



Avaliação de Custo Benefício da Utilização de Energia Fotovoltaica

Luzilene Souza Silva¹, Ronaldo Furtado de Assunção², Demetrius Clemente da Rocha Sobrinho³, Ericka da Silva Freitas⁴, Welton Raiol de Assunção⁵

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (UFPA) - Belém - PA- Brasil

eng.luzilene@gmail.com, assucaoronaldo@yahoo.com.br,
demetriusrocha@hotmail.com, efreitas2982@gmail.com

Resumo. *O presente trabalho buscou analisar o custo benefício da implantação de um sistema fotovoltaico. Para tanto, foi utilizada uma metodologia de pesquisa baseada em um estudo de caso, no qual foram utilizados dois orçamentos de duas edificações que implantaram o referido sistema. A partir dos dados coletados no estudo de caso foi possível verificar que a aquisição dos sistemas fotovoltaicos possui um alto valor de investimento inicial. Nos casos analisados neste trabalho, os valores dos orçamentos foram de: R\$ 68. 479,02 para a edificação A; e de R\$ 57.536,20 para a edificação B. No entanto, observou-se que a implantação das placas solares possibilitou a geração de energia solar, a qual foi responsável pela redução do consumo de energia elétrica em 100%. Diante disto, concluiu-se que, apesar do alto custo, o sistema se paga em poucos anos e a partir disso, o consumidor não tem mais gastos com o consumo de energia, sendo o mesmo considerado autossuficiente neste sentido. Além da questão econômica, a utilização de energia solar traz ainda como vantagens a redução do impacto ambiental gerado pelo consumo de energia elétrica não renovável.*

Palavras Chave: *Energia Solar. Fontes Renováveis de Energia. Custo benefício.*

Abstract. *The present work sought to analyze the cost benefit of the implantation of a photovoltaic system. For that, a research methodology was used based on a case study, in which two budgets of two buildings that used the said system were used. From the data collected in the case study it was possible to verify that the acquisition of photovoltaic systems has a high initial investment value. In the cases analyzed in this work, the values of the budgets were: R \$ 68. 479.02 for building A; and R \$ 57,536.20 for building B. However, it was observed that the implantation of the solar panels allowed the generation of solar energy, which was responsible for the reduction of the electric energy consumption in 100%. In view of this, it was concluded that, in spite of the high cost, the system is paid in a few years and from this, the consumer has no more energy consumption, being considered self-sufficient in this sense. In addition to the economic issue, the use of solar energy also has the advantages of reducing the environmental impact generated by the consumption of non-renewable electricity.*

Key words: *Solar energy. Renewable Sources of Energy. Cost benefit.*



1. Introdução

Devido à preocupação cada vez maior com o futuro ambiental do planeta, diversas pesquisas voltaram-se à utilização de fontes renováveis de energia. Dentre as diversas formas alternativas para obtenção de energia, está o aproveitamento do potencial solar. Segundo Luiz e Silva (2017), este é um mercado promissor que tem crescido constantemente, principalmente nos países desenvolvidos.

Segundo Esposito e Fuchs (2013), a energia fotovoltaica consiste na geração de corrente elétrica a partir de fótons advindos da radiação solar que incidem sobre um material semiconductor previamente purificado e dopado.

Para Silva (2015) entre os diversos benefícios obtidos com a geração de energia elétrica proveniente de fonte solar, destacam-se: sistema de compensação de energia elétrica para a microgeração e minigeração distribuída; redução no imposto de renda (para alguns projetos); condições diferenciadas de financiamento; apoio a projetos de eficiência energética (PROESCO); entre outros.

O Brasil, apesar de possuir uma localização privilegiada para a incidência de radiação solar, por estar próximo à linha do Equador, possui poucos projetos para a utilização desse recurso natural quando comparado a países como Alemanha, China e Austrália (KELMAN, 2008). Isto se deve à falta de recursos e financiamentos do governo nessa área.

