

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DE PLANTA FOTOVOLTAICA CONECTADA À REDE EM ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA

Raissa Braga da Silva – raissabragads@gmail.com
Ana Carolina de Alencar Costa – carol.alencar9@hotmail.com
Marcos Paulo Marrocos Moura – marcospmm@gmail.com
Paulo Cesar Marques de Carvalho – carvalho@dee.ufc.br
Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Elétrica

Resumo. *O presente artigo tem como objetivo analisar a viabilidade do uso de painéis fotovoltaicos (FV) em duas Estações Elevatórias de Água (EEA) nos municípios de Fortaleza e Cascavel, no Estado do Ceará. A planta FV faz uso do mecanismo de compensação, no qual a eletricidade gerada pelos módulos FV é injetada na rede da concessionária local e o valor, descontado na conta de energia elétrica. O desenvolvimento e a análise do projeto são realizados com auxílio do software de análise de projetos de energia limpa RETScreen. Por meio desse programa, são feitos os estudos sobre produção de eletricidade, custos do ciclo de vida e viabilidade financeira do projeto. Para a estimativa dos custos de implantação do projeto, observa-se três aspectos: preço de aquisição de módulos FV, infraestrutura/interligação com a rede e demais gastos que ocorrerem. O projeto em estudo tem um valor total estimado de R\$ 11.240.442,51, levando em consideração que a capacidade instalada do sistema é de 1793 kWp. O retorno de capital ocorre em 9,7 anos, com fluxo de caixa positivo a partir do quinto ano. Os resultados do estudo de viabilidade financeira são apresentados de forma resumida pelo RETScreen, facilitando a comparação entre os indicadores e a avaliação de viabilidade. Os seguintes indicadores são disponibilizados: taxa interna de retorno (TIR), Valor presente líquido (VPL), tempo de retorno de capital e a relação custo benefício.*

Palavras-chave: *Geração fotovoltaica, Estações Elevatórias de Água, Análise financeira.*

1. INTRODUÇÃO

As hidrelétricas são a maiores geradoras de energia elétrica no Brasil. O problema é que essas possuem elevados custos de transmissão, devido à distância de produção para o uso dos consumidores. Uma excelente alternativa seria a geração através de energias renováveis, visto que essas são fontes inesgotáveis de energia obtidas na natureza, pelo sol ou pelo vento.

Os incentivos à utilização de energias renováveis foram crescentes nos últimos anos, principalmente devido à conscientização da possível escassez dos recursos fósseis (como o petróleo) e da necessidade de redução das emissões de gases nocivos para a atmosfera, os GEE (Gases de efeito de estufa). Este interesse deve-se em parte aos objetivos da União Europeia, do Protocolo de Quioto e das preocupações com as alterações climáticas.

A produção descentralizada da energia elétrica é importante principalmente para comunidades isoladas que não têm acesso à eletricidade e que podem aproveitar a fonte solar por sistemas autônomos, ou seja, sem conexão com a rede elétrica e usando painéis solares combinados com o uso de baterias. Atualmente, ainda existem cerca de 1 milhão de pessoas que não tem acesso à energia elétrica no Brasil. Os sistemas fotovoltaicos poderiam contribuir bastante para a melhoria da qualidade de vida dessa população (GREENPEACE, 2016).

De acordo com (Presenço, 2007), uma quantidade de recursos financeiros pode ser poupada ao se usar sistemas fotovoltaicos para o bombeamento da água, uma vez que o conceito de usufruir o recurso hídrico com eficiência tem tendenciado à exploração de recursos energéticos renováveis. Sistemas de bombeamento FV podem ser utilizados na pecuária e na irrigação de culturas, por exemplo, pois são duráveis e flexíveis, apresentando benefícios econômicos a longo prazo (VAN PELT et al., 2012). Esse sistema dispensa o uso de baterias, já que durante um período de radiação solar elevada, a água pode ser armazenada em reservatórios e utilizada posteriormente, em momentos que o sistema de bombeamento não esteja em operação (Vicentin et al., 2016).

O presente estudo procura dimensionar um sistema FV que atenda a demanda de energia elétrica de duas estações elevatórias de água da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE), bem como analisar a viabilidade financeira da sua implantação. As estações elevatórias de água possuem motores responsáveis por elevar a água tratada para caixas onde serão transportadas para as casas dos consumidores. O local em que é feito esse processo possui um terreno maior do que 12.853 m², área necessária para abrigar placas solares.

2. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa divide-se em quatro partes. A primeira consiste no delineamento do problema, quando é feito o estudo de duas estações elevatórias de água (EEA) da CAGECE, definição das cargas e localização do projeto. A segunda parte consiste no dimensionamento do sistema FV, definindo os módulos e inversores e o

dimensionamento. Na terceira parte, são levantados os custos de implantação do projeto e na quarta, é realizado o estudo da viabilidade financeira.

Em resumo:

- **Elaboração do plano de projeto:** são definidas as questões de pesquisa, estudo de caso, utilização do programa RESTCREEN, definição dos equipamentos utilizados e análise da viabilidade financeira.
- **Pesquisa em campo:** esta pesquisa tem como objetivo coletar dados para uma amostra, em EEA, onde será verificada a viabilidade da instalação de painéis FV.
- **Aplicação dos dados:** nesta etapa, é aplicado o dimensionamento adequado para os dados das EEA da CAGECE.
- **Análise dos resultados:** É verificada a viabilidade da utilização de geração FV conectada à rede.
- **Considerações finais e recomendações para o futuro:** apresenta as conclusões do trabalho realizado.

3. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA DA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DO CEARÁ (CAGECE)

A avaliação foi realizada em duas EEA da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE), onde a primeira encontra-se na Região Metropolitana de Fortaleza, Av. Antônio Sales nº2460, Aldeota, e a segunda, na cidade de Cascavel, na Rua SDO, Açude Mal Cozinhado. A Tab. 1 apresenta os dados técnicos das duas EEA, disponibilizados pela CAGECE.

Tabela 1 – Quantidade e potência dos motores das EEA.

| LOCAL | QTD | POT UNITÁRIA (CV) | RENDIMENTO | POT UNITÁRIA (kW) | POT TOTAL (kW) |
|-----------|-----|-------------------|------------|-------------------|----------------|
| FORTALEZA | 3 | 200 | 0,95 | 154,95 | 464,85 |
| CASCADEL | 2 | 40 | 0,93 | 31,66 | 61,13 |

Com base nos dados da Tab. 1, um motor de 200 CV, após uma hora em funcionamento, terá consumido 154,95 kWh, enquanto um motor de 40 CV consome 31,66 kWh. Além dos motores apresentados na Tab. 1, cada EEA possui um motor reserva com a mesma potência do principal, para caso ocorra problema com o motor principal. A Fig. 1 apresenta o barrilete, bombas submersas e quadros da EEA Aldeota, localizada na Praça da Imprensa; já a Fig. 2 mostra os motores da EEA Cascavel, no Açude Mal Cozinhado.



Figura 1– EEA Aldeota.



Figura 2– EEA Cascavel.

As Fig. 3 e 4 apresentam, pelas imagens obtidas através do *Google Maps*, a localização das Estações na Aldeota e em Cascavel, respectivamente.



Figura 3 – localização EEA Aldeota. Fonte: Google Maps

Na imagem abaixo, são destacadas pelos marcadores amarelos a Estação de Tratamento de água (ETA), com área de 3.848 m², a Estação Elevatória de Água Bruta – água sem tratamento – (EEAB) e uma área de 12.853 m² destinada à instalação dos módulos FV, de propriedade do Governo do Estado do Ceará.



Figura 4 – localização EEAB Cascavel. Fonte: Google Maps

4. DIMENSIONAMENTO FV

Para o dimensionamento, é utilizado o *software* RETScreen, um pacote de análise de projetos de energia limpa com base na plataforma de cálculo Microsoft® Excel, cujo intuito é obter dados de irradiação solar, temperatura e outras informações a fim de analisar a viabilidade da utilização da geração FV. RETScreen é usado como ferramenta de apoio à decisão, permitindo avaliar a produção de energia elétrica, os custos do ciclo de vida e as reduções de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para vários tipos de fontes de energia e tecnologias de energia renovável (RETs).

4.1. Escolha do Módulo FV

Sistemas conectados à rede são compostos basicamente formados por painéis FV, inversor, cabos, conectores e estrutura de fixação dos módulos, cujo módulo FV é o elemento central do sistema. O módulo foi escolhido de acordo

com suas características e de forma a ser o mais eficiente possível (especificações na Tab. 2). O modelo é o YL 255 P-32b/1810x990 SERIES, cujas células são de silício policristalino, entregando uma eficiência de até 14,2%. Assim, minimiza os custos de instalação e maximiza a saída de kWh do seu sistema por unidade de área.

