

ESTUDO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA PARA A POUSADA NOSSO LAR UTILIZANDO TÉCNICAS DE VIABILIDADE FINANCEIRAS

Resumo

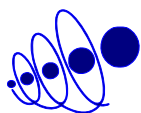
Buscar fontes de energias renováveis que sejam provenientes do sol e que esteja financeiramente viável são objetivos cada vez mais convenientes para uma fonte de energia alternativa. Desta forma, com o objetivo de reduzir a oscilação de energia com a aplicação de um sistema alternativo de energia economicamente viável, comparando duas fontes de energia proveniente da luz solar que possam suprir à demanda de energia elétrica a pousada Nosso Lar, são demonstradas no desenvolvimento dessa pesquisa. Verificou-se que utilizando as metodologias de análise financeiras, tais como: *payback*, taxa interna de retorno e valor presente líquido demonstraram que o sistema de energia fotovoltaico *GRID TIE* como fonte de energia alternativa, apresenta melhores fatores de viabilidade técnica financeira para ser utilizado a fim de suprir a demanda de energia elétrica da Pousada Nosso Lar, melhorando e otimizando os serviços prestados pela mesma.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Energia Solar; Viabilidade Financeira.

Abstract

Search sources of renewable energy from the sun that are financially viable are increasingly desirable targets for an alternative energy source. Thus, in order to reduce the energy oscillation with the application of an alternative system of economically viable energy, comparing two sources of energy from sunlight that can supply the demand for electricity to the Pousada Nosso Lar, are demonstrated in the development this research. It was verified that using financial analysis methodologies, such as: *payback*, internal rate of return and net present value, demonstrated that the GRID TIE photovoltaic energy system as an alternative energy source presents better technical feasibility factors for financial utilization purpose of supplying the demand of electric energy of Pousada Nosso Lar, improving and optimizing the services provided by it.

Keywords: Sustainability; Solar energy; Financial Viability.



1 Introdução

As fontes de energias renováveis trazem possibilidades atuais para as empresas, visando o bem estar empresarial na atualidade. Soluções sustentáveis são maneiras pelas quais corporações maximizam a lucratividade e ao mesmo tempo tornam-se estratégicas sustentáveis através de fontes de energias alternativas e possibilitam reduzir o problema de oscilação de energia com sustentabilidade e seus conceitos (ALMEIDA, 2002).

Ainda Almeida (2002) apresenta que problemas com oscilação de energia podem provocar distúrbios elétricos de alimentação aos consumidores causando mau funcionamento dos equipamentos, baixo rendimento e ainda podem provocar danos variados aos consumidores e perdas financeiras. O objetivo do trabalho consiste em investigar uma solução sustentável através de uma fonte de energia alternativa para o problema de oscilação de energia na pousada Nosso Lar, a fim de melhorar e propor maior conforto a seus clientes e poder oferecer maior autonomia energética para a pousada.

Entre as Fontes de Energia Renováveis (FER), o trabalho apresenta uma comparação entre a fonte alternativa de Energia Solar Térmica e a Energia Fotovoltaica *GRID-TIE*, levando em consideração a viabilidade financeira que cada modelo possa apresentar, através da utilização dos métodos de análise financeira: *payback*, Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL). Dessa forma, deseja-se entre as mesmas, encontrar uma fonte de energia alternativa que possa oferecer a melhor viabilidade financeira para a pousada.

2 Energia solar

Os sistemas que são provenientes da energia solar não poluem e são bastante adequados para a integração no meio urbano, uma vez que podem ser aplicados de diversas formas (VILLALVA, 2015). Os modelos de fontes de energias apresentados na Figura 1, a seguir, representam os modelos de fontes de energias renováveis fotovoltaica e solar térmica.



a. Solar Fotovoltaico



b. Solar térmico

Figura 1. Fontes de Energia Renováveis.

Fonte: Villalva, 2017.

Em Villalva (2015) explica que esse fenômeno físico de geração de energia proveniente da irradiação solar somente, ocorre quando a luz ou a radiação eletromagnética do sol incide sobre uma célula ou painel solar, composta de materiais semicondutores. A energia solar pode ser utilizada para a geração de energia elétrica através do sistema com painéis fotovoltaicos, ou térmico para aquecimento de água, através de um sistema solar térmico (ANNEL, 2002).

