R\$ 715,89	R\$ 715,89	R\$ 715,89
10	1856,978712	1522,722544	1,023749657	R\$ 1.558,89	-R\$ 1.181,07	R\$ 195,72	R\$ 1.363,17	R\$ 920,91	R\$ 861,16	R\$ 748,38	R\$ 726,20	R\$ 726,20	R\$ 726,20
11	1842,122882	1510,540763	1,108106629	R\$ 1.673,84	R\$ 492,77	R\$ 201,59	R\$ 1.472,25	R\$ 956,35	R\$ 888,32	R\$ 761,22	R\$ 736,44	R\$ 736,44	R\$ 736,44
12	1827,385899	1498,456437	1,199414615	R\$ 1.797,27	R\$ 2.290,04	R\$ 207,64	R\$ 1.589,64	R\$ 992,88	R\$ 916,09	R\$ 774,08	R\$ 746,62	R\$ 746,62	R\$ 746,62
13	1812,766812	1486,468786	1,29824638	R\$ 1.929,80	R\$ 4.219,84	R\$ 213,86	R\$ 1.715,94	R\$ 1.030,55	R\$ 944,48	R\$ 786,95	R\$ 756,76	R\$ 756,76	R\$ 756,76
14	1798,264677	1474,577035	1,405221881	R\$ 2.072,11	R\$ 6.291,95	R\$ 220,28	R\$ 1.851,83	R\$ 1.069,38	R\$ 973,52	R\$ 799,84	R\$ 766,84	R\$ 766,84	R\$ 766,84
15	1783,87856	1462,780419	1,521012165	R\$ 2.224,91	R\$ 8.516,86	R\$ 226,89	R\$ 1.998,02	R\$ 1.109,43	R\$ 1.003,23	R\$ 812,75	R\$ 776,88	R\$ 776,88	R\$ 776,88
16	1769,607531	1451,078176	1,646343567	R\$ 2.388,97	R\$ 10.905,83	R\$ 233,70	R\$ 2.155,28	R\$ 1.150,72	R\$ 1.033,61	R\$ 825,70	R\$ 786,88	R\$ 786,88	R\$ 786,88
17	1755,450671	1439,46955	1,782002277	R\$ 2.565,14	R\$ 13.470,97	R\$ 240,71	R\$ 2.324,43	R\$ 1.193,30	R\$ 1.064,69	R\$ 838,67	R\$ 796,84	R\$ 796,84	R\$ 796,84
18	1741,407066	1427,953794	1,928839264	R\$ 2.754,29	R\$ 16.225,26	R\$ 247,93	R\$ 2.506,37	R\$ 1.237,21	R\$ 1.096,49	R\$ 851,68	R\$ 806,77	R\$ 806,77	R\$ 806,77
19	1727,475809	1416,530164	2,08777562	R\$ 2.957,40	R\$ 19.182,66	R\$ 255,36	R\$ 2.702,03	R\$ 1.282,50	R\$ 1.129,03	R\$ 864,73	R\$ 816,67	R\$ 816,67	R\$ 816,67
20	1713,656003	1405,197922	2,259808331	R\$ 3.175,48	R\$ 22.358,14	R\$ 263,03	R\$ 2.912,45	R\$ 1.329,21	R\$ 1.162,32	R\$ 877,82	R\$ 826,55	R\$ 826,55	R\$ 826,55
21	1699,946755	1393,956339	2,446016537	R\$ 3.409,64	R\$ 25.767,78	R\$ 270,92	R\$ 3.138,72	R\$ 1.377,38	R\$ 1.196,39	R\$ 890,96	R\$ 836,39	R\$ 836,39	R\$ 836,39
22	1686,347181	1382,804688	2,6475683	R\$ 3.661,07	R\$ 29.428,85	R\$ 279,04	R\$ 3.382,03	R\$ 1.427,06	R\$ 1.231,26	R\$ 904,14	R\$ 846,22	R\$ 846,22	R\$ 846,22
23	1672,856403	1371,742251	2,865727928	R\$ 3.931,04	R\$ 33.359,89	R\$ 287,42	R\$ 3.643,62	R\$ 1.478,31	R\$ 1.266,95	R\$ 917,38	R\$ 856,04	R\$ 856,04	R\$ 856,04
24	1659,473552	1360,768313	3,101863909	R\$ 4.220,92	R\$ 37.580,80	R\$ 296,04	R\$ 3.924,88	R\$ 1.531,18	R\$ 1.303,49	R\$ 930,68	R\$ 865,84	R\$ 865,84	R\$ 865,84
25	1646,197764	1349,882166	3,357457495	R\$ 4.532,17	R\$ 42.112,98	R\$ 304,92	R\$ 4.227,25	R\$ 1.585,71	R\$ 1.340,88	R\$ 944,04	R\$ 875,62	R\$ 875,62	R\$ 875,62
								R\$ 26.529,97	R\$ 24.032,88	R\$ 19.686,36	R\$ 18.886,87	R\$ 18.886,87	R\$ 18.886,87
							VPL	R\$ 13.793,17	R\$ 11.296,08	R\$ 6.949,56	R\$ 6.150,07	R\$ 6.150,07	R\$ 6.150,07
							TIR	5,58%	4,87%	3,41%	3,10%	3,10%	3,10%
							IL	2,08	1,89	1,55	1,48	1,48	1,48

PEDREIRAS													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 14.383,80	-R\$ 14.383,80			-R\$ 14.383,80	-R\$ 14.383,80	-R\$ 14.383,80	-R\$ 14.383,80	-R\$ 14.383,80	-R\$ 14.383,80
1	1837,49	1506,7418	0,502	R\$ 756,38	-R\$ 13.627,42	R\$ 150,00	R\$ 606,38	R\$ 583,06	R\$ 579,16	R\$ 571,09	R\$ 569,38	R\$ 569,38	R\$ 569,38
2	1822,79008	1494,687866	0,5433648	R\$ 812,16	-R\$ 12.815,25	R\$ 154,50	R\$ 657,66	R\$ 608,04	R\$ 599,94	R\$ 583,33	R\$ 579,83	R\$ 579,83	R\$ 579,83
3	1808,207759	1482,730363	0,58813806	R\$ 872,05	-R\$ 11.943,20	R\$ 159,14	R\$ 712,92	R\$ 633,78	R\$ 621,15	R\$ 595,54	R\$ 590,19	R\$ 590,19	R\$ 590,19
4	1793,742097	1470,86852	0,636600636	R\$ 936,36	-R\$ 11.006,85	R\$ 163,91	R\$ 772,45	R\$ 660,29	R\$ 642,81	R\$ 607,71	R\$ 600,44	R\$ 600,44	R\$ 600,44
5	1779,392161	1459,101572	0,689056528	R\$ 1.005,40	-R\$ 10.001,45	R\$ 168,83	R\$ 836,58	R\$ 687,61	R\$ 664,92	R\$ 619,86	R\$ 610,60	R\$ 610,60	R\$ 610,60
6	1765,157023	1447,428759	0,745834786	R\$ 1.079,54	-R\$ 8.921,90	R\$ 173,89	R\$ 905,65	R\$ 715,75	R\$ 687,51	R\$ 631,98	R\$ 620,67	R\$ 620,67	R\$ 620,67
7	1751,035767	1435,849329	0,807291572	R\$ 1.159,15	-R\$ 7.762,75	R\$ 179,11	R\$ 980,04	R\$ 744,75	R\$ 710,59	R\$ 644,09	R\$ 630,66	R\$ 630,66	R\$ 630,66
8	1737,027481	1424,362534	0,873812398	R\$ 1.244,63	-R\$ 6.518,13	R\$ 184,48	R\$ 1.060,14	R\$ 774,64	R\$ 734,16	R\$ 656,18	R\$ 640,57	R\$ 640,57	R\$ 640,57
9	1723,131261	1412,967634	0,945814539	R\$ 1.336,41	-R\$ 5.181,72	R\$ 190,02	R\$ 1.146,39	R\$ 805,44	R\$ 758,25	R\$ 668,26	R\$ 650,41	R\$ 650,41	R\$ 650,41
10	1709,346211	1401,663893	1,023749657	R\$ 1.434,95	-R\$ 3.746,77	R\$ 195,72	R\$ 1.239,24	R\$ 837,18	R\$ 782,87	R\$ 680,34	R\$ 660,17	R\$ 660,17	R\$ 660,17
11	1695,671441	1390,450582	1,108106629	R\$ 1.540,77	-R\$ 2.206,00	R\$ 201,59	R\$ 1.339,18	R\$ 869,91	R\$ 808,03	R\$ 692,42	R\$ 669,87	R\$ 669,87	R\$ 669,87
12	1682,10607	1379,326977	1,199414615	R\$ 1.654,38	-R\$ 551,62	R\$ 207,64	R\$ 1.446,75	R\$ 903,64	R\$ 833,75	R\$ 704,50	R\$ 679,51	R\$ 679,51	R\$ 679,51
13	1668,649221	1368,292361	1,29824638	R\$ 1.776,38	R\$ 1.224,76	R\$ 213,86	R\$ 1.562,52	R\$ 938,41	R\$ 860,04	R\$ 716,59	R\$ 689,10	R\$ 689,10	R\$ 689,10
14	1655,300027	1357,346022	1,405221881	R\$ 1.907,37	R\$ 3.132,14	R\$ 220,28	R\$ 1.687,09	R\$ 974,25	R\$ 886,92	R\$ 728,69	R\$ 698,63	R\$ 698,63	R\$ 698,63
15	1642,057627	1346,487254	1,521012165	R\$ 2.048,02	R\$ 5.180,16	R\$ 226,89	R\$ 1.821,14	R\$ 1.011,21	R\$ 914,41	R\$ 740,80	R\$ 708,11	R\$ 708,11	R\$ 708,11
16	1628,921166	1335,715356	1,646343567	R\$ 2.199,05	R\$ 7.379,21	R\$ 233,70	R\$ 1.965,35	R\$ 1.049,32	R\$ 942,53	R\$ 752,93	R\$ 717,54	R\$ 717,54	R\$ 717,54
17	1615,889797	1325,029633	1,782002277	R\$ 2.361,21	R\$ 9.740,41	R\$ 240,71	R\$ 2.120,50	R\$ 1.088,61	R\$ 971,28	R\$ 765,09	R\$ 726,93	R\$ 726,93	R\$ 726,93
18	1602,962678	1314,429396	1,928839264	R\$ 2.535,32	R\$ 12.275,73	R\$ 247,93	R\$ 2.287,40	R\$ 1.129,12	R\$ 1.000,69	R\$ 777,27	R\$ 736,29	R\$ 736,29	R\$ 736,29
19	1590,138977	1303,913961	2,08777562	R\$ 2.722,28	R\$ 14.998,01	R\$ 255,36	R\$ 2.466,91	R\$ 1.170,90	R\$ 1.030,78	R\$ 789,48	R\$ 745,61	R\$ 745,61	R\$ 745,61
20	1577,417865	1293,482649	2,259808331	R\$ 2.923,02	R\$ 17.921,04	R\$ 263,03	R\$ 2.660,00	R\$ 1.213,99	R\$ 1.061,57	R\$ 801,73	R\$ 754,90	R\$ 754,90	R\$ 754,90
21	1564,798522	1283,134788	2,446016537	R\$ 3.138,57	R\$ 21.059,61	R\$ 270,92	R\$ 2.867,65	R\$ 1.258,42	R\$ 1.093,07	R\$ 814,01	R\$ 764,16	R\$ 764,16	R\$ 764,16
22	1552,280134	1272,86971	2,6475683	R\$ 3.370,01	R\$ 24.429,62	R\$ 279,04	R\$ 3.090,97	R\$ 1.304,25	R\$ 1.125,30	R\$ 826,33	R\$ 773,40	R\$ 773,40	R\$ 773,40
23	1539,861893	1262,686752	2,865727928	R\$ 3.618,52	R\$ 28.048,13	R\$ 287,42	R\$ 3.331,10	R\$ 1.351,52	R\$ 1.158,28	R\$ 838,70	R\$ 782,61	R\$ 782,61	R\$ 782,61
24	1527,542998	1252,585258	3,101863909	R\$ 3.885,35	R\$ 31.933,48	R\$ 296,04	R\$ 3.589,31	R\$ 1.400,27	R\$ 1.192,04	R\$ 851,11	R\$ 791,81	R\$ 791,81	R\$ 791,81
25	1515,322654	1242,564576	3,357457495	R\$ 4.171,86	R\$ 36.105,34	R\$ 304,92	R\$ 3.866,94	R\$ 1.450,55	R\$ 1.226,59	R\$ 863,57	R\$ 800,99	R\$ 800,99	R\$ 800,99
								R\$ 24.164,90	R\$ 21.886,64	R\$ 17.921,61	R\$ 17.192,38	R\$ 17.192,38	R\$ 17.192,38
							VPL	R\$ 9.781,10	R\$ 7.502,84	R\$ 3.537,81	R\$ 2.808,58	R\$ 2.808,58	R\$ 2.808,58
							TIR	4%	3,08%	1,65%	1,34%	1,34%	1,34%
							IL	1,68	1,52	1,25	1,20	1,20	1,20

