

# METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO À EDIFICAÇÃO: ESTUDO DE CASO PARA O INSTITUTO DA PRIMEIRA INFÂNCIA (IPREDE)

Ana Carolina de Alencar Costa – carol.alencar9@hotmail.com

Raissa Braga da Silva – raissabragads@gmail.com

Paulo Cesar Marques de Carvalho – carvalho@dee.ufc.br

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Elétrica

João Victor de Farias Furtado e Freie - projetos@iprede.org.br

Joana Mota Clemente – joanamot@iprede.org.br

Instituto da Primeira Infância (IPREDE)

**Resumo.** O presente trabalho visa comparar e demonstrar a viabilidade financeira da geração de energia elétrica por módulos fotovoltaicos (FV) em complementação à eletricidade da concessionária local do Estado do Ceará. É avaliado o desempenho de um sistema FV hipotético conectado à rede e integrado à arquitetura do Instituto da Primeira Infância (IPREDE). São utilizados os softwares RETScreen e SketchUp, a fim de analisar a viabilidade financeira do projeto e auxiliar na decisão da localização dos painéis FV, respectivamente. O SketchUp permite fazer a modelagem do prédio em estudo para que, em seguida, seja realizada a análise de sombreamento. A análise de sombreamento é feita variando meses e horas a fim de ver como se comportam as sombras no telhado do prédio. Ao final da modelagem, é utilizado o RETScreen, uma ferramenta didática e de fácil uso, pois com o resultado da análise financeira e da modelagem juntos, é possível decidir de maneira mais precisa qual melhor caso para se escolher. No estudo, são propostos 3 casos, com o primeiro visando atender 75% da demanda de energia elétrica do IPREDE através da geração FV; o segundo caso atendendo 50% da conta e, por fim, o terceiro, caso que pretende suprir 25% da demanda. A situação mais vantajosa para escolha é o caso 2, pois possui um tempo de retorno de capital menor do que o do caso 3 e, de acordo com a modelagem, ocupa menor área do que o caso 1, fazendo com que os painéis FV não preencham áreas sombreadas. O caso 2 possui potência de 47,74 kWp, um custo total de R\$ 294.140,00, um tempo de retorno de capital de 5,3 anos e ocupa uma área de 341 m<sup>2</sup>. A eficiência da metodologia usada é comprovada ao final do estudo, pois foi possível definir o caso mais eficiente para o IPREDE.

**Palavras-chave:** Energia Solar, viabilidade financeira, modelagem

## 1. INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira possui sua base na energia hidráulica. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) as hidrelétricas são responsáveis por 64% da geração de energia no Brasil. No início dessa década essa porcentagem era bem diferente. Em 2010, por exemplo, as usinas hidrelétricas geravam em média 75% da eletricidade do país.

Essa mudança foi causada pela crise hídrica que o Brasil enfrentou e ainda vem enfrentando. A escassez de água fez nascer a necessidade de encontrar novas formas de geração de energia e diversificar a matriz energética foi fundamental.

As fontes alternativas de energia surgiram como uma opção ao uso das fontes tradicionais. Renováveis, pouco ou não poluentes, inesgotáveis e emissões mínimas de gases do efeito estufa são algumas das vantagens que as fontes alternativas possuem.

A geração fotovoltaica é uma forma de alternativa de energia em grande expansão mundial desde meados do ano 2000. A inserção dessa forma de geração de energia na rede elétrica de distribuição vem apresentando crescimento principalmente após a regulamentação promovida pela Resolução Normativa n° 482/2012 da ANEEL, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigerção distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2012). Em novembro de 2015 surge a REN 687 para alterar a REN 482.

A integração da energia solar fotovoltaica à edificação é uma grande alternativa para reduzir o consumo de energia elétrica, e o Brasil tem as condições necessárias para aproveitar tais tecnologias (Rüther e Zilles, 2011). No Brasil, a geração FV integrada a edificações possui um alto potencial devido aos elevados índices de irradiação solar ao longo de todo o território nacional (4,25 kWh/m<sup>2</sup> a 6,30 kWh/m<sup>2</sup>) (PEREIRA, 2006).

Este trabalho visa fazer um estudo sobre a viabilidade da implantação de painéis fotovoltaicos (FV) no prédio do Instituto da Primeira Infância (IPREDE), localizado em Fortaleza – Ceará, com o intuito de reduzir a conta de energia. Para isso, será feito o estudo para três situações: sistemas que atendam 25%, 50% e 75% da demanda. A metodologia do estudo será dividida em três etapas: dimensionamento do sistema FV, modelagem usando o *software* SketchUp e análise financeira. Com esses resultados, será possível avaliar se a instalação do sistema FV projetado no telhado do IPREDE é realizável, bem como se a viabilidade financeira e o valor do subsídio que deve ser pago para que a energia elétrica produzida, ao longo de sua vida útil, podem cobrir o investimento feito na instalação do sistema. Ao fim da pesquisa, será possível identificar qual das três situações estudadas terá a melhor relação de custo benefício para o instituto.