No modelo do sistema fotovoltaico *GRID TIE*, toda a energia absorvida será colocada à disposição da rede elétrica da concessionária de energia, sua principal vantagem está na redução do custo com a conta de energia, pois se o cliente produzir mais energia do que consumir, o sistema bidirecional pode fornecer energia a concessionária de energia elétrica, e assim o cliente poderá economizar em sua fatura. A Figura 2, a seguir, apresenta a configuração do Sistema Fotovoltaico *GRID-TIE* (VILLALVA, 2015; FADIGAS, 2012).

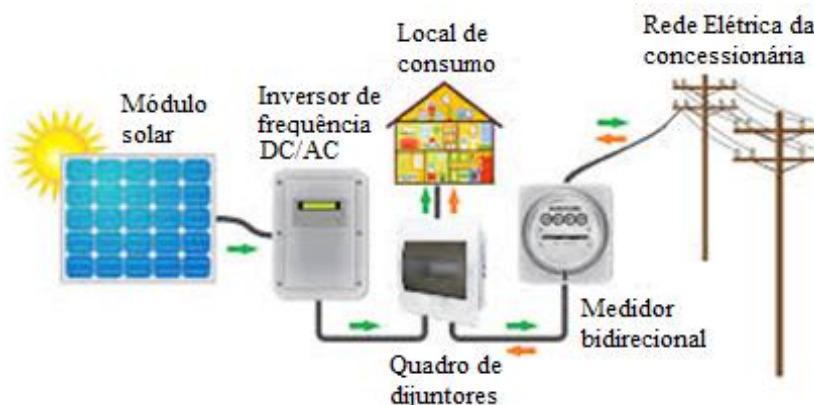
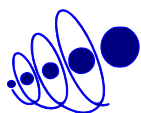


Figura 2. Componentes do Sistema *GRID-TIE*

Fonte: Balfour, 2016.

O modelo *GRID TIE* do sistema fotovoltaico está sendo cada vez mais disseminada no Brasil, em tempos de racionamento de energia em alguns estados ou na tarifação de bandeira vermelha em outros estados, a conta de luz tanto de empresas quanto de residências tem sofrido alteração, e isso impacta diretamente no bolso do consumidor. A tabela 1 apresenta os componentes e sua respectiva função no sistema fotovoltaico *GRID TIE* (BALFOUR, 2016).

Características Técnicas do Sistema Fotovoltaico.

Componente	Função
Painel Solar	Capta luz solar. Transforma energia solar em eletricidade.
Inversor	Transforma a eletricidade produzida pelo painel em corrente elétrica tradicional (110 / 220 volts).
Controlador de Carga	Estabilizar e controlar o fluxo de cargas produzidas
Cabeamentos	Dão suporte a instalação e produção da energia como um todo.
Sistema de Monitoramento	Serve para “cuidar” do desempenho do sistema, alertando sobre falhas, etc.
String Box	Proteger o sistema em caso de descargas elétricas.

Tabela 1. Características dos Componentes do Sistema *GRID-TIE*.

Fonte: Balfour, 2016.

No sistema solar térmico a energia térmica consiste no aquecimento de um fluido de trabalho através da conversão da radiação do sol em energia térmica (CARVALHO et al., 2015; ZILES, 2012).

O sistema de aquecimento é dividido em três subsistemas básicos, são eles:

- ✓ A captação: composto pelos coletores solares por onde circula o fluido a ser aquecido. Sua função é captar a luminosidade dos raios solares e converter em calor. No Brasil, o fluido de trabalho mais utilizado é a água;
- ✓ O armazenamento: composto pelo reservatório térmico (Boiler) e pelo sistema complementar de energia; Sua função é guardar a água aquecida pelo coletor solar.
- ✓ O consumo: composto por toda a distribuição hidráulica.

A Figura 3, a seguir, apresenta os subsistemas de captação, armazenamento e consumo do sistema solar térmico.

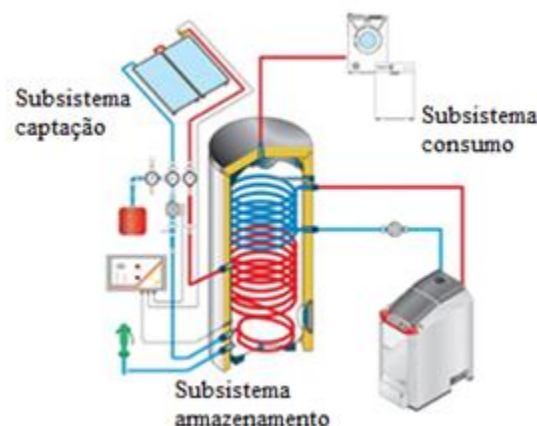
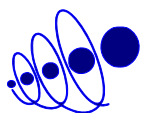


Figura 3. Componentes do Sistema Solar Térmico
Fonte: Ziles, 2009.