Ainda segundo Kelman (2008), no Brasil a energia fotovoltaica apresenta-se como uma solução vantajosa para pequenas comunidades do Norte e Nordeste. Para Shayani (2006), a implantação de um sistema para obtenção desse tipo de energia pode custar até cinquenta vezes o valor de uma pequena central elétrica. No entanto, a economia gerada no consumo de energia elétrica ao longo dos anos é bem superior ao investimento inicial.

Um dos principais empecilhos para o aumento da utilização de painéis fotovoltaicos em unidades consumidoras residenciais e comerciais de pequeno porte no Brasil é o alto investimento inicial, que é mais elevado principalmente, na confecção da infraestrutura de geração (NASCIMENTO, 2018).

Diante desse contexto, o presente trabalho buscará contribuir com a comunidade científica, demonstrando o custo benefício advindo da utilização de um sistema de obtenção de energia através de placas fotovoltaicas. Para tanto, serão descritos dois casos reais de clientes que optaram pela implantação desse sistema na cidade de Altamira - PA.

2. Uso da energia solar no Brasil

A crescente procura pela diversificação da matriz energética brasileira é motivada por dois principais fatores. O primeiro é devido às recentes crises de abastecimento das hidrelétricas por causa da diminuição das chuvas, principalmente no Estado de São Paulo, o que levou a redução da energia gerada por esse sistema. Este fato ocasionou à necessidade da utilização de termelétricas, aumentando dessa forma, significativamente, o preço da energia. O segundo fator é gerado pela necessidade de buscar fontes renováveis que contribuam para o desenvolvimento sustentável do planeta (ALMEIDA et al., 2016). Diante deste cenário, a energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma tecnologia em constante avanço, no Brasil e no mundo.

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007).



De acordo com Nascimento (2018), a região Nordeste do Brasil tem níveis de radiação solar que se equiparam aos países com a maior fonte de recurso solar do mundo. O índice diário de incidência solar nesta localidade varia entre 4,5 kWh/m² a 6,3 kWh/m². Tomasella (2005) afirma que, de modo geral, 26% da radiação solar atinge a superfície terrestre de forma difundida, ou espalha-se pela superfície, enquanto que 25% incide de forma direta na região do Equador.

A utilização de fonte solar para geração de energia elétrica proporciona diversos benefícios. Do ponto de vista elétrico têm-se: diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. No véis ambiental e socioeconômico têm-se: aumento da geração de empregos locais, aumento da arrecadação e de investimentos (ABSOLAR, 2016).

Apesar de todos os benefícios citados anteriormente da utilização do sistema de energia fotovoltaica, para que o investidor possa aderir a essa fonte renovável, é necessário ter certeza de que este tipo de empreendimento lhe proporcionará rentabilidade. Por isso, é de grande importância à realização de um estudo aprofundado envolvendo as variáveis do mercado para definir a tomada de decisão mais coerente e precisa. Dessa forma, o presente estudo torna-se justificável, uma vez que buscará, através de exemplos práticos, demonstrar a viabilidade técnica e econômica da instalação de um sistema de obtenção elétrica através de placas fotovoltaicas.

2.1. Energia fotovoltaica

Segundo Kemerich *et al.*, (2016) a energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores. Esse fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico.

O físico francês Edmund Becquerel, em 1839, foi a primeira pessoa a observar o efeito fotovoltaico. Ele notou o aparecimento de uma tensão entre os eletrodos de solução condutora, quando esta era iluminada pela luz solar (NASCIMENTO, 2018).

Para Cresesb (2006), atualmente as células fotovoltaicas são fabricadas, na sua grande maioria, usando o silício (Si), podendo também ser constituídas de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo.

Quando a luz solar atinge uma célula fotovoltaica, uma pequena corrente elétrica é formada e posteriormente recolhida por fios ligados à célula e transferida para os demais componentes do sistema. Sendo assim, quanto mais células fotovoltaicas são ligadas em série ou em paralelo, maior a corrente e tensão produzidas (PEREIRA *et al.*, 2006).