O IPREDE foi fundado em 1986 para enfrentar a situação de saúde bastante desfavorável pela qual passavam milhares de crianças em todo o Estado do Ceará. As taxas de desnutrição crônicas obtidas a partir de estudos populacionais superavam a marca dos 30%. No principal hospital de pediatria da cidade de Fortaleza – Hospital Infantil Albert Sabin/Secretaria de Saúde – Sesa-Ce –, as enfermarias estavam lotadas de crianças com doenças infecciosas, cuja gravidade estava determinada pelos quadros de desnutrição associados. Da mesma forma, a desnutrição estava presente em mais da metade das crianças que faleciam durante a hospitalização. A partir desse cenário o IPREDE há 31 anos dedica-se a promover a nutrição e o desenvolvimento na primeira infância, articulando-se com ações que visam o fortalecimento das mulheres e da inclusão social de famílias que vivem em situação de vulnerabilidade social e pobreza. Todos os meses são atendidas mais de 1300 crianças, juntamente com suas famílias.

## 2. METODOLOGIA

O estudo está dividido em 3 etapas. A primeira mostra o dimensionamento do sistema FV para o IPREDE. O dimensionamento é feito para 3 casos:

- Caso 1: Sistema FV que atende 75% da demanda do IPREDE;
- Caso 2: Sistema FV que atende 50% da demanda do IPREDE;
- Caso 3: Sistema FV que atende 25% da demanda do IPREDE;

A segunda etapa mostra um estudo feito usando o SketchUp, no qual foram feitas modelagens para ilustrar como os painéis devem ficar instalados de acordo com cada caso e com o sombreamento dos prédios ao redor.

A terceira etapa trata da análise financeira para averiguar a viabilidade dos casos citados acima. No final desta, é possível determinar qual é o melhor caso para o instituto.

### 2.1 Dimensionamento

O cálculo de dimensionamento dos painéis FV é feito baseado no consumo de energia do local estudado, pelo fator capacidade do sistema FV, pela potência do sistema FV. Todos esses fatores serão descritos a seguir.

Partindo das contas de energia do IPREDE, é possível montar a Fig. 1.

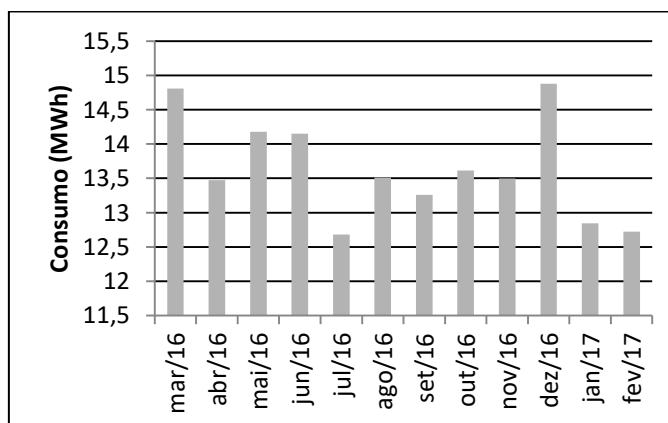


Figura 1 – Consumo de Energia Elétrica (MWh) anos 2016/2017  
 FONTE: Contas de Energia fornecidas pelo IPREDE

A partir Fig. 1, é possível chegar aos seguintes dados:

- Consumo Anual: soma do consumo de energia elétrica de 12 meses, o que é equivalente a 163.618 kWh por ano.
- Média de Consumo Mensal: esse valor é dado pelo consumo anual de energia dividido por 12 meses, resultando em 13.643,823 kWh/mês.

O Fator de Capacidade FV ( $FC_{FV}$ ), que é a relação entre a produção efetiva de energia em um período de tempo e a capacidade total máxima neste mesmo período, utilizado para esse estudo foi medido entre novembro de 2016 e outubro de 2017 no Laboratório de Energias Alternativas (LEA), localizado na Universidade Federal do Ceará (UFC). O sistema FV do LEA é composto por painéis solares de silício policristalino com sistema de posicionamento fixo. Essas características são as mesmas para o sistema FV que será dimensionado a seguir.