Tabela 2- Especificações elétricas do módulo FV utilizado

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|------------------------------------|----------|
| Potência máxima (Pmax) | 250 W |
| Tensão de Máxima Potência (Vmpp) | 32,3 V |
| Corrente de Máxima Potência (Impp) | 7,74 A |
| Corrente de Curto-Circuito (Isc) | 8,33 A |
| Tensão de Circuito Aberto (Voc) | 40,9 V |
| Peso | 22,5 kg |
| Comprimento | 1.810 mm |
| Largura | 990 mm |
| Espessura | 50 mm |
| Espessura com caixa de junção | 50 mm |
| Eficiência | 14 |

Fonte: (NEOSOLAR,2017)

4.2. Dimensionamento

A etapa inicial do dimensionamento é a utilização do consumo de 12 contas de energia elétrica, usando o total dessas para efeito de cálculo. A Fig. 5 apresenta o consumo mensal individual das duas EEA, assim como o valor total mensal das contas das duas estações.

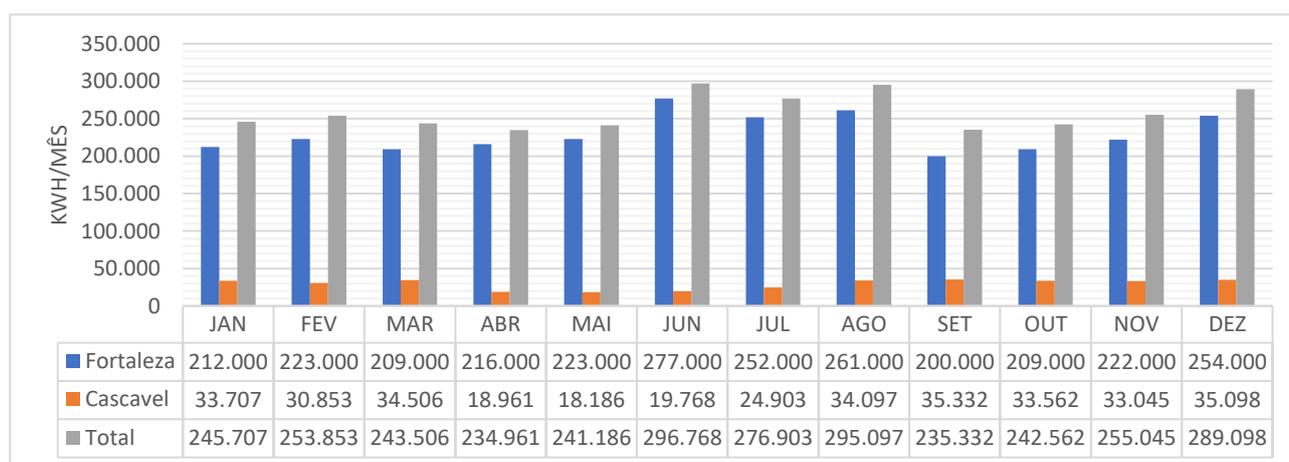


Figura 5 - Consumo de Energia Elétrica das EEA de Cascavel e Fortaleza. Fonte: CAGECE

Considerando o consumo das duas estações ao longo do ano como base para o dimensionamento, temos:

- Consumo anual em Fortaleza: 2.758.000 kWh
- Consumo anual em Cascavel: 352.018 kWh

$$E_{\text{consumida}} - \text{ano} = 3.110.018 \text{ kWh} \quad (1)$$

Para o dimensionamento do sistema FV, foram consideradas as demandas anuais das EEA de Cascavel e Fortaleza. Calcula-se a potência nominal FV para atender à demanda anual ($P_{\text{instalada}}$) a partir da energia consumida ($E_{\text{Consumida-ano}}$) dividida por 8760 h (o número de horas de um ano) vezes o fator de capacidade (FC), conforme Eq. (2).

$$P_{Instalada} = \frac{E_{Consumida-ano}}{8760 \times FC} \quad (2)$$

O fator de capacidade utilizado nesse estudo foi medido entre os anos de 2016 e 2017 no Laboratório de Energias Alternativas (LEA) da Universidade Federal do Ceará.