PORTO FRANCO													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 16.579,80	-R\$ 16.579,80			-R\$ 16.579,80	-R\$ 16.579,80	-R\$ 16.579,80	-R\$ 16.579,80	-R\$ 16.579,80	-R\$ 16.579,80
1	2200,63	1804,51	0,502	R\$ 905,86	-R\$ 15.673,94	R\$ 150,00	R\$ 755,86	R\$ 726,79	R\$ 721,93	R\$ 711,87	R\$ 709,73	R\$ 709,73	R\$ 709,73
2	2183,02496	1790,080467	0,5433648	R\$ 972,67	-R\$ 14.701,27	R\$ 154,50	R\$ 818,17	R\$ 756,44	R\$ 746,36	R\$ 725,70	R\$ 721,34	R\$ 721,34	R\$ 721,34
3	2165,56076	1775,759823	0,58813806	R\$ 1.044,39	-R\$ 13.656,88	R\$ 159,14	R\$ 885,26	R\$ 786,99	R\$ 771,31	R\$ 739,51	R\$ 732,86	R\$ 732,86	R\$ 732,86
4	2148,236274	1761,553745	0,636600636	R\$ 1.121,41	-R\$ 12.535,47	R\$ 163,91	R\$ 957,50	R\$ 818,47	R\$ 796,80	R\$ 753,30	R\$ 744,28	R\$ 744,28	R\$ 744,28
5	2131,050384	1747,461315	0,689056528	R\$ 1.204,10	-R\$ 11.331,37	R\$ 168,83	R\$ 1.035,27	R\$ 850,92	R\$ 822,85	R\$ 767,08	R\$ 755,63	R\$ 755,63	R\$ 755,63
6	2114,001981	1733,481624	0,745834786	R\$ 1.292,89	-R\$ 10.038,48	R\$ 173,89	R\$ 1.119,00	R\$ 884,36	R\$ 849,47	R\$ 780,86	R\$ 766,89	R\$ 766,89	R\$ 766,89
7	2097,089965	1719,613771	0,807291572	R\$ 1.388,23	-R\$ 8.650,25	R\$ 179,11	R\$ 1.209,12	R\$ 918,83	R\$ 876,68	R\$ 794,64	R\$ 778,08	R\$ 778,08	R\$ 778,08
8	2080,313245	1705,856861	0,873812398	R\$ 1.490,60	-R\$ 7.159,65	R\$ 184,48	R\$ 1.306,12	R\$ 954,37	R\$ 904,50	R\$ 808,43	R\$ 789,20	R\$ 789,20	R\$ 789,20
9	2063,670739	1692,210006	0,945814539	R\$ 1.600,52	-R\$ 5.559,14	R\$ 190,02	R\$ 1.410,50	R\$ 991,00	R\$ 932,94	R\$ 822,22	R\$ 800,25	R\$ 800,25	R\$ 800,25
10	2047,161374	1678,672326	1,023749657	R\$ 1.718,54	-R\$ 3.840,59	R\$ 195,72	R\$ 1.522,82	R\$ 1.028,77	R\$ 962,02	R\$ 836,03	R\$ 811,25	R\$ 811,25	R\$ 811,25
11	2030,784083	1665,242948	1,108106629	R\$ 1.845,27	-R\$ 1.995,33	R\$ 201,59	R\$ 1.643,68	R\$ 1.067,70	R\$ 991,75	R\$ 849,86	R\$ 822,19	R\$ 822,19	R\$ 822,19
12	2014,53781	1651,921004	1,199414615	R\$ 1.981,34	-R\$ 13,99	R\$ 207,64	R\$ 1.773,70	R\$ 1.107,85	R\$ 1.022,16	R\$ 863,71	R\$ 833,08	R\$ 833,08	R\$ 833,08
13	1998,421507	1638,705636	1,29824638	R\$ 2.127,44	R\$ 2.113,45	R\$ 213,86	R\$ 1.913,58	R\$ 1.149,25	R\$ 1.053,27	R\$ 877,59	R\$ 843,92	R\$ 843,92	R\$ 843,92
14	1982,434135	1625,595991	1,405221881	R\$ 2.284,32	R\$ 4.397,78	R\$ 220,28	R\$ 2.064,04	R\$ 1.191,93	R\$ 1.085,09	R\$ 891,50	R\$ 854,72	R\$ 854,72	R\$ 854,72
15	1966,574662	1612,591223	1,521012165	R\$ 2.452,77	R\$ 6.850,55	R\$ 226,89	R\$ 2.225,88	R\$ 1.235,95	R\$ 1.117,64	R\$ 905,44	R\$ 865,48	R\$ 865,48	R\$ 865,48
16	1950,842065	1599,690493	1,646343567	R\$ 2.633,64	R\$ 9.484,19	R\$ 233,70	R\$ 2.399,95	R\$ 1.281,35	R\$ 1.150,94	R\$ 919,43	R\$ 876,21	R\$ 876,21	R\$ 876,21
17	1935,235328	1586,892969	1,782002277	R\$ 2.827,85	R\$ 12.312,03	R\$ 240,71	R\$ 2.587,14	R\$ 1.328,17	R\$ 1.185,02	R\$ 933,46	R\$ 886,90	R\$ 886,90	R\$ 886,90
18	1919,753446	1574,197826	1,928839264	R\$ 3.036,37	R\$ 15.348,41	R\$ 247,93	R\$ 2.788,45	R\$ 1.376,46	R\$ 1.219,89	R\$ 947,53	R\$ 897,57	R\$ 897,57	R\$ 897,57
19	1904,395418	1561,604243	2,08777562	R\$ 3.260,28	R\$ 18.608,69	R\$ 255,36	R\$ 3.004,91	R\$ 1.426,26	R\$ 1.255,58	R\$ 961,66	R\$ 908,22	R\$ 908,22	R\$ 908,22
20	1889,160255	1549,111409	2,259808331	R\$ 3.500,69	R\$ 22.109,38	R\$ 263,03	R\$ 3.237,67	R\$ 1.477,63	R\$ 1.292,11	R\$ 975,84	R\$ 918,84	R\$ 918,84	R\$ 918,84
21	1874,046973	1536,718518	2,446016537	R\$ 3.758,84	R\$ 25.868,22	R\$ 270,92	R\$ 3.487,92	R\$ 1.530,62	R\$ 1.329,49	R\$ 990,08	R\$ 929,45	R\$ 929,45	R\$ 929,45
22	1859,054597	1524,42477	2,6475683	R\$ 4.036,02	R\$ 29.904,24	R\$ 279,04	R\$ 3.756,97	R\$ 1.585,28	R\$ 1.367,76	R\$ 1.004,38	R\$ 940,04	R\$ 940,04	R\$ 940,04
23	1844,18216	1512,229371	2,865727928	R\$ 4.333,64	R\$ 34.237,88	R\$ 287,42	R\$ 4.046,22	R\$ 1.641,66	R\$ 1.406,94	R\$ 1.018,75	R\$ 950,62	R\$ 950,62	R\$ 950,62
24	1829,428703	1500,131536	3,101863909	R\$ 4.653,20	R\$ 38.891,08	R\$ 296,04	R\$ 4.357,17	R\$ 1.699,82	R\$ 1.447,05	R\$ 1.033,19	R\$ 961,20	R\$ 961,20	R\$ 961,20
25	1814,793273	1488,130484	3,357457495	R\$ 4.996,33	R\$ 43.887,42	R\$ 304,92	R\$ 4.691,42	R\$ 1.759,83	R\$ 1.488,12	R\$ 1.047,70	R\$ 971,77	R\$ 971,77	R\$ 971,77
								R\$ 29.576,70	R\$ 26.797,71	R\$ 21.959,74	R\$ 21.069,73	R\$ 21.069,73	R\$ 21.069,73
							VPL	R\$ 12.996,90	R\$ 10.217,91	R\$ 5.379,94	R\$ 4.489,93	R\$ 4.489,93	R\$ 4.489,93
							TIR	4,3%	3,6%	2,1%	1,8%	1,8%	1,8%
							IL	1,78	1,62	1,32	1,27	1,27	1,27