3 Metodologia financeira

De acordo com Machado (2004), o principal objetivo do VPL é comparar os valores na mesma data e facilitar a análise dos projetos de investimentos. Já para Wernke (2008), o método de VPL calcula o valor do investimento na data de início, com um fluxo de caixa irregular, utilizando uma taxa mínima de atratividade para calcular o valor atual. A Equação 1 é utilizada para definir o VPL, que se dispõe da seguinte maneira:

$$VPL = -I + FC \left| \frac{(1+j)^n - 1}{j(1+j)^n} \right| \quad (1)$$

Sendo;

VPL , valor presente líquido; I investimento; FC , valor retorno mensal; j , taxa de juros; n , tempo.

WERNKE (2008) afirma que a TIR pode ser calculada para definir a taxa interna de retorno, será utilizado o Excel para calcular a taxa interna de retorno. Assim, Machado (2004) apresenta que esta taxa serve para analisar o retorno gerado pelo investimento. Levando em consideração que a soma dos valores atuais das entradas do caixa, seja exatamente igual à soma dos valores atuais das saídas do caixa.

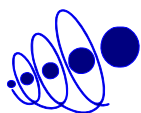
Já Groppelli (2010) afirma que, a taxa interna de retorno é uma medida de taxa de rentabilidade, como também uma taxa de desconto que torna o valor presente líquido igual à zero. A equação 2 determina o valor da taxa de rentabilidade.

$$0 = -I + \frac{FC_1}{(1+TIR)} + \frac{FC_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} \quad (2)$$

Sendo;

TIR , taxa interna de retorno; FC , valor retorno mensal; I , investimento; n , tempo.

Conforme Groppelli (2010), o *payback* se traduz no número de anos necessários para haver recuperação do investimento inicial. Sendo assim, é o período de tempo exato para a empresa recuperar o investimento inicial de um projeto e tem como vantagem dar uma noção de liquidez que determina a capacidade de converter um ativo em valor monetário. Porém, a



sua principal desvantagem, esta em que este método ignora completamente o valor do dinheiro no tempo do investimento.

O método *payback* possui dois modelos: simples e descontado, o modelo utilizado neste artigo é de *payback* descontado. A equação 3, a seguir, é utilizada para o cálculo do *payback* que se dispõe da seguinte maneira;

$$Pbd = \left| \frac{S_n}{S_n + S_{n+1}} \right| * (N + 1 - N) + N \quad (3)$$

Sendo;

Pbd , *payback* descontado; S_n , Saldo presente do último valor negativo da série; S_{n+1} , saldo presente do primeiro valor positivo da série; N , ano.

4 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho apresenta através de técnicas financeiras e energias renováveis a proposta de aplicação em um estudo de caso para a redução de oscilação de energia em estudo aplicado, explorando através da literatura as características de cada fonte de energia proposta e ainda a viabilidade econômica.

Inicialmente foi realizado um levantamento e análise dos consumidores existentes na pousada, assim, pode ser mensurado a demanda e o consumo dos mesmos. Após mensurado a demanda de consumo, pode ser realizado um orçamento para ambos os sistemas em empresas prestadoras de serviço para a implementação do sistema de energias renováveis solar da região central da cidade de Cuiabá no Mato Grosso. Dessa forma, puderam ser analisados os modelos de fontes de energias alternativas de forma comparativa utilizando técnicas de viabilidade financeira *payback*, VPL e TIR, que pudessem apresentar a fonte de energia renovável mais indicada para suprir a demanda de consumo e reduzir as oscilações ao sistema de energia. O Fluxograma 8 apresenta de forma resumida o modelo de metodologia apresentado para a realização da pesquisa.

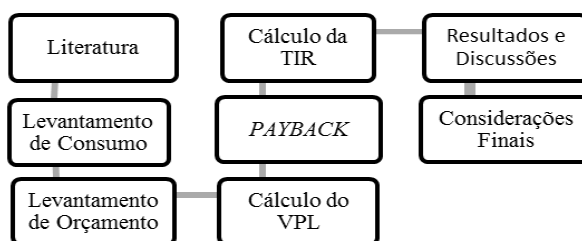
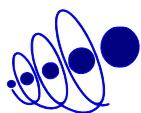


Figura 18. Fluxograma da Metodologia
Fonte: Magalhães, 2017.

5 Resultados e discussões

Para compreensão do consumo da distribuição energética da Pousada Nosso Lar, foi feito o levantamento dos equipamentos que consomem a energia dentro da pousada. Com isto, na Tabela 2, a seguir, demonstra a totalidade de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos existentes na pousada, eles são os consumidores finais da energia elétrica da pousada.