Adotando um FC médio de 0,198 para Fortaleza,

$$P_{Instalada} = 1.793,06 \text{ kW} \quad (3)$$

O número de módulos FV necessários para atender à demanda é definido por Eq. (4).

$$N^{\circ}_{módulos} = \frac{P_{Instalada}}{P_{Nominal_módulo}} \quad (4)$$

Considerando a potência do módulo selecionado, temos

$$N^{\circ}_{módulos} = 7172,22 \quad (5)$$

4.3. Escolha do Inversor

O inversor escolhido como referência para o presente estudo é o modelo PHB25K-DT, que possui uma potência nominal de 32500 W e eficiência máxima de 98,4%. A Tab. 3 apresenta as principais características desse inversor.

Tabela 3 - Especificações elétricas do inversor utilizado

| Dados da Entrada CC | |
|---|------------------|
| Max. Potência Fotovoltaica [W] | 32500 |
| Max. Tensão CC [V] | 1000 |
| Faixa de Operação SPMP [V] | 260~850 |
| Tensão CC de Partida [V] | 250 |
| Corrente CC Máxima [A] | 27/27 |
| Nº de Strings em Paralelo / Entradas MPPT | 6/2 |
| Dados da Saída CA | |
| Potência CA Nominal [W] | 25000 |
| Max. Potência CA [W] | 25000 |
| Max. Corrente CA [A] | 37 |
| Saída Nominal CA | 60Hz; 380/220Vca |
| Eficiência | |
| Max. Eficiência | 98,40% |
| Eficiência SPMP | >99.9% |

Fonte: (COMERCIOSOLAR, 2017)

O número de módulos associados em série é definido de acordo com a tensão de máxima potência (V_{MP}), a tensão de circuito aberto (V_{OC}) do módulo, a máxima tensão admissível e a faixa de tensão de operação MPP do inversor, conforme as Eq. (6) e (7) (Villalva e Gazoli, 2012):

$$N_S \times V_{OC} \leq 0,9 \times V_{MAX-CC} \quad (6)$$

$$V_{MPP-MIN} \leq N_S \times V_{MP} \leq V_{MPP-MAX} \quad (7)$$

Onde:

N_S – Número de módulos em série por *String*;

V_{OC} – Tensão de circuito aberto;

V_{MP} – Tensão de máxima potência em V;

$V_{MPP-MIN}$ – Tensão mínima da faixa de operação MPP;

$V_{MPP-MAX}$ – Tensão máxima da faixa de operação MPP;

Os arranjos dos módulos fotovoltaicos, ou *arrays*, para o estudo proposto apresentam as seguintes configurações: 89 inversores com 4 *strings*, sendo cada *string* composta por 20 módulos; mais 1 inversor com 4 *strings* de 13 módulos cada. A Tab. 4 apresenta um resumo dos principais dados do projeto:

Tabela 4–Resumo do projeto

| | |
|----------------------------------|-------|
| Total de módulos | 7172 |
| Nº de inversores | 89/1 |
| Nº de módulos por String | 20/13 |
| Nº de String por inversor | 4 |

A partir do sistema proposto, formado por 7172 módulos FV de 250 Wp, e considerando a inclinação, irradiação e temperatura na cidade de Cascavel-CE, local escolhido para implantação do projeto, é apresentada na Fig. 6 a estimativa de fornecimento de energia elétrica mensal, em média, avaliada por meio do RETScreen. A planta proposta no projeto contribui com 3.037 MWh injetados na rede anualmente.