SÃO JOSÉ DERIBAMAR													
Ano	Geração com Depreciação	Geração com Perdas (18%)	Tarifa elétrica (kWh)	Remuneração	Fluxo de caixa acumulado	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4% a.a.)	Valor Presente (4,7% a.a.)	Valor Presente (6,18% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)	Valor Presente (6,5% a.a.)
0				-R\$ 14.274,00	-R\$ 14.274,00			-R\$ 14.274,00	-R\$ 14.274,00	-R\$ 14.274,00	-R\$ 14.274,00	-R\$ 14.274,00	-R\$ 14.274,00
1	1897,53	1555,9746	0,502	R\$ 781,10	-R\$ 13.492,90	R\$ 150,00	R\$ 631,10	R\$ 606,83	R\$ 602,77	R\$ 594,37	R\$ 592,58	R\$ 592,58	R\$ 592,58
2	1882,34976	1543,526803	0,5433648	R\$ 838,70	-R\$ 12.654,20	R\$ 154,50	R\$ 684,20	R\$ 632,58	R\$ 624,15	R\$ 606,87	R\$ 603,23	R\$ 603,23	R\$ 603,23
3	1867,290962	1531,178589	0,58813806	R\$ 900,54	-R\$ 11.753,66	R\$ 159,14	R\$ 741,41	R\$ 659,11	R\$ 645,98	R\$ 619,34	R\$ 613,78	R\$ 613,78	R\$ 613,78
4	1852,352634	1518,92916	0,636600636	R\$ 966,95	-R\$ 10.786,71	R\$ 163,91	R\$ 803,04	R\$ 686,44	R\$ 668,27	R\$ 631,78	R\$ 624,22	R\$ 624,22	R\$ 624,22
5	1837,533813	1506,777727	0,689056528	R\$ 1.038,26	-R\$ 9.748,45	R\$ 168,83	R\$ 869,43	R\$ 714,61	R\$ 691,04	R\$ 644,20	R\$ 634,58	R\$ 634,58	R\$ 634,58
6	1822,833543	1494,723505	0,745834786	R\$ 1.114,82	-R\$ 8.633,64	R\$ 173,89	R\$ 940,93	R\$ 743,63	R\$ 714,29	R\$ 656,60	R\$ 644,85	R\$ 644,85	R\$ 644,85
7	1808,250874	1482,765717	0,807291572	R\$ 1.197,02	-R\$ 7.436,61	R\$ 179,11	R\$ 1.017,92	R\$ 773,53	R\$ 738,05	R\$ 668,98	R\$ 655,04	R\$ 655,04	R\$ 655,04
8	1793,784867	1470,903591	0,873812398	R\$ 1.285,29	-R\$ 6.151,32	R\$ 184,48	R\$ 1.100,81	R\$ 804,35	R\$ 762,32	R\$ 681,35	R\$ 665,15	R\$ 665,15	R\$ 665,15
9	1779,434588	1459,136362	0,945814539	R\$ 1.380,07	-R\$ 4.771,24	R\$ 190,02	R\$ 1.190,06	R\$ 836,12	R\$ 787,13	R\$ 693,72	R\$ 675,18	R\$ 675,18	R\$ 675,18
10	1765,199112	1447,463272	1,023749657	R\$ 1.481,84	-R\$ 3.289,40	R\$ 195,72	R\$ 1.286,12	R\$ 868,86	R\$ 812,49	R\$ 706,08	R\$ 685,15	R\$ 685,15	R\$ 685,15
11	1751,077519	1435,883565	1,108106629	R\$ 1.591,11	-R\$ 1.698,29	R\$ 201,59	R\$ 1.389,52	R\$ 902,61	R\$ 838,40	R\$ 718,45	R\$ 695,06	R\$ 695,06	R\$ 695,06
12	1737,068899	1424,396497	1,199414615	R\$ 1.708,44	-R\$ 10,15	R\$ 207,64	R\$ 1.500,81	R\$ 937,40	R\$ 864,90	R\$ 730,82	R\$ 704,90	R\$ 704,90	R\$ 704,90
13	1723,172347	1413,001325	1,29824638	R\$ 1.834,42	-R\$ 1.844,57	R\$ 213,86	R\$ 1.620,56	R\$ 973,27	R\$ 891,99	R\$ 743,21	R\$ 714,69	R\$ 714,69	R\$ 714,69
14	1709,386969	1401,697314	1,405221881	R\$ 1.969,70	-R\$ 3.814,27	R\$ 220,28	R\$ 1.749,42	R\$ 1.010,24	R\$ 919,69	R\$ 755,61	R\$ 724,43	R\$ 724,43	R\$ 724,43
15	1695,711873	1390,483736	1,521012165	R\$ 2.114,94	-R\$ 5.929,21	R\$ 226,89	R\$ 1.888,05	R\$ 1.048,37	R\$ 948,01	R\$ 768,02	R\$ 734,13	R\$ 734,13	R\$ 734,13
16	1682,146178	1379,359866	1,646343567	R\$ 2.270,90	-R\$ 8.200,11	R\$ 233,70	R\$ 2.037,21	R\$ 1.087,68	R\$ 976,98	R\$ 780,46	R\$ 743,77	R\$ 743,77	R\$ 743,77
17	1668,689008	1368,324987	1,782002277	R\$ 2.438,36	-R\$ 10.638,47	R\$ 240,71	R\$ 2.197,65	R\$ 1.128,22	R\$ 1.006,62	R\$ 792,93	R\$ 753,38	R\$ 753,38	R\$ 753,38
18	1655,339496	1357,378387	1,928839264	R\$ 2.618,16	-R\$ 13.256,63	R\$ 247,93	R\$ 2.370,24	R\$ 1.170,02	R\$ 1.036,94	R\$ 805,42	R\$ 762,96	R\$ 762,96	R\$ 762,96
19	1642,09678	1346,51936	2,08777562	R\$ 2.811,23	-R\$ 16.067,87	R\$ 255,36	R\$ 2.555,87	R\$ 1.213,12	R\$ 1.067,95	R\$ 817,95	R\$ 772,49	R\$ 772,49	R\$ 772,49
20	1628,960006	1335,747205	2,259808331	R\$ 3.018,53	-R\$ 19.086,40	R\$ 263,03	R\$ 2.755,51	R\$ 1.257,58	R\$ 1.099,68	R\$ 830,51	R\$ 782,00	R\$ 782,00	R\$ 782,00
21	1615,928326	1325,061227	2,446016537	R\$ 3.241,12	-R\$ 22.327,52	R\$ 270,92	R\$ 2.970,20	R\$ 1.303,43	R\$ 1.132,16	R\$ 843,12	R\$ 791,49	R\$ 791,49	R\$ 791,49
22	1603,0009	1314,460738	2,6475683	R\$ 3.480,12	-R\$ 25.807,64	R\$ 279,04	R\$ 3.201,08	R\$ 1.350,71	R\$ 1.165,39	R\$ 855,77	R\$ 800,95	R\$ 800,95	R\$ 800,95
23	1590,176892	1303,945052	2,865727928	R\$ 3.736,75	-R\$ 29.544,40	R\$ 287,42	R\$ 3.449,34	R\$ 1.399,49	R\$ 1.199,39	R\$ 868,47	R\$ 810,39	R\$ 810,39	R\$ 810,39
24	1577,455477	1293,513491	3,101863909	R\$ 4.012,30	-R\$ 33.556,70	R\$ 296,04	R\$ 3.716,26	R\$ 1.449,79	R\$ 1.234,20	R\$ 881,21	R\$ 819,82	R\$ 819,82	R\$ 819,82
25	1564,835833	1283,165383	3,357457495	R\$ 4.308,17	-R\$ 37.864,87	R\$ 304,92	R\$ 4.003,25	R\$ 1.501,69	R\$ 1.269,83	R\$ 894,02	R\$ 829,23	R\$ 829,23	R\$ 829,23
								R\$ 25.059,67	R\$ 22.698,61	R\$ 18.589,25	R\$ 17.833,45	R\$ 17.833,45	R\$ 17.833,45
							VPL	R\$ 10.785,67	R\$ 8.424,61	R\$ 4.315,25	R\$ 3.559,45	R\$ 3.559,45	R\$ 3.559,45
							TIR	4,13%	3,44%	2,00%	1,69%	1,69%	1,69%
							IL	1,76	1,59	1,30	1,25	1,25	1,25