2.2. Painel solar fotovoltaico

Segundo Pereira; Oliveira (2011) os painéis solares, também conhecidos como módulos, são os principais componentes do sistema fotovoltaico de geração de energia. Estas estruturas são formadas por um conjunto de células fotovoltaicas associadas, eletricamente, em série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes determinadas em projeto. O conjunto destes módulos é chamado de gerador fotovoltaico e constitui a primeira parte do sistema, sendo responsável pelo processo de captação e irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica. A Figura 1, a seguir, representa um diagrama elétrico de um sistema fotovoltaico.

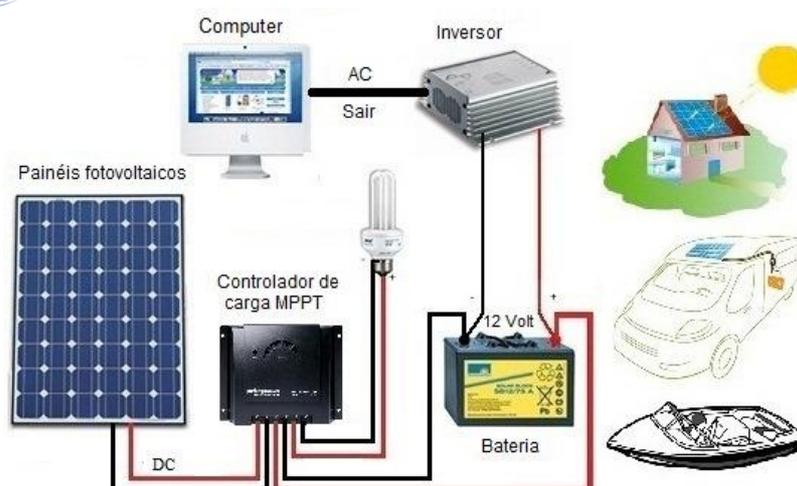


Figura 1. Diagrama elétrico fotovoltaico sistema on grid. (KEMERICH et al., 2016)

Hoje em dia encontram-se disponíveis no mercado vários tipos de módulos solares, podendo ser rígidos ou flexíveis, de acordo com o tipo de célula empregada (PINHO; GALDINO, 2014).

Quanto à fabricação dos painéis, Pinho; Galdino (2014) destacam que há grandes incentivos fiscais e ambientais da parte do governo nesta área. Com isso, o aumento da produção destes componentes reduziu os custos para a efetivação do sistema.

3. Materiais e métodos

Este estudo fez uso de uma metodologia baseada em estudo de caso. Para Gil (2010) “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”. Para se discutir o Método do Estudo de Caso três aspectos devem ser considerados: a natureza da experiência, enquanto fenômeno a ser investigado, o conhecimento que se pretende alcançar e a possibilidade de generalização de estudos a partir do método. A pesquisa foi dividida em três etapas, conforme mostrado no fluxograma na Figura 2.

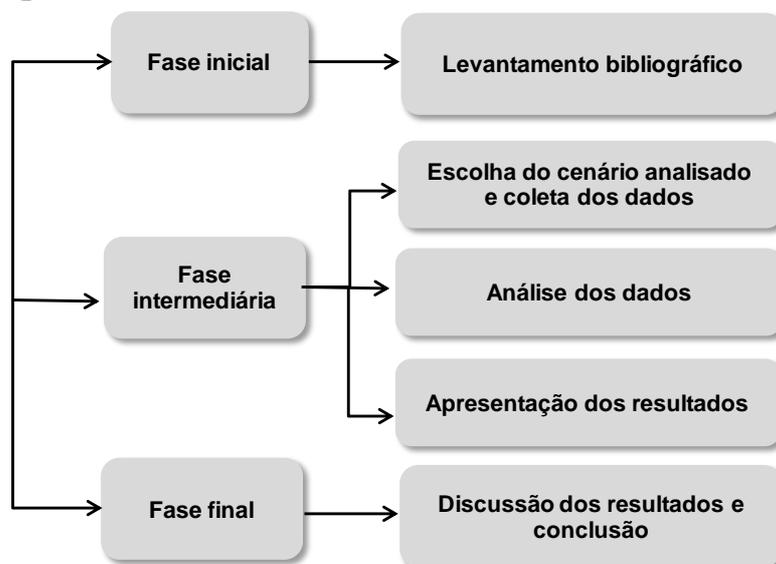


Figura 2. Fluxograma da estruturação da pesquisa

3.2. Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado com base nos dados coletados pela autora desta pesquisa em seu local de trabalho, o qual é uma empresa que realiza vendas de sistemas de placas fotovoltaicas. A coleta de dados teve duração de seis meses, iniciando-se em maio de 2018 e terminado em novembro do mesmo ano. Foram selecionados dois orçamentos de duas edificações, localizadas no município de Altamira-PA (edificação A e edificação B), onde foram implantadas as placas solares.