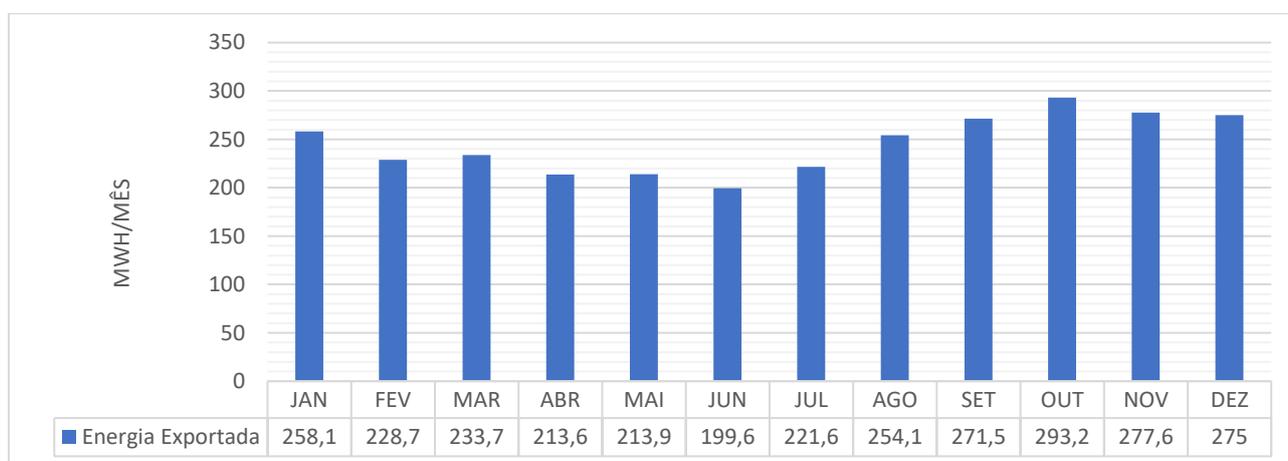


Figura 6 - Energia Elétrica exportada para rede pela planta FV proposta.

5. INVESTIMENTO PARA A PLANTA FV

Para definição e estimativa dos investimentos necessários, foram utilizados os preços dos módulos e inversores obtidos no mercado nacional. Para equipamentos de infraestrutura/interligação de rede, foram tomados como base os valores disponibilizados pela Secretaria de Infraestrutura do Ceará (SEINFRA). Adicionalmente, consideram-se os custos de cabos, materiais extras, projeto e instalação conforme o método proposto por (ABINEE, 2012), resultando no preço por kWp instalado (NAKABAYASHI, 2014). Nas Tab. 5 e 6, foram estimados valores para os equipamentos utilizados na instalação da usina solar em Cascavel, a fim de suprir a carga das duas EEA.

Tabela 5 – Preços de equipamentos FV.

| Equipamentos | Qtd | Preço unitário (R\$) | Total (R\$) | Valor em R\$ /kWp |
|------------------------|------|----------------------|--------------|-------------------|
| Módulos | 7172 | 850,00 | 6.096.200,00 | 3.400,00 |
| Inversores | 90 | 23.400,00 | 2.106.000,00 | 1.174,57 |
| Total (R\$/kWp) | | | | 4.574,57 |

Fonte: Elaborado a partir de (COMERCIOSOLAR, 2017) e (NEOSOLAR, 2017).

Tabela 6 – Preços de equipamentos para interligação com a rede.

| Equipamentos | Qtd | Preço unitário (R\$) | Total (R\$) | Valor (R\$/kWp) |
|--|-----|----------------------|-------------|-----------------|
| Subestação abrigada em alvenaria de 1000 kVA/13.800-380/220 V, entrada aérea, com posto de medição, disjunção e transformação, fornecida com quadro de proteção geral de baixa tensão | 2 | 164.580,45 | 329.160,90 | 183,58 |
| Poste c/ acessórios até a entrada da subestação abrigada | 1 | 11.682,97 | 11.682,97 | 6,52 |
| Total R\$ /kWp | | | | 190,10 |

Fonte: (SEINFRA, 2017).

Para os demais custos que compõem as instalações FV, serão adotados os valores médios dos dados apresentados, conforme Tab. 7.

Tabela 7 – Custos adicionais para instalação do sistema FV.

| Equipamentos | Valor em R\$ /kWp |
|--------------------------|-------------------|
| Cabos e proteções | 436,86 |
| Sistema fixação | 467,08 |
| Custos diversos | 600,46 |
| Total R\$ /kWp | 1.504,40 |

Fonte: Elaborado a partir de (ABINEE, 2012).

Com base nos dados das Tab. 5 a 7, verifica-se que o custo de aquisição de equipamentos e instalação do sistema FV é de R\$ 6.269,07 por kWp. Assim, para o projeto em estudo, temos um custo total estimado de R\$ 11.240.442,51, levando em consideração que a capacidade instalada do sistema é de 1.793 kWp.

A atividade financeira da geração FV está diretamente relacionada às tarifas de energia elétrica, visto que o benefício para o gerador FV, do ponto de vista financeiro, é o custo evitado para a compra de energia elétrica da concessionária. Desta forma, realizou-se a avaliação financeira do sistema FV de geração distribuída com auxílio do RETScreen, que fornece diversos indicadores financeiros para a análise do projeto (NAKABAYASHI, 2014).