SÃO LUÍS							
Ano	Geração com Depreciação*	Geração com Perdas (18%)**	Tarifa elétrica (kWh)***	Remuneração	Custo de Manutenção	Saldo	Valor Presente (4,7% a.a.)
0	-	-	-	-R\$ 18.787,20			-R\$ 18.787,20
1	2598,72	2130,9504	0,502	R\$ 1.069,74	R\$ 150,00	R\$ 919,74	R\$ 878,45
2	2577,93024	2113,902797	0,5433648	R\$ 1.148,62	R\$ 154,50	R\$ 994,12	R\$ 906,87
3	2557,306798	2096,991574	0,58813806	R\$ 1.233,32	R\$ 159,14	R\$ 1.074,19	R\$ 935,92
4	2536,848344	2080,215642	0,636600636	R\$ 1.324,27	R\$ 163,91	R\$ 1.160,36	R\$ 965,62
5	2516,553557	2063,573917	0,689056528	R\$ 1.421,92	R\$ 168,83	R\$ 1.253,09	R\$ 995,98
6	2496,421128	2047,065325	0,745834786	R\$ 1.526,77	R\$ 173,89	R\$ 1.352,88	R\$ 1.027,02
7	2476,449759	2030,688803	0,807291572	R\$ 1.639,36	R\$ 179,11	R\$ 1.460,25	R\$ 1.058,77
8	2456,638161	2014,443292	0,873812398	R\$ 1.760,25	R\$ 184,48	R\$ 1.575,76	R\$ 1.091,23
9	2436,985056	1998,327746	0,945814539	R\$ 1.890,05	R\$ 190,02	R\$ 1.700,03	R\$ 1.124,44
10	2417,489176	1982,341124	1,023749657	R\$ 2.029,42	R\$ 195,72	R\$ 1.833,71	R\$ 1.158,41
11	2398,149262	1966,482395	1,108106629	R\$ 2.179,07	R\$ 201,59	R\$ 1.977,48	R\$ 1.193,16
12	2378,964068	1950,750536	1,199414615	R\$ 2.339,76	R\$ 207,64	R\$ 2.132,12	R\$ 1.228,72
13	2359,932356	1935,144532	1,29824638	R\$ 2.512,29	R\$ 213,86	R\$ 2.298,43	R\$ 1.265,10
14	2341,052897	1919,663375	1,405221881	R\$ 2.697,55	R\$ 220,28	R\$ 2.477,27	R\$ 1.302,33
15	2322,324474	1904,306068	1,521012165	R\$ 2.896,47	R\$ 226,89	R\$ 2.669,58	R\$ 1.340,43
16	2303,745878	1889,07162	1,646343567	R\$ 3.110,06	R\$ 233,70	R\$ 2.876,37	R\$ 1.379,42
17	2285,315911	1873,959047	1,782002277	R\$ 3.339,40	R\$ 240,71	R\$ 3.098,69	R\$ 1.419,34
18	2267,033383	1858,967374	1,928839264	R\$ 3.585,65	R\$ 247,93	R\$ 3.337,72	R\$ 1.460,19
19	2248,897116	1844,095635	2,08777562	R\$ 3.850,06	R\$ 255,36	R\$ 3.594,69	R\$ 1.502,02
20	2230,905939	1829,34287	2,259808331	R\$ 4.133,96	R\$ 263,03	R\$ 3.870,94	R\$ 1.544,84
21	2213,058692	1814,708127	2,446016537	R\$ 4.438,81	R\$ 270,92	R\$ 4.167,89	R\$ 1.588,68
22	2195,354222	1800,190462	2,6475683	R\$ 4.766,13	R\$ 279,04	R\$ 4.487,08	R\$ 1.633,57
23	2177,791389	1785,788939	2,865727928	R\$ 5.117,59	R\$ 287,42	R\$ 4.830,17	R\$ 1.679,53
24	2160,369058	1771,502627	3,101863909	R\$ 5.494,96	R\$ 296,04	R\$ 5.198,92	R\$ 1.726,60
25	2143,086105	1757,330606	3,357457495	R\$ 5.900,16	R\$ 304,92	R\$ 5.595,24	R\$ 1.774,81
							R\$ 32.181,45
					Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 13.394,25	
					Taxa Interna de Retorno (TIR)	4,70%	
					Índice de Lucratividade (IL)	1,71	

ANEXOS

ANEXO A – PROJEÇÕES DE DADOS DE IRRADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE NAS CAPITAIS BRASILEIRAS (em kWh/m².dia)

- São Paulo (SP)

Na figura 26 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente em São Paulo (SP), apresentando uma média de 3,96 kWh/m².dia.

Estação: Sao Paulo
Município: São Paulo , SP - BRA
Latitude: 23,5° S
Longitude: 46,637421° O
Distância do ponto de ref. (23,560041° S; 46,646158° O): 5,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	4,50	5,00	4,06	3,61	3,19	2,94	3,22	3,72	3,75	4,03	5,00	4,53	3,96	2,06
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	24° N	4,10	4,77	4,15	4,04	3,91	3,78	4,09	4,36	3,95	3,92	4,59	4,08	4,14	,98
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	4,17	4,83	4,16	4,01	3,84	3,70	4,01	4,31	3,95	3,96	4,67	4,16	4,15	1,12
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	28° N	3,99	4,67	4,11	4,06	3,98	3,88	4,18	4,42	3,94	3,86	4,47	3,96	4,13	,81

Figura 26 – Irradiação solar diária média mensal de São Paulo (SP).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Rio de Janeiro (RJ)

Na figura 27 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente no Rio de Janeiro (RJ), apresentando uma média de 4,64 kWh/m².dia.

Estação: Rio: Praça 15 de Novembro
Município: Rio de Janeiro , RJ - BRA
Latitude: 22,9° S
Longitude: 43,174329° O
Distância do ponto de ref. (22,913518° S; 43,183336° O): 1,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,86	5,67	5,22	4,06	3,83	3,22	3,78	4,06	4,22	4,86	5,28	5,61	4,64	2,64
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	23° N	5,29	5,41	5,38	4,56	4,76	4,14	4,85	4,77	4,47	4,74	4,85	5,01	4,85	1,27
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	5,36	5,45	5,39	4,54	4,70	4,08	4,78	4,73	4,47	4,77	4,91	5,08	4,85	1,37
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	34° N	4,83	5,07	5,23	4,62	5,00	4,41	5,15	4,90	4,41	4,50	4,47	4,55	4,76	,82

Figura 27 – Irradiação solar diária média mensal do Rio de Janeiro (RJ).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Vitória (ES)

Na figura 28 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Vitória (ES), apresentando uma média de 4,42 kWh/m².dia.

Estação: Sao Gabriel da Palha
Município: São Gabriel da Palha , ES - BRA
Latitude: 19° S
Longitude: 40,535545° O
Distância do ponto de ref. (18,928633° S; 40,633026° O): 13,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,25	4,81	5,22	4,00	3,78	3,19	3,75	4,28	3,89	4,89	4,86	5,14	4,42	2,06
✓	Ângulo igual a latitude	19° N	4,82	4,61	5,31	4,35	4,42	3,82	4,49	4,83	4,03	4,77	4,52	4,67	4,55	1,49
✓	Maior média anual	17° N	4,88	4,65	5,32	4,33	4,37	3,77	4,43	4,79	4,03	4,80	4,57	4,73	4,55	1,55
✓	Maior mínimo mensal	27° N	4,54	4,43	5,22	4,39	4,58	4,00	4,69	4,95	4,00	4,61	4,28	4,38	4,51	1,22

Figura 28 – Irradiação solar diária média mensal de Vitória (ES).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Belo Horizonte (MG)

Na figura 29 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Belo Horizonte (MG), apresentando um média de 4,80 kWh/m².dia.

Estação: Ibirite
Município: Ibirité , MG - BRA
Latitude: 20° S
Longitude: 44,058888° O
Distância do ponto de ref. (19,919447° S; 43,924237° O): 16,7 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,28	5,44	5,11	4,64	4,31	3,86	4,17	4,78	4,67	5,00	5,00	5,33	4,80	1,58
✓	Ângulo igual a latitude	20° N	4,83	5,20	5,21	5,14	5,19	4,82	5,14	5,51	4,90	4,87	4,63	4,82	5,02	,88
✓	Maior média anual	20° N	4,83	5,20	5,21	5,14	5,19	4,82	5,14	5,51	4,90	4,87	4,63	4,82	5,02	,88
✓	Maior mínimo mensal	17° N	4,92	5,26	5,22	5,09	5,08	4,70	5,02	5,43	4,89	4,92	4,71	4,92	5,01	,73

Figura 29 – Irradiação solar diária média mensal de Belo Horizonte (MG).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Curitiba (PR)

Na figura 30 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Curitiba (PR), apresentando uma média de 4,39 kWh/m².dia.

Estação: Colombo
Município: Colombo , PR - BRA
Latitude: 25,3° S
Longitude: 49,224166° O
Distância do ponto de ref. (25,532704° S; 49,172427° O): 26,4 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,47	5,14	4,72	4,00	3,58	3,03	3,31	3,78	4,03	4,72	5,42	5,47	4,39	2,44
✓	Ângulo igual a latitude	26° N	4,91	4,90	4,89	4,61	4,62	4,08	4,39	4,56	4,32	4,61	4,94	4,84	4,64	,85
✓	Maior média anual	23° N	5,01	4,96	4,91	4,58	4,53	3,99	4,30	4,50	4,31	4,65	5,03	4,94	4,64	1,03
✓	Maior mínimo mensal	34° N	4,61	4,68	4,79	4,66	4,80	4,28	4,58	4,66	4,28	4,44	4,66	4,53	4,58	,52

Figura 30 – Irradiação solar diária média mensal de Curitiba (PR).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Porto Alegre (RS)

Na figura 31 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Porto Alegre (RS), apresentando uma média de 4,45 kWh/m².dia.