Partindo do valor de energia elétrica gerada ( $E_{ger}$ ) que se deseja, é possível usar a eq. (1). Nessa equação, a energia nominal ( $E_{nom}$ ) é encontrada após relacionar os valores de energia gerada e  $FC_{FV}$ .

$$E_{nom} = \frac{E_{ger}}{FC_{FV}} \quad (1)$$

Com o valor da energia nominal, expressa em kWh, já conhecido, deve-se encontrar o valor da potência nominal ( $P_{nom}$ ) do sistema fotovoltaico. A eq. (2) apresenta a relação da energia nominal com 8760 h (o número de horas de um ano).

$$P_{nom} = \frac{E_{nom}}{8760} \quad (2)$$

Para chegar à quantidade final de painéis fotovoltaicos que compõem o sistema, é necessário analisar as suas características elétricas. O painel escolhido para o estudo é de fabricação chinesa, e um resumo de suas características elétricas está apresentado na Tab. 1.

Tabela 1 – Características do Painel Solar escolhido

Fabricante	Modelo	Potência Nominal	Tensão Nominal	Corrente Nominal	Tensão de Circuito Aberto	Corrente de Curto-Circuito	Tensão máx. do Sistema
Yingli	YL250P-29b	250 W	29,8 V	8,39 A	37,6 V	8,92 A	1000 V

FONTE: Datasheet Yingli Solar – YGE 60 CELL SERIES - YL250P-29b

A eq. 3 apresenta a relação entre a potência nominal do sistema e a potência do painel, obtendo-se a quantidade necessária de painéis fotovoltaicos.

$$n_{mod} = \frac{P_{nom\ do\ sistema}}{P_{nom\ do\ painel}} \quad (3)$$

O resumo dos resultados desse dimensionamento está descrito na Tab. 2.

Tabela 2 – Resultado Dimensionamento Painéis Fotovoltaicos

	Eletricidade Gerada (kWh)	FC	Potência Nominal do Sistema (kWp)	Potência Nominal do Módulo (W)	Qtd de Módulos
<b>Caso 1 (75% da demanda total)</b>	122713,5	19,56%	71,61	250	287
<b>Caso 2 (50% da demanda total)</b>	81809	19,56%	47,74	250	191
<b>Caso 3 (25% da demanda total)</b>	40904,5	19,56%	23,87	250	96

### 2.1.2. Escolha do inversor

O inversor escolhido para os três casos é da marca PHB Solar, possui máxima potência fotovoltaica de 6500 W, faixa de operação SPMP de 125 V ~ 550 V, tensão CC de partida de 120 V, corrente CC máxima de 11 A e suporta duas *strings* em paralelo.

Uma *string* é composta por um conjunto de painéis fotovoltaicos conectados em série. A sua tensão é definida pela multiplicação da tensão unitária do painel pela quantidade de painéis que estão conectados. A corrente unitária da *string* é igual à corrente unitária do painel.

Para decidir o número de inversores e quantos painéis estão conectados a cada inversor é necessário realizar alguns cálculos. Inicialmente, encontra-se o número de inversores dividindo a potência do sistema fotovoltaico pela potência máxima do inversor.

Em seguida, é necessário decidir quantos painéis são ligados a cada inversor. Para isso, utiliza-se o número de módulos do sistema encontrado após o dimensionamento citado no tópico anterior, dividido pela quantidade de inversores. Por último, são definidos na Tab. 3 quantos painéis cada *string* possui.

Tabela 3 – Resultado Dimensionamento Painéis Fotovoltaicos e Inversores.

	Pot. Nominal do Sistema (kWh)	Pot. Nominal do Módulo (W)	Qtd de Módulos	Qtd de Inversores	Pot. do Inversor (W)	Núm. de Painéis por Inversor	Qtd de String por Inversor	Núm. de Painéis por String
Caso 1 (75% da demanda total)	71,61	250	287	12	6500	24	2	12
Caso 2 (50% da demanda total)	47,74	250	191	8	6500	24	2	12
Caso 3 (25% da demanda total)	23,87	250	96	4	6500	24	2	12

## 2.2. Modelagem usando SketchUp

O SketchUp é um *software* que foi criado por uma empresa chamada At Last Software e que posteriormente foi comprado pela Google, pertencendo atualmente a Trimble Navigation. É um modelador 3D muito utilizado em projetos de arquitetura e engenharia. Esse software foi usado nesse estudo para auxiliar na decisão dos locais para instalação dos painéis fotovoltaicos, observando os efeitos do sombreamento sobre o prédio do IPREDE. Partindo de imagens do Google Earth e de plantas 2D feitas no AutoCad, foi possível realizar a modelagem do prédio.