A pesquisa buscou demonstrar de que forma ocorre a instalação do sistema fotovoltaico, suas vantagens e desvantagens e qual o custo benefício da utilização desta tecnologia.

A administração da empresa, que realiza as vendas dos painéis solares, forneceu informações de como funciona o seu sistema de atendimento ao cliente, que esta estruturado conforme o fluxograma apresentado na Figura 3.

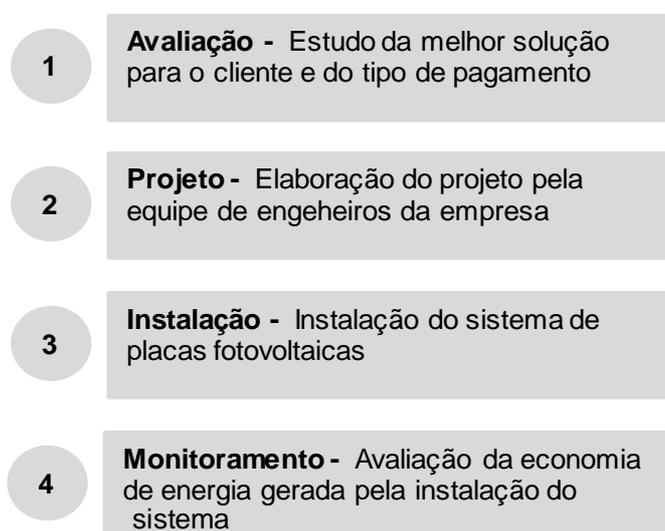


Figura 3. Fluxograma do processo de atendimento ao cliente

3.3. Descrição do processo de implantação do sistema fotovoltaico

Neste tópico será descrito como funciona o processo de instalação das placas fotovoltaicas em uma edificação. O passo a passo será descrito através de imagens obtidas *in loco*.

Conforme entrevista realizada com os engenheiros da empresa, o processo para colocação dos painéis solares inicia-se da seguinte maneira: primeiramente é verificado se o telhado do cliente não apresenta nenhum tipo de danificação que possa prejudicar o funcionamento das placas (Figura 4a). É essencial que o local escolhido para a instalação não apresente sombras, já que esta é prejudicial para a geração de energia fotovoltaica.

Após a escolha do local, as placas são instaladas acima das estruturas do telhado e parafusadas (Figura 4b, 4c e 4d). Posteriormente é feita a colocação da fiação elétrica do sistema que será interligado ao equipamento "sting-box" (Figura 5), o qual é um inversor que fará a conversão da anergia solar em energia elétrica.

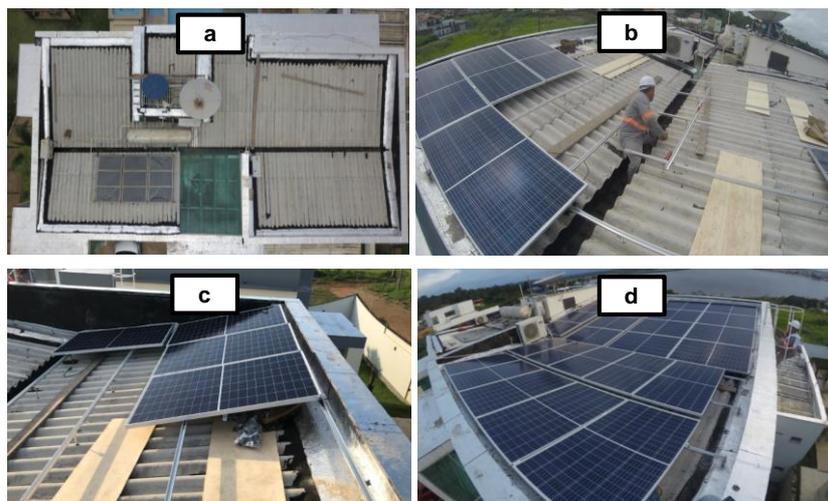


Figura 4. Passo a passo da instalação dos painéis solares



Figura 5. Conversor de energia "sting-box"