Estação: Porto Alegre
 Município: Porto Alegre , RS - BRA
 Latitude: 30° S
 Longitude: 51,228104° O
 Distância do ponto de ref. (30,036301° S; 51,200948° O): 4,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,97	5,50	4,67	3,86	2,92	2,42	2,83	3,33	4,08	5,25	6,03	6,50	4,45	4,08
✓	Ângulo igual a latitude	30° N	5,31	5,26	4,94	4,67	3,96	3,46	4,02	4,21	4,51	5,18	5,46	5,65	4,72	2,19
✓	Maior média anual	24° N	5,52	5,39	4,97	4,58	3,82	3,31	3,84	4,10	4,50	5,28	5,65	5,90	4,74	2,59
✓	Maior mínimo mensal	50° N	4,39	4,56	4,58	4,68	4,20	3,76	4,34	4,31	4,31	4,59	4,55	4,58	4,40	,92

Figura 31 – Irradiação solar diária média mensal de Porto Alegre (RS).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Florianópolis (SC)

Na figura 32 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Florianópolis (SC), apresentando uma média de 4,24 kWh/m².dia.

Estação: Florianópolis
 Município: Florianópolis , SC - BRA
 Latitude: 27,5967° S
 Longitude: 48,549166° O
 Distância do ponto de ref. (27,595414° S; 48,529945° O): 1,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,55	5,19	4,65	3,84	3,15	2,74	2,93	3,49	3,87	4,50	5,27	5,73	4,24	2,99
✓	Ângulo igual a latitude	28° N	4,96	4,95	4,86	4,51	4,13	3,80	3,97	4,28	4,18	4,40	4,79	5,03	4,49	1,23
✓	Maior média anual	23° N	5,12	5,05	4,88	4,44	4,01	3,66	3,83	4,19	4,18	4,47	4,93	5,21	4,50	1,55
✓	Maior mínimo mensal	42° N	4,40	4,53	4,65	4,55	4,35	4,07	4,22	4,40	4,08	4,09	4,29	4,42	4,34	,58

Figura 32 – Irradiação solar diária média mensal de Florianópolis (SC).
 Fonte: CRESESB (2016).

- São Luís (MA)

Na figura 33 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de São Luís (MA), apresentando uma média de 4,91 kWh/m².dia.

Estação: Sao Luiz
 Município: São Luís , MA - BRA
 Latitude: 2,5° S
 Longitude: 44,302597° O
 Distância do ponto de ref. (2,539022° S; 44,280784° O): 5,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	4,33	4,28	4,06	3,89	4,44	4,75	5,31	5,89	5,78	6,03	5,03	5,17	4,91	2,14
✓	Ângulo igual a latitude	3° N	4,26	4,24	4,05	3,92	4,52	4,86	5,43	5,98	5,80	5,98	4,95	5,06	4,92	2,06
✓	Maior média anual	4° N	4,23	4,22	4,05	3,93	4,54	4,90	5,47	6,00	5,80	5,96	4,92	5,02	4,92	2,08
✓	Maior mínimo mensal	13° N	3,97	4,05	3,98	3,96	4,71	5,17	5,76	6,18	5,76	5,71	4,61	4,64	4,87	2,21

Figura 33 – Irradiação solar diária média mensal de São Luís (MA).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Teresina (PI)

Na figura 34 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Teresina (PI), apresentando uma média de 5,49 kWh/m².dia.

Estação: Teresina
Município: Teresina , PI - BRA
Latitude: 5° S
Longitude: 42,801944° O
Distância do ponto de ref. (5,045847° S; 42,758944° O): 7,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,00	4,86	4,78	4,72	5,00	5,28	6,08	6,56	6,11	6,39	5,67	5,39	5,49	1,84
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	5° N	4,86	4,78	4,77	4,80	5,17	5,52	6,36	6,75	6,15	6,30	5,51	5,21	5,51	1,98
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	7° N	4,79	4,74	4,76	4,82	5,23	5,61	6,46	6,81	6,15	6,26	5,44	5,13	5,52	2,07
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	4° N	4,89	4,80	4,78	4,78	5,14	5,48	6,30	6,72	6,14	6,32	5,55	5,25	5,51	1,94

Figura 34 – Irradiação solar diária média mensal de Teresina (PI).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Fortaleza (CE)

Na figura 35 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Fortaleza (CE), apresentando uma média de 5,56 kWh/m².dia.

Estação: Fortaleza
Município: Fortaleza , CE - BRA
Latitude: 3,7° S
Longitude: 38,543055° O
Distância do ponto de ref. (3,730369° S; 38,522021° O): 4,1 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,33	5,14	4,67	4,53	5,03	5,00	5,69	6,19	6,25	6,47	6,36	6,06	5,56	1,94
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	4° N	5,20	5,07	4,66	4,58	5,16	5,17	5,88	6,32	6,28	6,39	6,20	5,88	5,57	1,81
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	3° N	5,23	5,09	4,67	4,57	5,13	5,13	5,83	6,29	6,27	6,42	6,24	5,92	5,57	1,84
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	9° N	5,01	4,95	4,63	4,63	5,30	5,36	6,08	6,45	6,28	6,27	5,98	5,62	5,55	1,82

Figura 35– Irradiação solar diária média mensal de Fortaleza (CE).
 Fonte: CRESESB (2016).

- João Pessoa (PB)

Na figura 36 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de João Pessoa (PB), apresentando uma média de 5,50 kWh/m².dia.

Estação: Joao Pessoa
Município: João Pessoa , PB - BRA
Latitude: 7,1° S
Longitude: 34,863055° O
Distância do ponto de ref. (7,120032° S; 34,855203° O): 2,4 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,36	5,72	5,50	5,03	5,06	4,28	4,56	5,39	5,69	6,42	6,61	6,33	5,50	2,33
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	7° N	5,15	5,58	5,50	5,16	5,32	4,53	4,81	5,59	5,75	6,31	6,34	6,02	5,51	1,81
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	5° N	5,21	5,63	5,50	5,13	5,25	4,47	4,75	5,54	5,74	6,35	6,43	6,11	5,51	1,96
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	16° N	4,80	5,33	5,40	5,24	5,57	4,79	5,06	5,76	5,73	6,06	5,91	5,54	5,43	1,27

Figura 36 – Irradiação solar diária média mensal de João Pessoa (PB).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Recife (PE)

Na figura 37 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Recife (PE), apresentando uma média de 5,71 kWh/m².dia.

Estação: Recife
 Município: Recife , PE - BRA
 Latitude: 8,0539° S
 Longitude: 34,881111° O
 Distância do ponto de ref. (8,062324° S; 34,888833° O) : 1,3 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	6,56	6,40	5,92	5,38	4,72	4,37	4,57	5,06	5,88	6,41	6,63	6,59	5,71	2,26
✓	Ângulo igual a latitude	8° N	6,23	6,22	5,92	5,55	4,99	4,68	4,87	5,28	5,95	6,29	6,33	6,22	5,71	1,65
✓	Maior média anual	4° N	6,41	6,32	5,93	5,47	4,87	4,53	4,73	5,18	5,93	6,36	6,49	6,41	5,72	1,96
✓	Maior mínimo mensal	26° N	5,22	5,51	5,61	5,63	5,34	5,12	5,28	5,48	5,80	5,69	5,37	5,12	5,43	,68

Figura 37 – Irradiação solar diária média mensal de Recife (PE).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Maceió (AL)

Na Figura 38 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Maceió (AL), apresentando uma média de 5,71 kWh/m².dia.

Estação: Maceio
 Município: Maceió , AL - BRA
 Latitude: 9,6° S
 Longitude: 35,735277° O
 Distância do ponto de ref. (9,651635° S; 35,695618° O) : 7,2 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	6,08	5,78	5,58	4,56	4,64	4,06	4,22	5,25	5,28	6,03	6,83	6,17	5,37	2,77
✓	Ângulo igual a latitude	10° N	5,73	5,60	5,58	4,73	4,99	4,42	4,56	5,55	5,36	5,90	6,45	5,77	5,39	2,03
✓	Maior média anual	6° N	5,88	5,68	5,60	4,67	4,86	4,29	4,44	5,44	5,34	5,97	6,62	5,94	5,39	2,33
✓	Maior mínimo mensal	26° N	4,94	5,06	5,33	4,78	5,30	4,78	4,90	5,76	5,24	5,42	5,59	4,91	5,17	,98

Figura 38 – Irradiação solar diária média mensal de Maceió (AL).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Aracaju (SE)

Na figura 39 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Aracaju (SE), apresentando uma média de 5,47 kWh/m².dia.

Estação: Aracaju
 Município: Aracaju , SE - BRA
 Latitude: 10,9° S
 Longitude: 37,071666° O
 Distância do ponto de ref. (10,948679° S; 37,083374° O) : 5,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	6,06	5,69	5,86	4,97	4,61	4,28	4,56	5,25	5,42	6,06	6,44	6,44	5,47	2,16
✓	Ângulo igual a latitude	11° N	5,69	5,50	5,88	5,19	5,00	4,73	5,01	5,59	5,52	5,92	6,08	5,98	5,51	1,34
✓	Maior média anual	8° N	5,80	5,57	5,89	5,15	4,91	4,62	4,90	5,52	5,51	5,98	6,19	6,12	5,51	1,57
✓	Maior mínimo mensal	24° N	5,08	5,10	5,69	5,28	5,29	5,09	5,36	5,80	5,45	5,56	5,46	5,27	5,37	,72

Figura 39 – Irradiação solar diária média mensal de Aracaju (SE).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Salvador (BA)

Na figura 40 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Salvador (BA), apresentando uma média de 5,27 kWh/m².dia.