O histórico do consumo energético da pousada, na Tabela 3 a seguir, demonstra o consumo gerado entre os meses de Junho/2016 à Maio/2017. O objetivo de fazer o



levantamento do consumo é poder examinar a média anual de consumo de energia, levando em consideração que o sistema fotovoltaico trabalha com valores de kW /mês já pré-estabelecido para captação.

Descrição	Potência	Quantidade
Ar Condicionado	2,1 kW	10 unidades
Chuveiro Elétrico	4,6 kW	15 unidades
Lâmpadas	15 W	92 unidades
Geladeira	250 W	06 unidades
Freezer	200 W	05 unidades
Bebedouro Industrial	305 W	01 unidade
Bebedouro de Garrafão	90 W	01 unidade
Televisão	80 W	08 unidades
Ventilador	160 W	08 unidades
Bombas de 110 Volts	1,5 kW	03 unidades
Bombas de 220 Volts	2,0 kW	02 unidades
Refletores	300 W	04 unidades
Engenho	1,1 kW	01 unidade
Esmeril	357 W	01 unidade
Máquina de Lavar Roupa	369 W	01 unidade

Tabela 2. Distribuição dos consumidores da Pousada Nosso Lar.

Fonte: Magalhães, 2017.

MÊS/ANO	Nº LEITURA	CONSUMO (kW)	QTD DIAS	DATA LEITURA
jun/16	26204	603	32	14
jul/16	26708	504	31	15
ago/16	27124	416	32	16
set/16	27404	280	31	16
out/16	27787	383	31	17
nov/16	28237	450	30	16
dez/16	28793	556	29	15
jan/17	30344	1551	29	13
fev/17	31038	694	28	10
mar/17	32613	1575	33	15
abr/17	33201	588	29	13
mai/17	34334	1133	32	15

Tabela 3. Histórico energético de consumo.

Fonte: Magalhães, 2017

O Gráfico 1 representa o consumo médio entre os meses de Junho/2016 à Maio/2017, com base nos valores expostos na tabela 3.

Conforme demonstra o Gráfico 1, os meses de maior consumo de energia na pousada são janeiro e março, pois como cada conta equivale ao consumo do mês anterior, se justifica o consumo pelo fato do período de férias da maioria das pessoas e das datas comemorativas de: natal; réveillon e carnaval. Após registro do consumo energético do por um determinado período, foi feito uma pesquisa das empresas que prestam serviço especializado em instalação dos Sistemas: *GRID TIE* e Solar Térmico para a realização comparativa dos orçamentos para os sistemas.

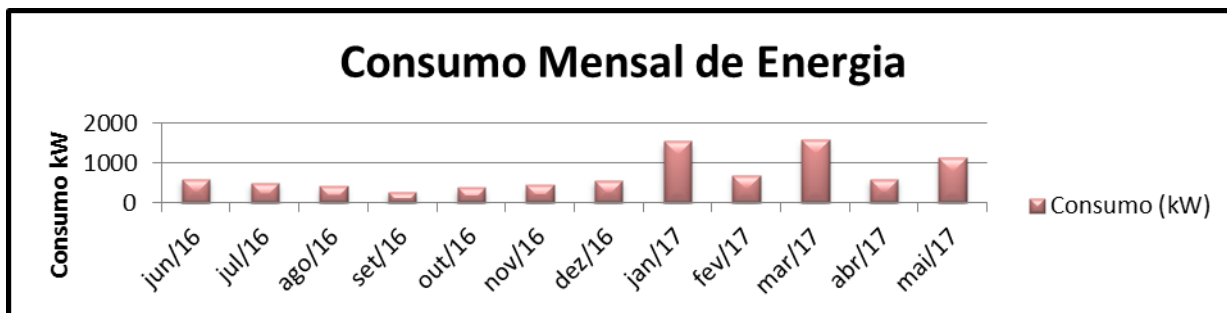
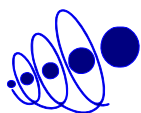


Gráfico 1. Histórico consumo energético.

Fonte: Magalhães, 2017.

Os orçamentos serão apresentados nas tabelas 4 e 5, onde os mesmos foram realizados entre os meses de abril à junho de 2017 que pudessem oferecer o valor monetário mais econômico.