Ao lado do medidor de energia é colocada uma placa para indicar que o cliente gera sua própria energia, conforme ilustrado na Figura 6. Depois da instalação finalizada é colocado um aplicativo no celular do cliente para que ele possa ficar monitorando sua geração de energia. O sistema completo instalado está ilustrado na Figura 7.



Figura 6. Placa de identificação de geração de energia solar



Figura 7. Sistema fotovoltaico completo instalado

4. Resultados obtidos

4.1. Orçamento - edificação A

O primeiro orçamento descrito aqui é referente a uma edificação que está localizada na Avenida Brigadeiro Eduardo Gomes, 3687 – Jardim Independente II - Altamira – PA. Trata-se de uma residência que é utilizada como escritório para uma empresa de decorações e presentes.

A avaliação inicial do empreendimento para a realização do orçamento foi feita e os dados coletados estão descritos na Tabela 1. Pode-se observar que: o consumo em kwh/mês durante os últimos 12 meses da edificação girou em torno de 1.800. O valor da tarifa de energia elétrica, que é fornecida pela central de distribuição equivale ao valor de R\$ 0,90 por kwh, ou seja, em 1 ano os donos da edificação gastavam o valor de R\$ 22. 269, 61 com o consumo de energia.

Tabela 1. Orçamento para obtenção do sistema fotovoltaico completo

CONSUMO KWH/MÊS (Últimos 12 meses)	INSTALAÇÃO EM TELHADO	CIDADE ESTADO	TARIFA MÉDIA POR KWH	DISTRIBUIDORA
1.800,00	Telha Fibrocimento (verificar)	Altamira PA	R\$ 0,90	Centrais Elétricas do Pará S/A.

DADOS DO SISTEMA (instalação residencial)

PAINÉIS	POTÊNCIA TOTAL	INVERSOR/MARCA	ÁREA ESTIMADA	TENSÃO
52 x 330 Wp Canadian Solar	17,16 kw	1 x Fronius	104 m ²	127/220 V

VALOR INICIAL DO INVESTIMENTO R\$ 76.087,80

Desconto (10%) R\$ 7.608,78

VALOR FINAL R\$ 68.479,02

Como pode ser observado na Tabela 1, o valor do investimento inicial para obtenção do sistema de geração de energia solar foi estimado em um total de R\$68. 479,02. Este valor pode ser recuperado em 3 anos.

Com base nos valores do orçamento do sistema foi feita uma estimativa para saber em quanto tempo seria possível obter o retorno do investimento feito no sistema. Verificou-se que, conforme mostra a Tabela 2, o retorno financeiro seria obtido a partir do 3º ano de implantação das placas.

Tabela 2. Dados do dimensionamento e da previsão de retorno financeiro

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR DA CIDADE DE		ALTAMIRA	
* Geração anual de:		24.744,02	kWh
* Sistema fotovoltaica com uma potência de		17,16	kWp
DETALHES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Quantidade de placas solares:	52	330	w
Potência instalada:	17,16		KWp
Geração (kWh/ano):	24.744,02		kWh
Inclinação prevista:	15		
Área utilizada se for teto inclinado:	104		m ²
Orientação ideal:	Norte		
SEU RETORNO DE INVESTIMENTO (PAYBACK) SERÁ DE:	3 Anos		

Para instalação do sistema completo seria necessário à implantação de 52 placas solares em uma área de telhado de 104 m², com potência, cada uma, de 330 w/h. Em um ano seria gerada uma potencia de 24.774,02 Kw/p. A geração de energia seria suficiente para proporcionar uma economia de R\$ 22.270,00 em 1 ano. Na Tabela 3 pode-se verificar os valores de poupança que seriam obtidos nos anos posteriores à compra do sistema até o décimo ano.