Estação: Salvador
 Município: Salvador , BA - BRA
 Latitude: 13° S
 Longitude: 38,510833° O
 Distância do ponto de ref. (12,973862° S; 38,491918° O) :3,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,50	6,33	5,50	4,25	3,97	3,53	4,03	5,14	5,06	5,67	6,53	6,75	5,27	3,22
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	13° N	6,03	6,09	5,53	4,46	4,36	3,94	4,49	5,56	5,18	5,53	6,11	6,19	5,29	2,25
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	8° N	6,24	6,21	5,54	4,40	4,23	3,80	4,33	5,42	5,16	5,61	6,30	6,43	5,31	2,63
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	33° N	4,95	5,29	5,17	4,48	4,63	4,28	4,86	5,78	4,99	4,94	5,08	4,97	4,95	1,50

Figura 40 – Irradiação solar diária média mensal de Salvador (BA).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Natal (RN)

Na figura 41 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Natal (RN), apresentando uma média de 5,66 kWh/m².dia.

Estação: Natal
 Município: Natal , RN - BRA
 Latitude: 5,7° S
 Longitude: 35,209444° O
 Distância do ponto de ref. (5,779079° S; 35,198559° O) :8,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,94	5,81	5,72	4,94	5,11	4,53	5,00	5,61	5,61	6,61	6,67	6,39	5,66	2,14
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	6° N	5,72	5,68	5,71	5,04	5,33	4,76	5,24	5,79	5,65	6,50	6,43	6,11	5,66	1,74
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	3° N	5,83	5,75	5,72	5,00	5,22	4,65	5,13	5,70	5,64	6,56	6,56	6,25	5,67	1,91
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	18° N	5,15	5,31	5,56	5,12	5,63	5,10	5,60	6,00	5,60	6,13	5,81	5,42	5,54	1,03

Figura 41 – Irradiação solar diária média mensal de Natal (RN).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Manaus (AM)

Na figura 42 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Manaus (AM), apresentando uma média de 4,92 kWh/m².dia.

Estação: Manaus
 Município: Manaus , AM - BRA
 Latitude: 3,1019° S
 Longitude: 60,025° O
 Distância do ponto de ref. (3,124874° S; 60,024795° O) :2,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	4,45	4,51	4,52	4,50	4,44	4,73	5,12	5,64	5,64	5,48	5,26	4,79	4,92	1,20
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	3° N	4,38	4,47	4,51	4,54	4,52	4,84	5,24	5,72	5,66	5,44	5,17	4,70	4,93	1,35
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	4° N	4,35	4,45	4,51	4,55	4,55	4,88	5,27	5,75	5,66	5,42	5,14	4,66	4,93	1,40
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	0° N	4,45	4,51	4,52	4,50	4,44	4,73	5,12	5,64	5,64	5,48	5,26	4,79	4,92	1,20

Figura 42 – Irradiação solar diária média mensal de Manaus (AM).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Boa Vista (RR)

Na figura 43 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Boa Vista (RR), apresentando uma média de 5,27 kWh/m².dia.

Estação: Salvador
Município: Salvador , BA - BRA
Latitude: 13° S
Longitude: 38,510833° O
Distância do ponto de ref. (12,973882° S; 38,491918° O): 3,6 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☑	Plano Horizontal	0° N	6,50	6,33	5,50	4,25	3,97	3,53	4,03	5,14	5,06	5,67	6,53	6,75	5,27	3,22
☑	Ângulo igual a latitude	13° N	6,03	6,09	5,53	4,46	4,36	3,94	4,49	5,56	5,18	5,53	6,11	6,19	5,29	2,25
☑	Maior média anual	8° N	6,24	6,21	5,54	4,40	4,23	3,80	4,33	5,42	5,16	5,61	6,30	6,43	5,31	2,63
☑	Maior mínimo mensal	33° N	4,95	5,29	5,17	4,48	4,63	4,28	4,88	5,78	4,99	4,94	5,08	4,97	4,95	1,50

Figura 43 – Irradiação solar diária média mensal de Boa Vista (RR).
Fonte: CRESESB (2016).

- Macapá (AP)

Na figura 44 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Macapá (AP), apresentando uma média de 5,05 kWh/m².dia.

Estação: Macapá
Município: Macapá , AP - BRA
Latitude: 0° N
Longitude: 51,066388° O
Distância do ponto de ref. (0,035167° S; 51,068721° O): 3,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☑	Plano Horizontal	0° N	4,25	4,22	4,03	4,06	4,47	4,56	5,39	6,00	6,11	6,36	6,00	5,17	5,05	2,33
☑	Ângulo igual a latitude	0° N	4,25	4,22	4,03	4,06	4,47	4,56	5,39	6,00	6,11	6,36	6,00	5,17	5,05	2,33
☑	Maior média anual	0° N	4,25	4,22	4,03	4,06	4,47	4,56	5,39	6,00	6,11	6,36	6,00	5,17	5,05	2,33
☑	Maior mínimo mensal	2° S	4,30	4,25	4,03	4,04	4,42	4,49	5,31	5,94	6,10	6,40	6,08	5,25	5,05	2,37

Figura 44 – Irradiação solar diária média mensal de Macapá (AP).
Fonte: CRESESB (2016).

- Belém (PA)

Na figura 45 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Belém (PA), apresentando uma média de 5,05 kWh/m².dia.

Estação: Belem
Município: Belém , PA - BRA
Latitude: 1,4° S
Longitude: 48,504444° O
Distância do ponto de ref. (1,462007° S; 48,486173° O): 7,2 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
☑	Plano Horizontal	0° N	4,33	4,17	4,17	4,11	4,89	5,06	5,67	6,03	5,58	5,89	5,61	5,11	5,05	1,92
☑	Ângulo igual a latitude	1° N	4,31	4,16	4,17	4,12	4,92	5,10	5,71	6,06	5,58	5,87	5,58	5,07	5,05	1,94
☑	Maior média anual	3° N	4,25	4,13	4,16	4,14	4,98	5,18	5,80	6,12	5,59	5,83	5,51	5,00	5,06	1,99
☑	Maior mínimo mensal	2° N	4,28	4,14	4,17	4,13	4,95	5,14	5,76	6,09	5,59	5,85	5,54	5,04	5,06	1,96

Figura 45 – Irradiação solar diária média mensal de Belém (PA).
Fonte: CRESESB (2016).

- Palmas (TO)

Na figura 46 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Palmas (TO), apresentando uma média de 5,03 kWh/m².dia.

Estação: Porto Nacional
Município: Porto Nacional , TO - BRA
Latitude: 10,5° S
Longitude: 48,417206° O
Distância do ponto de ref. (10,251246° S; 48,334201° O): 29,1 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	4,89	4,44	4,64	4,53	4,83	5,11	5,56	5,83	5,17	5,08	5,22	5,00	5,03	1,39
✓	Ângulo igual a latitude	10° N	4,65	4,32	4,64	4,70	5,21	5,65	6,12	6,20	5,25	4,98	4,98	4,72	5,12	1,88
✓	Maior média anual	14° N	4,53	4,25	4,62	4,74	5,33	5,83	6,31	6,30	5,25	4,91	4,86	4,58	5,13	2,05
✓	Maior mínimo mensal	3° S	4,95	4,46	4,62	4,46	4,69	4,92	5,37	5,69	5,12	5,09	5,27	5,07	4,98	1,23

Figura 46 – Irradiação solar diária média mensal de Palmas (TO).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Porto Velho (RO)

Na figura 47 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Porto Velho (RO), apresentando uma média de 4,56 kWh/m².dia.

Estação: Porto Velho
Município: Porto Velho , RO - BRA
Latitude: 8,7° S
Longitude: 63,903888° O
Distância do ponto de ref. (8,762986° S; 63,890959° O): 7,2 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	4,11	4,11	4,56	4,19	4,39	4,58	5,14	5,00	4,78	4,75	4,64	4,42	4,56	1,03
✓	Ângulo igual a latitude	9° N	3,94	4,01	4,56	4,31	4,67	4,96	5,56	5,24	4,84	4,66	4,45	4,20	4,62	1,62
✓	Maior média anual	12° N	3,87	3,96	4,54	4,34	4,74	5,07	5,67	5,30	4,84	4,62	4,38	4,12	4,62	1,80
✓	Maior mínimo mensal	3° S	4,15	4,13	4,54	4,13	4,28	4,43	4,98	4,90	4,74	4,76	4,69	4,48	4,52	,85

Figura 47 – Irradiação solar diária média mensal de Porto Velho (RO).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Rio Branco (AC)

Na figura 48 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Rio Branco (AC), apresentando uma média de 4,46 kWh/m².dia.

Estação: Rio Branco
Município: Rio Branco , AC - BRA
Latitude: 9,9° S
Longitude: 67,805328° O
Distância do ponto de ref. (9,976518° S; 67,823547° O): 8,7 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	4,25	4,11	4,44	4,17	4,17	3,94	4,81	4,94	4,56	5,08	4,89	4,22	4,46	1,14
✓	Ângulo igual a latitude	10° N	4,06	4,00	4,44	4,31	4,46	4,29	5,24	5,21	4,62	4,98	4,67	4,01	4,52	1,24
✓	Maior média anual	11° N	4,03	3,99	4,44	4,32	4,49	4,31	5,28	5,23	4,62	4,96	4,64	3,98	4,53	1,30
✓	Maior mínimo mensal	4° N	4,18	4,08	4,45	4,24	4,30	4,09	5,00	5,06	4,60	5,05	4,81	4,14	4,50	,99

Figura 48 – Irradiação solar diária média mensal de Rio Branco (AC).
 Fonte: CRESESB (2016).

- Cuiabá (MT)

Na figura 49 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Cuiabá (MT), apresentando uma média de 5,03 kWh/m².dia.