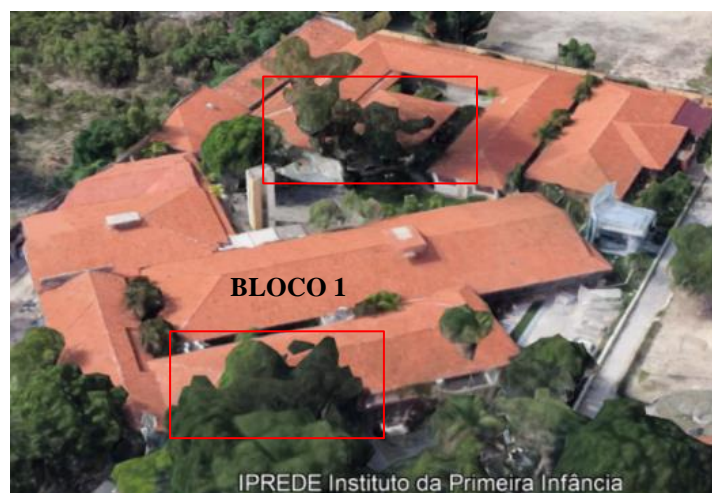


Figura 2 - IPREDE visto de cima  
FONTE: Google Earth

Ainda com o uso do Google Earth, é possível ver que as árvores do local já causam sombreamentos em parte do prédio. Com isso, chega-se a conclusão de que o bloco identificado como bloco 1 na Fig. 2 seria a melhor opção. Escolhido o bloco 1 para modelagem no SketchUp, é feito um novo estudo de sombreamento, agora utilizando a ferramenta “sombras”. Essa ferramenta nos dá a possibilidade de simular as sombras de acordo com os meses do ano e com as horas do dia. Para exemplificação dessa

simulação, foram escolhidos os meses: março (mês com muita chuva em Fortaleza) e setembro (mês com pouca chuva) e dois horários: 08h30min e 15h30min. As Figs. 3 a 6 abaixo mostram o resultado.



Figura 3 - IPREDE no mês de março às 8h30min

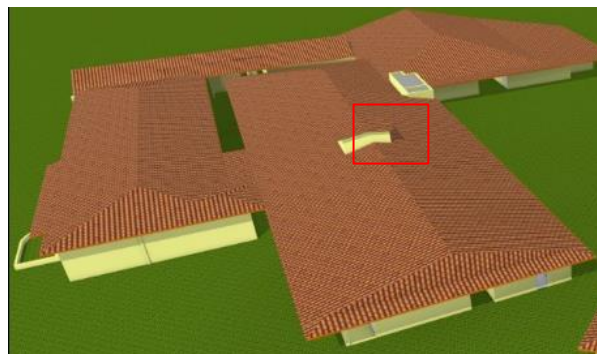


Figura 4 - IPREDE no mês de set. às 8h30min

As Figs. 5 e 6 ilustram que às 15h30min, a sombra que aparece no telhado vai influenciar diretamente na escolha da localização dos painéis FV.



Figura 5 - IPREDE no mês de março às 15h30min



Figura 6 - IPREDE no mês de set. às 15h30min

Em seguida, foi feita uma simulação para os casos 1, 2 e 3 usando somente dois horários diferentes, tanto no mês de março como no mês de setembro. Nas Figs. 7 a 16, estão ilustrados os três casos estudados.

O caso 1 possui 287 painéis e está ilustrado nas Figs. 7 e 8.

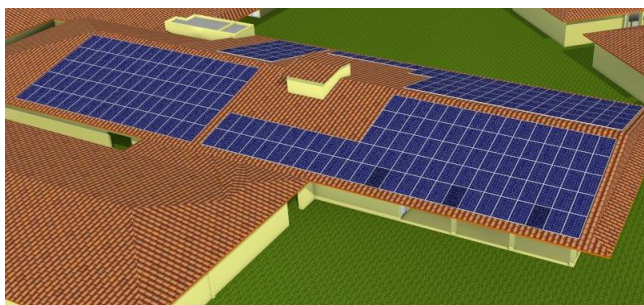


Figura 7 - Caso 1 no mês de março às 8h30min

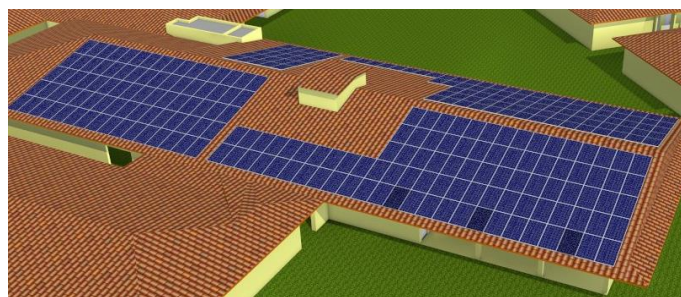


Figura 8 – Caso 1 no mês de set às 8h30min



Nas Figs. 9 a 10, é possível ver que o caso 1 ocupa uma área muito grande do telhado, sendo necessário o uso de áreas sombreadas, como ilustram as Figs. 16 e 17. Ocupar áreas sombreadas causa redução na eficiência do sistema.