Tabela 3. Dados do dimensionamento e da previsão de retorno financeiro

Ano	Poupança acumulada gerada pela economia financeira da energia fotovoltaica e remunerada a 100% do CDI	Valor do investimento	Saldo - Retorno do investimento
1	R\$ 22.270,00	R\$ 68.479,00	R\$ 46.209,41
2	R\$ 49.048,00		R\$ 19.431,08
3	R\$ 81.019.621		R\$ 12.540,60
4	R\$ 118.961.749		R\$ 50.482,73
5	R\$ 163.755.513		R\$ 95.276,49
6	R\$ 216.399.340		R\$ 147.920,32
7	R\$ 278.023.597		R\$ 209.444,58
8	R\$ 349.907.074		R\$ 281.428,05
9	R\$ 433.495.450		R\$ 365.016,43
10	R\$ 530.421.981		R\$ 461.942,96

4.2. Orçamento - edificação B

A edificação referente ao segundo orçamento analisado neste trabalho fica localizada na Avenida Florianópolis, número 95 – Alberto Soares - Altamira – PA. Trata-se de uma edificação empresarial que possui um consumo de 1582,75 kwh/mês durante os últimos 12 meses antes da instalação do sistema fotovoltaico.

O valor da tarifa de energia elétrica neste caso equivale ao valor de R\$ 0,89 por kwh. Durante 1 ano o valor gasto com o consumo de energia elétrica equivale a R\$ 13.251,00 como pode ser observado na Tabela 4, a qual mostra ainda que, o valor do investimento inicial para obtenção do sistema de geração de energia solar foi estimado em um total de R\$ 57.536,20.

Tabela 4. Orçamento para obtenção do sistema fotovoltaico completo

CONSUMO KWH/MÊS (Últimos 12 meses)	INSTALAÇÃO EM TELHADO	CIDADE ESTADO	TARIFA MÉDIA POR KWH	DISTRIBUIDORA
1582,75	Telha Fibrocimento (verificar)	Altamira PA	R\$ 0,89	Centrais Elétricas do Pará S/A.

DADOS DO SISTEMA

PAINÉIS	POTÊNCIA TOTAL	INVERSOS/MARCA	ÁREA ESTIMADA	TENSÃO
40 x 275 Wp Canadian Solar	11,00 kwp	1 x Fronius	80 m ²	127/220 V

VALOR DO INVESTIMENTO R\$ 57.536,20

Com base nos valores do orçamento do sistema foi feita uma estimativa para saber em quanto tempo era possível obter o retorno financeiro do investimento feito na compra das placas solares. Verificou-se que, conforme mostrado na Tabela 5, o retorno financeiro seria obtido a partir do 4º ano de implantação das placas.

Tabela 5. Orçamento para obtenção do sistema fotovoltaico completo

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR DA CIDADE DE	ALTAMIRA		
* Geração anual de:	14.889,20	kWh	
* Sistema fotovoltaica com uma potência de	11	kWp	
DETALHES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Quantidade de placas solares:	40	275	w
Potência instalada:	11		KWp
Geração (kWh/ano):	14.889,20		kWh
Inclinação prevista:	15		
Área utilizada se for teto inclinado:	80		m ²
Orientação ideal:	Norte		
SEU RETORNO DE INVESTIMENTO (PAYBACK) SERÁ DE:	4 Anos		

Para instalação do sistema completo seria necessário à implantação de 40 placas solares em uma área de telhado de 80 m², com potência, cada uma, de 275 w/h. Em um ano seria gerada uma potencia de 24.774,02 Kw/p. A geração de energia seria suficiente para proporcionar uma economia de R\$ 13.351,00 em 1 ano. Na Tabela 6 pode-se verificar os



valores de poupança que seriam obtidos nos anos posteriores à compra do sistema até o décimo ano.