Estação: Coxipo da Ponte
Município: Cuiabá, MT - BRA
Latitude: 15,6° S
Longitude: 56,062777° O
Distância do ponto de ref. (15,598524° S; 56,099145° O): 3,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	4,94	4,92	5,19	4,78	4,67	4,22	4,64	5,36	5,11	5,42	5,83	5,31	5,03	1,61
✓	Ângulo igual a latitude	16° N	4,58	4,72	5,23	5,13	5,35	4,97	5,43	5,96	5,28	5,28	5,42	4,86	5,19	1,38
✓	Maior média anual	17° N	4,55	4,70	5,23	5,15	5,38	5,01	5,47	5,99	5,28	5,26	5,39	4,83	5,19	1,44
✓	Maior mínimo mensal	10° N	4,74	4,83	5,25	5,04	5,13	4,72	5,17	5,78	5,25	5,37	5,61	5,06	5,16	1,06

Figura 49 – Irradiação solar diária média mensal de Cuiabá (MT).
Fonte: CRESESB (2016).

- Campo Grande (MS)

Na figura 50 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Campo Grande (MS), apresentando uma média de 4,93 kWh/m².dia.

Estação: Campo Grande
Município: Campo Grande, MS - BRA
Latitude: 20,4° S
Longitude: 54,646488° O
Distância do ponto de ref. (20,472681° S; 54,612887° O): 8,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,92	5,39	5,19	5,06	4,33	3,33	4,14	4,44	4,53	5,47	6,00	5,39	4,93	2,67
✓	Ângulo igual a latitude	20° N	5,40	5,16	5,30	5,66	5,24	4,10	5,13	5,10	4,76	5,34	5,53	4,88	5,13	1,56
✓	Maior média anual	19° N	5,43	5,18	5,31	5,64	5,20	4,07	5,09	5,08	4,76	5,36	5,57	4,91	5,13	1,57
✓	Maior mínimo mensal	32° N	4,89	4,82	5,15	5,77	5,55	4,38	5,49	5,27	4,70	5,05	5,04	4,40	5,04	1,39

Figura 50 – Irradiação solar diária média mensal de Campo Grande (MS).
Fonte: CRESESB (2016).

- Goiânia (GO)

Na figura 51 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Goiânia (GO), apresentando uma média de 5,00 kWh/m².dia.

Estação: Goiania
Município: Goiânia, GO - BRA
Latitude: 16,6° S
Longitude: 49,253888° O
Distância do ponto de ref. (16,680701° S; 49,265827° O): 9,1 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,28	5,03	5,06	4,81	4,67	4,44	4,86	5,28	4,89	5,22	5,17	5,33	5,00	,89
✓	Ângulo igual a latitude	17° N	4,87	4,82	5,11	5,21	5,42	5,35	5,80	5,93	5,07	5,08	4,82	4,86	5,20	1,11
✓	Maior média anual	19° N	4,80	4,78	5,10	5,23	5,49	5,43	5,89	5,98	5,07	5,05	4,76	4,79	5,20	1,22
✓	Maior mínimo mensal	9° N	5,10	4,96	5,13	5,06	5,11	4,96	5,41	5,67	5,02	5,19	5,02	5,11	5,14	,72

Figura 51 – Irradiação solar diária média mensal de Goiânia (GO).
Fonte: CRESESB (2016).

- Brasília (DF)

Na figura 52 têm-se a projeção dos dados de irradiação solar incidente de Brasília (DF), apresentando uma média de 4,93 kWh/m².dia.

Estação: Brasília
Município: Brasília , DF - BRA
Latitude: 15,7° S
Longitude: 47,929722° O
Distância do ponto de ref. (15,793088° S; 47,87439° O): 11,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	4,67	5,58	4,53	5,00	4,72	4,75	4,97	5,50	5,25	4,69	4,75	4,72	4,93	1,05	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	16° N	4,35	5,35	4,56	5,39	5,42	5,68	5,86	6,14	5,43	4,57	4,45	4,35	5,13	1,79	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	4,26	5,27	4,54	5,43	5,52	5,81	5,99	6,22	5,43	4,53	4,37	4,26	5,14	1,96	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	6° N	4,57	5,53	4,57	5,18	5,02	5,14	5,34	5,78	5,36	4,68	4,66	4,61	5,04	1,21	

Figura 52 – Irradiação solar diária média mensal de Brasília (DF).

Fonte: CRESESB (2016).

ANEXO B – COMPARAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE ALGUNS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PRESENTES NO MERCADO

Fabricante	Modelo	Tipo	Potência	η Módulo	η Célula	Orientação das Células	Custo Relativo	Coef. Temp [P _{max}]	I _{mp}	V _{max}	I _{cc}	V _{oc}	Peso	Área	Dimensões
HJ Solar	HJM260M-20	Mono	260 W	15,92%	-	60 (6x10)	60%	-0,42 %/°C	8,41 A	30,9 V	8,9 A	37,9 V	19,5 kg	1,6328	1646x992x45mm
HJ Solar	HJM285M-24	Mono	285 W	14,64%	-	72 (6x12)	63%	-0,41 %/°C	7,74 A	36,8 V	8,4 A	44,8 V	25,5 kg	1,9463	1962x992x50mm
HJ Solar	HJM245P-20	Poli	245 W	15,00%	-	60 (6x10)	56%	-0,41 %/°C	8,26 A	29,7 V	8,9 A	36,6 V	19,5 kg	1,6328	1646x992x45mm
HJ Solar	HJM285P-24	Poli	285 W	14,64%	-	72 (6x12)	59%	-0,41 %/°C	7,74 A	36,8 V	8,4 A	44,8 V	25,5 kg	1,9463	1962x992x50mm
HJ Solar	HJM260M-32	Mono	260 W	15,50%	-	96 (8x12)	65%	-0,42 %/°C	5,18 A	51,2 V	5,6 A	61,3 V	22 kg	1,678	1580x1062x45mm
Kyocera Brasil	KD245GH-4FB	Poli	245 W	14,80%	-	60 (6x10)	191%	-0,46 %/°C	8,23 A	29,8 V	8,9 A	36,9 V	21 kg	1,6454	1662x990x46mm
Bosch Brasil	30123br	Poli	240 W	14,60%	-	60 (6x10)	173%	-0,44 %/°C	8,11 A	37,5 V	8,6 A	37,5 V	21 kg	1,6434	1660x990x50mm
Bosch Brasil	44123br	Mono	280 W	17,04%	-	60 (6x10)	164%	-0,43 %/°C	8,99 A	31,2 V	9,6 A	39 V	19,5 kg	1,6434	1660x990x50mm
Tecnometal	SV-230D20	Mono	230 W	14,80%	-	60 (6x10)	164%	-	7,67 A	30 V	8,4 A	35 V	15,4 kg	1,6302	1645x991x34mm
CSUN	CSUN260-60M QII	Mono	270 W	16,63%	18,83%	60 (6x10)	69%	-0,42 %/°C	6,88 A	28,8 V	7,4 A	35,3 V	19,1 kg	1,6236	1640x990x40mm
CSUN	CSUN300-72M	Mono	300 W	15,49%	17,44%	72 (6x12)	75%	-0,42 %/°C	8,32 A	36,1 V	8,8 A	44,8 V	19,1 kg		
CSUN	CSUN260-60P	Poli	260 W	16,01%	17,81%	60 (6x10)	61%	-0,41 %/°C	8,58 A	30,3 V	9 A	37,7 V	19,1 kg	1,6236	1640x990x40mm
CSUN	CSUN385-72P	Poli	285 W	14,72%	16,27%	72 (6x12)	64%	-0,41 %/°C	5,05 A	35,4 V	8,7 A	44,1 V	23,8 kg	1,9364	1956x990x50mm
ZNShine	ZXM6 265	Mono	265 W	16,19%	19,06%	60 (6x10)	69%	-0,42 %/°C	8,55 A	31 V	8,9 A	38,9 V	19,5 kg	1,6368	1650x992x40mm
ZNShine	ZNP6 250	Poli	250 W	15,27%	17,44%	60 (6x10)	65%	-0,42 %/°C	8,29 A	30,2 V	8,6 A	37,9 V	19,5 kg	1,6368	1650x992x40mm
ZNShine	ZXM5 250	Stingray	250 W	14,69%	17,16%	96 (8x12)	71%	-0,42 %/°C	5,14 A	48,7 V	5,5 A	59,6 V	22,0 kg	1,7042	1575x1082x40mm
Yingli Solar	YL270C-30b	Mono	270 W	16,50%	-	60 (6x10)	86%	-0,42 %/°C	8,68 A	31,1 V	9,1 A	39 V	19,1 kg	1,6335	1650x990x40mm
Yingli Solar	YL250P0-29b	Poli	250 W	15,30%	-	60 (6x10)	78%	-0,45 %/°C	8,24 A	30,4 V	8,8 A	38,4 V	19,1 kg	1,6335	1650x990x40mm
CNBM Solar	M Series IV	Mono	260 W	15,41%	-	96 (8x12)	73%	-0,46 %/°C	5,01 A	52 V	5,5 A	62,9 V	25,8 kg	1,6874	1580x1068x55mm
CNBM Solar	Thin Film D	A-mSi	142 W	9,22%	-	-	95%	-0,34 %/°C	1,13 A	126 V	1,3 A	162 V	30 kg	1,54	1400x1100x7,5mm
CNBM Solar	Thin Film B	A-Si	105 W	6,71%	-	-	91%	-0,25 %/°C	1,4 A	75 V	1,7 A	100 V	30 kg	1,564	1409x1110x7,6mm
Solar GSP	GSB103	A-Si	103 W	6,69%	-	-	105%	-0,24 %/°C	1,34 A	77 V	1,7 A	101 V	25,5 kg	1,54	1400x1100x7mm
Solar GSP	GSL90	A-Si BIPV	90 W	5,84%	-	-	109%	-0,15 %/°C	1,19 A	76 V	1,5 A	100 V	25,5 kg	1,54	1400x1100x7mm
JS Solar	JS-100AX-1_4A	A-Si	100 W	6,35%	-	-	100%	-0,2 %/°C	1,33	75 V	1,7 A	101 V	20,5 kg	1,5752	1414x1114x35mm
JF New Energy	PPF505	CIGS	130 W	8,33%	-	-	118%	-	1,66 A	78,1 V	2 A	110 V	30 kg	1,5601	1408x1108x45mm
JF New Energy	PBF701	CIGS BIPV	100 W	6,49%	-	-	114%	-	1,28 A	78,1 V	1,6 A	110 V	27 kg	1,54	1400x1100x7mm

Fonte: Adaptado de Miranda (2014).