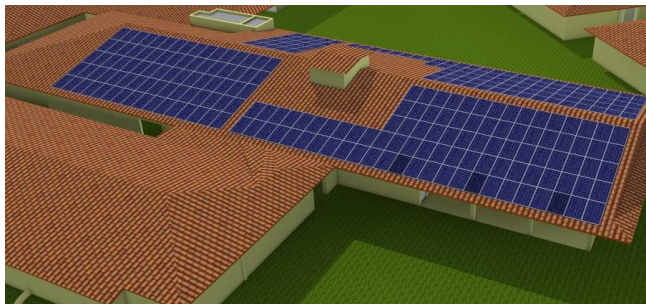


Figura 9 - Caso 1 no mês de março às 15h30min

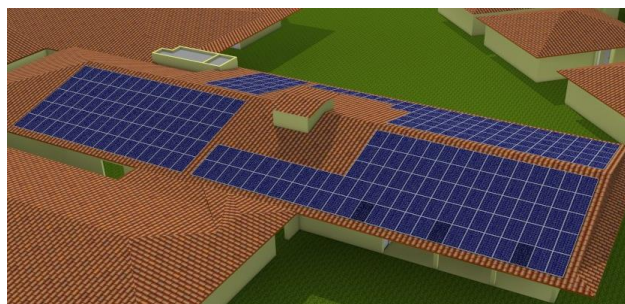


Figura 10 – Caso 1 no mês de set às 15h30min

O caso 2 possui 191 painéis. As Figs. 11 e 12 mostram a disposição dos painéis FV.



Figura 11 - Caso 2 no mês de março às 8h30min

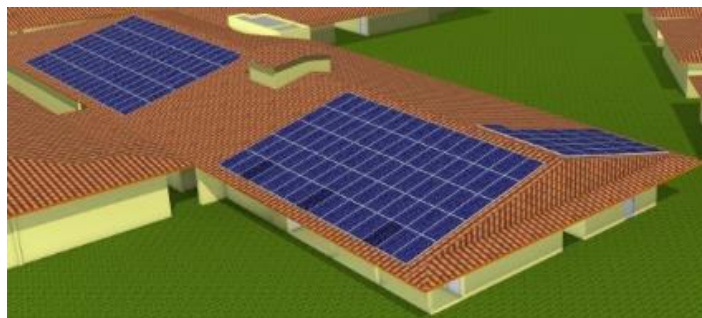


Figura 12 - Caso 2 no mês de set. às 8h30min

As Figs. 13 e 14 mostram a sombra às 15h30min. Nesse horário, a sombra é bem maior do que no horário mostrado anterior, mas, ainda assim, não atinge os painéis FV da maneira que estão instalados.



Figura 13 - Caso 2 no mês de março às 15h30min



Figura 14 - Caso 2 no mês de set. às 15h30min

O caso 3 possui 96 painéis, a menor quantidade de painéis FV dentre os três casos estudados. Por isso, para esse caso, só serão expostas as imagens referentes ao horário com mais sombra, apenas para comprovar que os painéis FV não serão atingidos. As Figs. 15 e 16 ilustram os 96 painéis instalados.

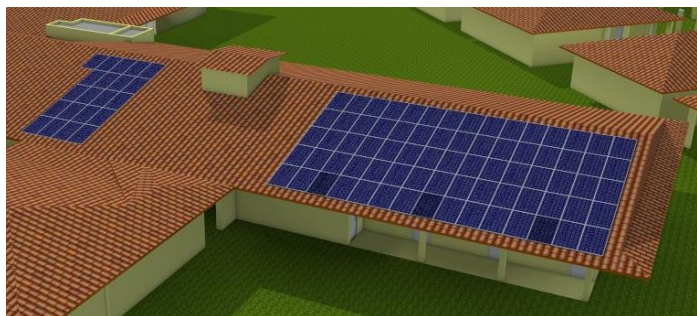


Figura 15 - Caso 3 no mês de março às 15h30min

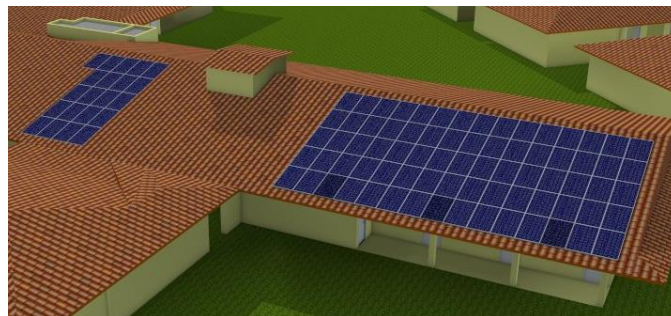


Figura 16 - Caso 3 no mês de set. às 15h30min

No final da modelagem, é possível ver que o caso 1 ocupa uma área muito grande do telhado, sendo necessário o uso de áreas sombreadas, o que causa uma redução na eficiência do sistema. Os casos 2 e 3 ocupam uma área menor, sendo possível evitar áreas que possuam sombras.