Tabela 6. Orçamento para obtenção do sistema fotovoltaico completo

Ano	Poupança acumulada gerada pela economia financeira da energia fotovoltaica e remunerada a 100% do CDI	Valor do investimento	Saldo - Retorno do investimento
1	R\$ 13.251,00	R\$ 57.536	-R\$ 44.284,81
2	R\$ 29.186,00		-R\$ 28.350,54
3	R\$ 48.210,206		-R\$ 9.325,99
4	R\$ 70.786,426		R\$ 13.251,23
5	R\$ 97.441,668		R\$ 39.905,47
6	R\$ 128.767,040		R\$ 71.230,84
7	R\$ 165.436,160		R\$ 107.899,96
8	R\$ 208.209,962		R\$ 150.673,76
9	R\$ 257.948,689		R\$ 200.412,49
10	R\$ 315.624,200		R\$ 258.088,00

4.3. Análise crítica

Como pode ser observado a partir dos dois orçamentos apresentados nesta pesquisa, verificou-se que o uso de energia alternativa é uma grande oportunidade para o consumidor reduzir seus gastos com o consumo de energia. Apesar do sistema de placas fotovoltaicas exigir um alto investimento inicial, com o decorrer dos anos, o valor inicial gasto com o sistema é retomado devido à redução dos gastos com energia elétrica, proporcionado pela geração de energia solar.

Em relação à vida útil dos equipamentos, segundo especificações do fabricante dos painéis analisados nesta pesquisa, a garantia de desempenho desse produto, funcionando com 80% de sua eficiência, é de 25 anos, em média. Em relação às baterias utilizadas no sistema para armazenar energia. Estas peças tem uma vida útil média de 10 anos. Seu valor varia muito, dependendo do tipo, modelo e potencia. Com o aquecimento do mercado fotovoltaico do Brasil, tem aumentado o número de empresas especializadas neste ramo. Com isso, torna-se mais fácil ter acesso a peças de reposição, caso haja algum problema com sua célula fotovoltaica ou com as baterias do sistema.

Vários trabalhos já foram desenvolvidos em busca de demonstrar o potencial energético e econômico da utilização de sistema fotovoltaico. Para Luiz e Silva (2017), os painéis solares têm programas de financiamento de compra e instalação recomendados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Para pessoa física há o BB Crédito Material de Construção (Banco do Brasil, financiamento de até R\$ 50.000,00) e Construcard Caixa (CAIXA possui prazos flexíveis de até 240 meses). Para pessoa jurídica existe o Programa de Financiamento à Sustentabilidade Ambiental (Banco Nordeste do Brasil) e Financiamento de Empreendimentos Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES.

Ainda segundo os autores citados acima, apesar da grande proliferação do número de empresas no setor fotovoltaico, ainda existe uma deficiência de mão de obra disponível no mercado, além de pouca experiência das empresas que trabalham neste setor. Estes são fatores que geram dificuldade na execução dos projetos.



Por outro lado, o Serviço Nacional de Aprendizagem Nacional - SENAI disponibiliza cursos de Instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica, com carga horária de 72 horas. O Portal Solar também oferece cursos pagos sobre a venda, aplicação, normas e projetos, que variam de 8 a 18 horas (LUIZ; SILVA, 2017). Isto é um avanço que pode beneficiar a difusão da aplicação dos sistemas de geração de energia solar no Brasil.

O Brasil possui aproximadamente 77 milhões de unidades consumidoras de energia elétrica, sendo que apenas 0,01% das unidades consumidoras, ou seja, uma a cada dez mil possui placas solares. Comparando estes números com países como Austrália, onde uma a cada cinco residências possui este sistema, verifica-se o quanto o Brasil ainda precisa avançar (NASCIMENTO, 2018). Segundo previsão da SOLIENS (2014), em 2023, no Brasil, a tecnologia de geração solar terá maior maturidade e menor custo, proporcionando que, 0,33% do consumo residencial e 0,33% do consumo comercial sejam atendidos por sistemas fotovoltaicos.

5. Conclusão

Os objetivos deste trabalho foram alcançados, já que, a partir do desenvolvimento desta pesquisa foi possível verificar quais as vantagens e desvantagens da implantação de um sistema fotovoltaico. Observou-se, a partir da análise realizada em dois orçamentos de edificações, as quais tiveram o referido sistema implantado, que a instalação das placas solares, apesar de possuir um alto valor de investimento inicial, com o passar dos anos possibilita uma economia de 100% dos gastos com o consumo de energia elétrica.