ANEXO C – COMPARAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE ALGUNS INVERSORES PRESENTES NO MERCADO

Tabela Comparativa dos Inversores																			
Fabricante	Modelo	Potência Nominal	Potência Wp Máxima Gerador	Custo Relativo Estimado	η MPPT	THDi	Fases	Nº MPPT	Nº Inputs	V _{dc} max	V _{dc} min	Range MPPT	Idc work	Idc oc	Topologia	Proteção	Garantia	Peso	Photon Rate
GoodWe	GW4000L-DT	4000 W	4200 W	85%	>99,7%	<1,5%	3	2	1	600 V	150 V	200-550 V	22 (ou 11 + 11A)	22 (ou 11 + 11A)	Transformerless	IP65	5/10y	20kg	A
Steca	StecaGrid	3600 W	4500 W	130%	>99,9%	<2%	1	1	2	845 V	350 V	350-700 V	24(12 + 12A)	24(12 + 12A)	Transformerless	IP51	7y	9kg	A
Sun Grow	SG 4KTL-M	4000 W	4300 W	78%	>99,7%	<3%	1	2	2	550 V	150 V	125-550V	26 (10 + 16A)	26 (10 + 16A)	Transformerless	IP65	7y	24 kg	B
SMA	Sunny Boy4000TL	4000 W	4200 W	125%	>99,9%	<2%	1	2	1	750 V	120 V	175-500V	30(15 + 15A)	30(15 + 15A)	Transformerless	IP65	5y	26 kg	A
Eltek	THEIA 3800TL	3800 W	4300 W	135%	>99,7%	<3%	3	1	2	780 V	150 V	314-630V	24(12 + 12A)	24(12 + 12A)	Transformerless	IP66	5y	27kg	A
Fabricante	Modelo	Potência Nominal	Potência Wp Máxima Gerador	Custo Relativo Estimado	η MPPT	THDi	Fases	Nº MPPT	Nº Inputs	V _{dc} max	V _{dc} min	Range MPPT	Idc work	Idc oc	Topologia	Proteção	Garantia	Peso	Photon Rate
Ominik	Ominisol-3.0k-TL	3000 W	3300 W	100%	>99,9%	<2%	1	2	2	590 V	120 V	120-500V	36 A	36 A	Transformerless	IP43	5y	20 kg	B
Sun Grow	SG 3KTL-M	3000 W	3200 W	97%	>99,7%	<3%	1	2	2	550 V	150 V	125-550V	20 (10 + 10A)	24 (12 + 12A)	Transformerless	IP65	7y	24 kg	A
Samil Power	SolarRiver 3000	3000 W	3000 W	95%	>99,9%	<3%	1	1	1	550 V	150 V	100-550V	13,5A	13,5 A	Transformerless	IP65	5y	18 kg	A
JFY Tech	JSI-3600TL	3000 W	3660 W	90%	>99,9%	<3%	1	1	2	500 V	100 V	100-450V	20A (ou 10 + 10A)	20A	Transformerless	IP65	5y	17 kg	-
Fabricante	Modelo	Potência Nominal	Potência Wp Máxima Gerador	Custo Relativo Estimado	η MPPT	THDi	Fases	Nº MPPT	Nº Inputs	V _{dc} max	V _{dc} min	Range MPPT	Idc work	Idc oc	Topologia	Proteção	Garantia	Peso	Photon Rate
GoodWe	GW2000L-SS	2000 W	2300 W	102,00%	>99,7%	<1,0%	1	1	2	500 V	125 V	125-450V	15 (ou 7,5 + 7,5A)	15 (ou 7,5 + 7,5A)	Transformerless	IP65	5/10y	12 kg	A
Steca	StecaGrid 2020	2090 W	2400 W	150,00%	>99,7%	<2%	1	1	1	450 V	190 V	210-450V	10 A	10 A	Transformerless	IP51	7y	9 kg	A
Samil Power	SolarRiver 2300	2300 W	2300 W	97,00%	>99,9%	<3%	1	1	1	550 V	150 V	100-550V	11 A	11 A	Transformerless	IP65	5y	18 kg	B
CHNT Power	CPSSC2KTL	2000 W	2290 W	95,00%	>99,9%	<3%	1	1	1	500 V	120 V	100-500V	10 A	10 A	Transformerless	IP43	5y	14 kg	B

Fonte: Adaptado de Miranda (2014).

ANEXO D – *CHECK-LIST* DO CONSUMIDOR COMPRADOR DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO (PORTAL SOLAR, 2017)

1. Custo: informação importante, mas não pode ser o fator mais importante na compra. O sistema de energia solar fotovoltaica deve durar de 20 a 40 anos, por isso, a qualidade e desempenho também são fundamentais;

2. Garantias e manutenção: todos os painéis fotovoltaicos perdem de 0,5% a 1% ao ano de sua eficiência por ano. O fornecedor deve lhe fornecer uma garantia de no mínimo 25 anos de eficiência, assumindo uma perda de no máximo 20% de sua eficiência ao longo dos primeiros 25 anos. O inversor solar deve ter uma garantia entre 5 e 10 anos. A garantia de mão de obra deve ficar entre 1 e 5 anos. Questione a empresa como o cliente saberá se o seu sistema de energia solar fotovoltaica está funcionando corretamente. Algumas empresas monitoram o sistema através da internet, outros podem inspecionar o sistema regularmente. No mínimo, um técnico da empresa deve voltar 1 mês após a instalação ou ligar para o cliente para verificar se o sistema está funcionando de acordo com o que lhe prometido;

3. Compatibilidade: ter um bom relacionamento com o fornecedor é de suma importância para um projeto tão importante. Um bom relacionamento vai garantir que problemas sejam resolvidos rapidamente. Alguns questionamentos o cliente pode fazer ao seu fornecedor:

3.1 Painel solar:

- Quem é o fabricante do painel solar?
- Quais são as garantias que vem com o painel solar?
- O painel solar possui diodos de *by-pass*? (Estes dispositivos melhoram o desempenho do painel solar, sendo este menos impactado pela sombra de nuvens ou folha);
- Qual é o grau de proteção (IP) do painel solar? Menor que 65 não é recomendado pelo Portal Solar;
- O painel tem que no mínimo aprovação do Inmetro e tão importante quanto, preciso ter o IEC 61215 (padrões internacionais de certificação).

3.2 Inversor solar:

- Quem é o fabricante do inversor?
- Quantos anos de garantia tem o inversor?
- Qual é a eficiência do inversor que vão usar? Menor que 94% para inversores conectados à rede elétrica não são recomendados;
- Qual é o grau de proteção (IP) do inversor? Se for menor que 55 aconselha-se instalá-lo em algum lugar arejado, mas protegido da chuva e da poeira. É importante salientar que existem caixas de proteção para inversores;
- O inversor pode ser conectado ao computador? Existe custo adicional? Representa uma boa forma de monitorar o desempenho do sistema;
- Fora conectando o inversor no computador, há outras alternativas para monitoramento da produção de energia? O inversor possui uma tela com essas informações? Por quanto tempo essas informações ficam armazenadas no inversor?

3.3 Sobre a instalação do sistema fotovoltaico:

- A equipe que vai instalar o gerador de energia solar é composta por funcionários da empresa ou subcontratados? Apenas para saber quem estará vindo a propriedade do cliente;
- Que tipo de sistema/estrutura de fixação vai ser utilizado para fixar os painéis solares? Os de alumínio são mais leves e tendem a durar mais;
- O preço que está sendo orçado já inclui a conexão do sistema com a rede elétrica?
- Será a distribuidora que vai instalar o relógio de luz bidirecional em substituição ao relógio de luz habitual ou a empresa?
- A empresa que está fornecendo o sistema vai se encarregar de preencher a papelada necessária para conectar o sistema a rede elétrica? Caso contrário, tens um suporte ao cliente para o seu preenchimento?
- Os conduítes que vão ser usados para alocação de cabos possuem proteção UV?
- Os cabos e conectores utilizados são específicos para corrente contínua? Qual é a marca e garantia deles? É de fundamental importância que a empresa utilize cabos e conectores específicos para esses sistemas, devendo durar tanto quanto os painéis solares e inversores.

3.4 Sobre a empresa de energia solar que está sendo contratada:

- Quem é o responsável pela engenharia do sistema de energia solar fotovoltaica? Caso o cliente seja uma empresa ou está procurando um sistema de grande porte, é importante que se mantenha contato direto também com o responsável pelo dimensionamento do sistema;
- Quantos sistemas a empresa já instalou? Eles possuem referências? Importante salientar que no Brasil, sistemas conectados à rede elétrica são relativamente novos. Empresas com experiência em engenharia elétrica e empresas que trabalham com sistemas isolados são, normalmente, qualificados para executar essas obras;
- Se for o primeiro sistema que a empresa vai instalar, certifique-se de que ela está apta a fazer a instalação;
- Quais garantias a empresa que vai instalar se responsabiliza e quais são de responsabilidade do fabricante? Qual é o procedimento caso seja necessário substituir alguma parte do sistema e com quem se comunicar?
- Se for necessário lidar com algum fabricante de painel ou inversor, eles possuem escritórios no Brasil?

3.5 Conexão com a rede de energia da distribuidora:

- Certificar que a empresa deu entrada junto a distribuidora com toda a documentação necessária para o início e instalação do sistema.