### 2.3. Análise da viabilidade financeira utilizando o software RETScreen

O RETScreen, software escolhido para fazer a análise financeira, é uma ferramenta muito utilizada para análise de projetos de energia limpa. Criado no Canadá e baseado no Excel, o RETScreen auxilia os tomadores de decisão do setor a determinar viabilidade técnica e financeira da implementação de projetos de energia renovável.

Antes de realizar a análise financeira, é necessário entrar com alguns dados no RETScreen. As etapas são separadas em abas e estão descritas nos parágrafos seguintes.

Na aba “Iniciar” as opções escolhidas para esse projeto foram: produção de eletricidade, tecnologia fotovoltaica e rede central (significa que o sistema está conectado a rede), e a localização Fortaleza - CE

Na aba “Modelo Energético” foi determinado uma inclinação de 15° para o sistema e um azimut de 180°. Foi necessário entrar com o preço de eletricidade exportada, que é a tarifa fora-ponta que se encontra na conta de energia. Para esse caso, o valor foi de R\$403,78 por MWh. Ainda nessa aba foi necessário confirmar a quantidade de painéis e o painel escolhido.

Na aba “Análise de Custos” é necessário entrar com os valores gastos nas etapas de todo o projeto. O preço usado foi baseado na Fig. 17. Esses valores foram encontrados após uma pesquisa de mercado entre várias empresas do setor. O preço de kWp mostrado na figura inclui painéis, inversores, cabos, estruturas metálicas, mão de obra, manutenção e tudo que é necessário para se montar um sistema fotovoltaico.

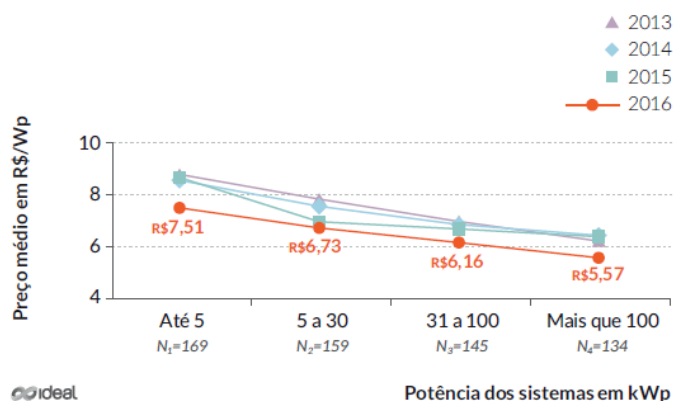


Figura 17 - Custo de sistemas FV em 2016 por faixa de potência informado pelas empresas instaladoras  
 FONTE: Instituto Ideal

Na aba “Avaliação Financeira” o sistema foi avaliado considerando-se uma inflação de 6,2% a.a. (IBGE,2017), taxa de indexação de 16,5% a.a. (DIEESE,2015) para correção da tarifa de energia durante o tempo de vida do projeto e taxa de desconto de 11% a.a. (NAKABAYASHI, 2014).

### 3. RESULTADOS DA ANÁLISE FINANCEIRA

Os resultados das análises financeiras estão resumidos nas tabelas e figuras abaixo.

Os casos 1 (Tab. 4 e Fig. 18) e 2 (Tab. 5 e Fig. 19) do projeto apresentam uma TIR de 28,4% a.a., payback de 8,9 anos, com fluxo de caixa positivo a partir de 5,3 anos, uma razão custo benefício de 5,58 e VPL positivo de R\$ 2.023.285 e R\$ 1.346.507, respectivamente.