O primeiro orçamento analisado neste trabalho mostrou que a partir do terceiro ano após a obtenção do sistema fotovoltaico, o valor do investimento inicial já seria retomado devido à economia obtida com a geração de energia solar. No segundo orçamento esse retorno ocorre a partir do quarto ano.

Outras vantagens advindas do sistema fotovoltaico que foram observadas nesta pesquisa foram: rápida instalação das placas solares, sem a necessidade de manutenções periódicas. Em média, a instalação residencial pode ser feita durante 2 ou 3 dias.

Além da economia financeira obtida com a geração de energia solar, a obtenção do sistema fotovoltaico ainda tem como vantagens a geração de energia renovável, sem emissão de ruídos e sem emissão de gases poluentes. Esses fatores contribuem para redução do impacto ambiental.

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão de acordo com o que foi encontrado por autores como: Hubner (2016); Kemerich *et al.*, (2016); Nascimento (2018); Luiz e Silva (2017). Estes autores afirmam que a energia solar destaca-se por possibilitar a geração de energia de forma limpa e descentralizada. Esse sistema cresce gradativamente, o que proporciona um aumento pela demanda e a redução nos custos de aquisição e de instalação do mesmo.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. ABSOLAR. (2016) "Geração distribuída solar fotovoltaica", Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE, Rio de Janeiro.

Almeida, E., Rosa, A., Dias, F., Braz, K., Lana, L., Santo, O., Sacramento, T. (2016) "**Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**", Artigo científico, in: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>, Outubro.



CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. CRESESB. (2006) "Energia Solar: Princípios e Aplicações" Tutorial Solar.

Espósito, A. S. e Fuchs, P. G. (2013) "**Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**". Revista do BNDES, v. 40, dez/2013, pp. 85-114.

Gil, A. C. (2010) "**Como Elaborar Projetos de Pesquisa**", 5ª ed. São Paulo: Atlas.

Hubner, L. B. A. S. (2016) "**Viabilidade financeira da instalação de um sistema fotovoltaico**", Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdades Integradas Machado de Assis. Santa Rosa.

Imhoff, J. (2007) "**Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos**", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

Luiz, B. S. e Silva, T. S. (2017) "**Energia fotovoltaica: um retrato da realidade brasileira**", Artigo Científico in: INOVAE - ISSN: 2357-7797, São Paulo, Vol.5, N.2, JUL-DEZ, 2017 - p. 26-40.

Kelman J. (2008) "**Atlas de energia elétrica do Brasil**", Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>, Outubro.

Kemerich, P. D. C., Flores, C. E. B., Borba, W. F., Silveira, R. B., França, J. R., Levandoski, N. (2016) "**Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**", Artigo científico, in: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v.20, n. 1, jan.-abr, p. 241-247 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM ISSN: 22361170.

Nascimento C. A. (2018) "**Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**", Artigo científico, in: http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf, Outubro.

Pereira, E. B., Martins, F. R., Abreu, S. L., Ruther, R. (2006) "Atlas brasileiro de energia solar", São José dos Campos: INPE, p.60.

Pereira, F. e Oliveira, M. (2011) "**Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**", Porto: Publindústria.

Pinho, J. e Galdino, M. (2014) "**Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**", Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb.

Shayani, R. A. (2006) "**Medição do rendimento global de um sistema fotovoltaico isolado utilizando módulos de 32 células**", Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Brasília-DF.

Silva, R. M. (2015) "**Energia solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**", Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166).

SOLIENS. (2014) "**Empresa de design, instalação e monitoramento de sistemas de energia fotovoltaica**", Belo Horizonte, In: <https://www.soliens.com.br/>, Abril.

Tomasella J. R. L. (2005) "**Balanco de energia**", Artigo científico, in: http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/11.08.11.40/doc/01_Balan%20de_energia.pdf?metadataarepository=sid.inpe.br/iris@1915/2005/11.08.11.40.08&mirror=cptec.inpe.br/walmeida/2003/04.25.17.13, Março.