Foram consideradas as seguintes premissas:

- Taxa de inflação de 6,64% ao ano, sendo esta a média da Série Histórica dos Acumulados no Ano – IPCA de 1996 a 2016, disponibilizado em (IBGE, 2017).
- Vida de projeto de 25 anos para empreendimentos de geração FV.
- Taxa de desconto de 11% ao ano, tomando como base a rentabilidade de títulos públicos do Governo Federal e a taxa de juros SELIC (NAKABAYASHI, 2014).
- Custo de manutenção e operação de 0,5% ao ano do investimento inicial.
- Taxa de indexação sobre a energia exportada de 16,5 % ao ano, tomando como base a média dos reajustes das tarifas de 1997 a 2006 / 2013 a junho de 2015 (DIEESE, 2007) e (DIEESE, 2015).

A Tab. 8 mostra o fluxo de caixa anual negativo até o 5º ano e, após isso, este se torna positivo.

Tabela 8: Fluxo de caixa anual

| Ano | Anual | Cumulativo |
|------------|--------------|-------------------|
| # | R\$ | R\$ |
| 0 | -11.240.443 | -11.240.443 |
| 1 | 1.353.775 | -9.886.667 |
| 2 | 1.583.057 | -8.303.610 |
| 3 | 1.850.564 | -6.453.046 |
| 4 | 2.162.627 | -4.290.419 |
| 5 | 2.526.627 | -1.763.792 |
| 6 | 2.951.163 | 1.187.372 |
| 7 | 3.446.255 | 4.633.627 |
| 8 | 4.023.578 | 8.657.205 |
| 9 | 4.696.737 | 13.353.941 |
| 10 | 5.481.582 | 18.835.523 |
| 11 | 6.396.582 | 25.232.105 |
| 12 | 7.463.258 | 32.695.364 |
| 13 | 8.706.682 | 41.402.045 |
| 14 | 10.156.066 | 51.558.111 |
| 15 | 11.845.447 | 63.403.559 |
| 16 | 13.814.482 | 77.218.041 |
| 17 | 16.109.372 | 93.327.413 |
| 18 | 18.783.948 | 112.111.361 |
| 19 | 21.900.927 | 134.012.288 |
| 20 | 25.533.379 | 159.545.667 |
| 21 | 29.766.432 | 189.312.099 |
| 22 | 34.699.271 | 224.011.370 |
| 23 | 40.447.447 | 264.458.818 |
| 24 | 47.145.587 | 311.604.405 |
| 25 | 54.950.533 | 366.554.938 |

A Tab. 9 apresenta os resultados obtidos a partir da análise financeira do RETScreen, sendo o retorno de capital próprio, ou ano do fluxo de caixa positivo, o tempo necessário para que o montante acumulado pela economia de energia gerada atinja valor igual ao do investimento inicial. Assim, a partir desse instante, o fluxo de caixa passa a apresentar valores positivos. Já o retorno simples representa o tempo que leva para um projeto de investimento recuperar seu próprio custo inicial, ou seja, para que o montante acumulado pela economia de energia gerada atinja valor positivo igual ao valor do investimento inicial.

Tabela 9 – Indicadores de viabilidade financeira do sistema FV.

| | | |
|---|---------|------------|
| TIR antes impostos-capital próprio | % | 27,5% |
| TIR antes impostos - ativos | % | 27,5% |
| TIR após impostos - capital | % | 27,5% |
| TIR após impostos - ativos | % | 27,5% |
| Retorno simples | ano | 9,7 |
| Retorno do capital próprio | ano | 5,6 |
| Valor Presente Líquido (VPL) | R\$ | 48.299.377 |
| Economia anual no ciclo de vida | R\$/ano | 5.735.080 |
| Razão custo benefício (C-B) | | 5,3 |
| Custo da Geração de energia | R\$/MWh | 80,11 |

O resultado da análise financeira do projeto apresenta uma TIR de 27,5% a.a. e um VPL positivo em aproximadamente R\$ 48.299.377,00. O tempo de retorno do capital é de 9,7 anos, com fluxo de caixa positivo a partir do quinto ano e uma razão custo-benefício de 5,3. Assim, os indicadores apresentados no estudo apontam a viabilidade do projeto.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a viabilidade financeira da utilização de sistema FV conectado à rede em EE.A. O programa RESTCREEN foi utilizado para efeito de cálculo, obtenção de dados, definição de equipamentos e análise financeira. Com os dados obtidos e gerados, foi possível realizar o dimensionamento do sistema FV, no qual obtemos um valor de 7172 módulos FV capazes de gerar energia elétrica suficiente para suprir a demanda das EEA da Aldeota e de Cascavel.