Tabela 4 – Viabilidade Financeira Caso 1

Viabilidade Financeira - Caso 1		
TIR antes impostos-capital próprio	%	28,4%
TIR antes impostos - ativos	%	28,4%
TIR após impostos - capital	%	28,4%
TIR após impostos - ativos	%	28,4%
Retorno simples	ano	8,9
Retorno do capital próprio	ano	5,3
Valor Presente Líquido (VPL)	BRL	2.023.285
Economia anual no ciclo de vida	BRL/an	240.245
Razão custo benefício (C-B)		5,58
Custo da Geração de energia	BRL/MWh	72,39
Total de economia e receita anual	BRL	49.521

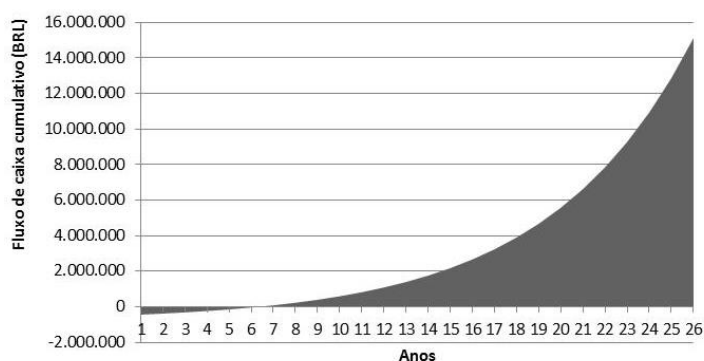


Figura 18 - Gráfico fluxo de caixa cumulativo (Caso 1)

Tabela 5 – Viabilidade Financeira Caso 2

Viabilidade Financeira - Caso 2		
TIR antes impostos-capital próprio	%	28,4%
TIR antes impostos - ativos	%	28,4%
TIR após impostos - capital	%	28,4%
TIR após impostos - ativos	%	28,4%
Retorno simples	ano	8,9
Retorno do capital próprio	ano	5,3
Valor Presente Líquido (VPL)	BRL	1.346.507
Economia anual no ciclo de vida	BRL/an	159.885
Razão custo benefício (C-B)		5,58
Custo da Geração de energia	BRL/MWh	72,39
Total de economia e receita anual	BRL	32.957

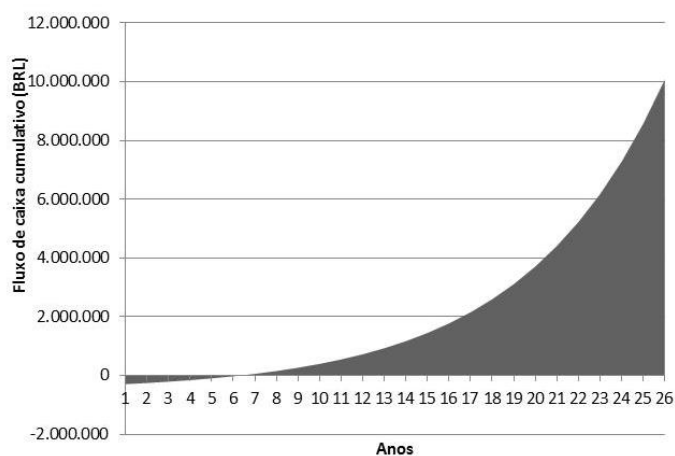


Figura 19 - Gráfico fluxo de caixa cumulativo (Caso 2)

Para o caso 3 (Tab. 6 e Fig. 20), a análise financeira apresentou os seguintes indicadores: TIR de 27,1% a.a., payback de 9,8 anos com fluxo de caixa positivo a partir de 5,7 anos, uma razão custo benefício de 5,11 e VPL positivo de R\$ 663.098.



Tabela 6 – Viabilidade Financeira Caso 3

Viabilidade Financeira - Caso 3		
TIR antes impostos-capital próprio	%	27,1%
TIR antes impostos - ativos	%	27,1%
TIR após impostos - capital	%	27,1%
TIR após impostos - ativos	%	27,1%
Retorno simples	ano	9,8
Retorno do capital próprio	ano	5,7
Valor Presente Líquido (VPL)	BRL	663.098
Economia anual no ciclo de vida	BRL/an	78.736
Razão custo benefício (C-B)		5,11
Custo da Geração de energia	BRL/MWh	79,09
Total de economia e receita anual	BRL	16.565

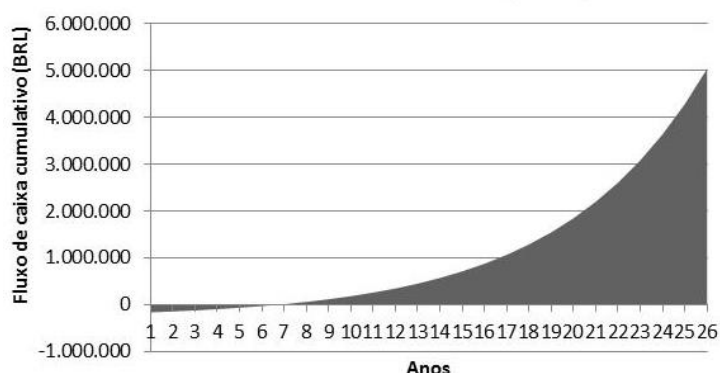


Figura 20 - Gráfico fluxo de caixa cumulativo (Caso3)

A diferença dos indicadores entre o caso 3 e os casos 1 e 2 é consequência dos maiores custos envolvidos no investimento inicial do caso 3, dado pela diferença do valor dos kits FV para faixa de potência adotada, conforme apontado pela Fig. 17.