O sistema gera 97,7% da energia elétrica consumida, cerca de 3.037 MWh anualmente. Assim, é possível a realização do projeto, no qual a geração de energia elétrica nas EEA é conectada à rede da ENEL e compensada na conta de energia elétrica da CAGECE com uso da geração FV.

Foi gerado no RETScreen um tempo de retorno do capital aplicado, considerando apenas a recuperação do valor investido em 5,6 anos, quando levadas em consideração as taxas de inflação, taxa de desconto e uma estimativa de custo de operação. Teremos, assim, um Payback de 9,7 anos e com isso, um projeto viável e atrativo, com um investimento de médio prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a **Emídio Ximenes**, gerente de obras da capital e RMF, pelos dados cedidos da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL, RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 687, 24 de Novembro de 2015: sistema de compensação de energia elétrica. pp. 1-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. ABINEE, 2012.

COMERCIOSOLAR. PHB. Inversor Solar On-Grid 25kW. Disponível em: <<http://www.comerciosolar.com.br/inversores/inversor-solar-on-grid-3000w-220v-com-2-mppt-serrana-energia.html>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

DIEESE. DIEESE. As tarifas de energia elétrica no Brasil: sistemática de correção e evolução dos valores. 58. ed. [S.l.: s.n.], 2007. 14 p.

DIEESE. DIEESE. Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil. 147. ed. [S.l.: s.n.], 2015. 20 p.

GREENPEACE. [R]evolução Energética. São Paulo: Cenário Brasileiro, 2016.

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>. Acesso em: 05 nov. 2017.

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. Painel Fotovoltaico Yingli: YL250p-29b-250wp. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-yingli-yl250p-29b-250wp.html>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

PRESENÇO, J. F. Desenvolvimento de um sistema de controle para avaliação de fontes de energias renováveis no bombeamento de água., 2007, 150 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura). UNESP/FCA. Botucatu.

SEINFRA. Ceará. Tabela de Custos e Insumos. Disponível em: <<http://www.seinfra.ce.gov.br/siproce/antiores/tabelas-antiores.html>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

VAN PELT, R., C. Weiner e R. Waskom, Solar-powered Groundwater Pumping Systems, USA; Colorado, 2012. Disponível em: <<http://www.ext.colostate.edu/pubs/natres/06705.html>>. Acesso em: 01 mar 2014.

VICENTIN, e. a. Estimativa da variabilidade do bombeamento d'água em sistema acionado por energia fotovoltaica na Cidade de Botucatu-SP, para o ano de 2014. *VI Congresso Brasileiro de Energia Solar*, pp. 1-7, 03 a 07 de Abril, 2016.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicações – Sistemas Isolados e Conectados à rede. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012. 224 p.

FEASIBILITY ANALYSIS OF GRID CONNECTED PV PLANT IN WATER PUMPING STATIONS

Abstract. *This paper is on the analysis of economic feasibility for using photovoltaic (PV) panels in two Water Pumping Stations (WPS), in the city of Fortaleza and Cascavel, both are located in the state of Ceará. The plant PV makes use of the compensation mechanism, where the electricity generated by the PV modules is injected into the network of the local utility and the amount will be discounted in the electricity bill. The performance and analysis of the pumping PV project in WPS was carried out with the help of the RETScreen software. In this software, studies were carried out on the energy production capacity, life cycle costs and the project's economic feasibility.*

For the estimation of the project's cost of implementation three aspects are considered: the price of the PV modules, infrastructure/interconnection with the network and other implementation costs. The study results have an estimated total cost of R\$11,240,442.51 considering the installed capacity of the system is 1,793 kWp. The capital return will occur in 9.7 years, with positive cash flow from the fifth year. The results of the economic feasibility study are summarized by the RETScreen, facilitating the comparison between the indicators and the feasibility assessment. The following indicators are available: internal rate of return (IRR), net present value (NPV), time of capital return and cost benefit ratio.

Key words: *Photovoltaic Generation, Water Stations, Financial Analysis.*