#### 4. CONCLUSÕES

Com o uso do software RETScreen, uma ferramenta didática e de fácil uso, foi possível fazer a análise financeira e ver que os resultados obtidos apontam a viabilidade do projeto para os três casos. Assim, outros aspectos devem ser levados em consideração para definição do modelo a ser adotado. Avaliando os três, verifica-se que os casos 1 e 2 apresentam menor tempo de retorno do investimento e melhor razão custo benefício do que o caso 3. Tendo em vista que os casos 1 e 2 apresentam a mesma viabilidade financeira, o valor do investimento inicial e os aspectos técnicos (sombreamento, layout dos módulos e outros) devem ser considerados na decisão de qual caso será adotado com solução para o empreendimento.

O software SketchUp possibilitou a realização da modelagem do prédio em estudo para fazer a análise de sombreamento. Os resultados obtidos nessa análise mostram que os casos 1 e 2 ocupam uma área aproximada de 514 m<sup>2</sup> e 341 m<sup>2</sup>, respectivamente. Na simulação feita observando o sombreamento no local, é possível ver que o caso 1 ocupa áreas sombreadas, o que ocasiona uma redução da eficiência do sistema. Assim, é possível concluir que o caso 2 é a melhor opção de acordo com aspectos financeiros e técnicos.

A eficiência da metodologia usada é comprovada ao final do estudo, pois com a junção dos resultados obtidos pelo RETScreen e SketchUp é possível definir o caso mais eficiente para o IPREDE.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto da Primeira Infância (IPREDE) pelos dados cedidos e disponibilidade do local para a pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- COMERCIO SOLAR. PHB. Inversor Solar On-Grid 25kW. Disponível em: <<http://www.energiasolarphb.com.br/inversor-monofasico-phb5000d-ns.php>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- DIEESE. DIEESE. Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil. 147. ed. [S.l.: s.n.], 2015. 20 p.
- IBGE. IPCA. Série Histórica dos Acumulados no Ano – IPCA. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/ipca-inpc\\_201709\\_3.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/ipca-inpc_201709_3.shtm)>. Acesso em: 05 nov. 2017.

- INSTITUTO IDEAL. O mercado brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica. 2017. p.33
- NAKABAYASHI, Renny. Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras. 2014. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.
- NEOSOLAR. PHB. Painei Fotovoltaico Yingli: YL250p-29b-250wp. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painei-solar-fotovoltaico-yingli-yl250p-29b-250wp.html>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- PEREIRA, E. B. et al. Atlas Brasileiro de Energia Solar. [S.l.], 2006. [www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas\_solar-reduced.pdf]
- Rüther, R., Zilles, R., 2011. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil, Energy Policy, vol. 39, pp. 1027-1030.

### **PLANNING METHODOLOGY OF A PHOTOVOLTAIC PLANT INTEGRATED TO BUILDING: CASE STUDY FOR THE “INSTITUTO DA PRIMEIRA INFÂNCIA” (IPREDE).**

**Abstract.** *This paper aims at comparing and demonstrating the financial feasibility of the electric power generation by photovoltaic (PV) modules in addition to the electricity of the local utility of the State of Ceará. The performance of a hypothetical PV system connected to the network and integrated with the architecture of the Instituto de Primeira Infância (IPREDE) is evaluated. RETScreen and SketchUp are used to analyze the financial feasibility of the project and to assist in deciding the location of the PV panels, respectively. SketchUp allows you to model the building under study and then perform shading analysis. Shading analysis is done by varying the months of the year and the time of day to see how the shadows on the roof of the building behave. At the end of the modeling RETScreen is used, a didactic tool and easy to use, because with the result of financial feasibility and modeling together it is possible to decide more precisely which case is the best to choose. In the study, three cases are proposed, in which the former aims to meet 75% of IPREDE's electricity demand through FV generation, in the second case to meet 50% of the account and finally, the third case that intends to supply 25% of the demand. The best case to choose is case 2, since it has a lower payback time than case 3, and, according to the modeling, it occupies less area than case 1. Thus, the PV panels do not have to stay in places of low efficiency. Case 2 has 47.74 kWp with a total cost of R \$ 294,140.00, a time of capital return of 5.3 years and occupies an area of 341 m<sup>2</sup>. The efficiency of the methodology used is proven at the end of the study, because it was possible to define the most efficient case for IPREDE.*

**Key words:** *Solar energy, financial feasibility, modeling*