O orçamento para o sistema fotovoltaico *GRI-TIE*, contido na tabela 4, enviado pela empresa Energia Total, para um consumo mensal de 750 kW (quilowatts). Este valor foi mensurado através da média anual dos últimos 12 meses de consumo da pousada de acordo com o Gráfico 1.

Descrição	Quant.
Painéis Solares <i>Canadian</i> 320W Poly Cristalino	18
Inversor Fronius Primo 5.0, INMETRO	01
Estrutura de Sustentação em aço e alumínio p/telha termo acústica	01
Proteções e segurança do sistema	Inclusa
Total da Proposta	R\$ 30.990,00

Tabela 4. Proposta orçamentária para Sistema *GRID TIE*

Fonte: Magalhães, 2017.

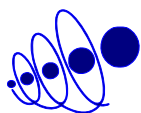
O orçamento para o sistema solar térmico enviado pela empresa HIDRAUSHOP, na tabela 5, como pode ser observado que este orçamento não consta o valor de instalação, mas em pesquisas por empresas que fazem este serviço no município de Cuiabá-MT, obtivemos um valor base de R\$ 8.074,00 reais pelo serviço a ser realizado, totalizando assim o sistema solar térmico em: R\$ 28.000,00 reais. Este orçamento foi elaborado para um consumo mensal de 4.000 mil litros de água.

Após o recebimento das propostas foi realizado a aplicação dos valores obtidos nos métodos de viabilidade financeira de acordo com as Equações 1, 2 e 3. Os resultados obtidos serão apresentados na Tabela 6 para o sistema fotovoltaico e 7 para o sistema solar térmico conforme os sistemas descritos neste artigo: fotovoltaico e solar térmico.

Descrição	Quantidade
Reservatório Térmico de Nível <i>Soletrol</i> Max Inox 1000 litros	02
Reservatório Térmico de Nível <i>Soletrol</i> Max Inox 400 litros	02
Coletor Solar <i>Soletrol</i> Max 2.00 m ² Vertical	14
Registro Misturador Solar <i>Soletrol</i>	15
Mão de Obra para Instalação dos equipamentos	R\$ 8.074,00
Total da Proposta	R\$ 28.000,00

Tabela 5. Proposta orçamentaria para o Sistema Solar Térmico

Fonte: Magalhães, 2017.



Sistema Fotovoltaico			
Tempo (anos)	Fluxo de caixa (R\$)	Valor Presente (R\$)	Saldo presente (R\$)
0	6433,20	-30.990,00	-30.000,00
1	6433,20	5.835,10	-2.4164,89
2	6433,20	5.292,61	-18.872,29
3	6433,20	4.800,55	-14.071,73
4	6433,20	4.354,24	-9.717,49
5	6433,20	3.949,47	-5.768,06
6	6433,20	3.582,25	-2.185,82
7	6433,20	3.249,20	1.063,38
8	6433,20	2.947,12	4.010,56
9	6433,20	2.673,18	6.683,63
10	6433,20	2.424,60	9.108,24
VPL	R\$ 10.317,43		
Payback Descontado	6 anos e 6 meses	Investimento	R\$ 30.990,00
TIR	17%	Taxa de Juros*	12%
*Taxa SELIC			

Tabela 6. Demonstrativo da viabilidade financeira para o Sistema GRID TIE.

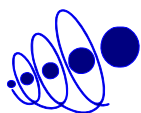
Fonte: Magalhães, 2017

A Tabela 6 demonstra os resultados envolvidos para a viabilidade financeira ao sistema fotovoltaico *GRID TIE*, os resultados apresentados são positivos, dando destaque ao *payback* com pouco mais de 6 anos de retorno ao investimento aplicado. O investimento tem valor total de 30.990 reais, que conforme os resultados poderá ter retorno em 6 anos e 6 meses, é um tempo considerável levando em consideração que um painel solar tem vida útil de aproximadamente 20 anos.

O sistema solar térmico apresenta na Tabela 7 uma boa prospecção, levando em consideração que seu tempo de retorno, *payback* descontado, são 4 meses menores que o sistema fotovoltaico apresentado na tabela 6. Os coletores solar também tem vida útil superior a 15 anos, o que torna esse investimento favorável.

No gráfico 2 apresenta a comparação da análise financeira para as fontes de energias renováveis demonstradas nas tabelas 6 e 7. Assim sendo, o gráfico 2.a apresenta a comparação do valor presente líquido entre as fontes de energia. Na Figura 2.b apresenta o *payback* descontado e no gráfico 2.c apresenta a comparação da taxa interna de retorno entre as fontes para a implementação a pousada com um modelo de fonte alternativa. Ainda, demonstra o quanto às fontes alternativas pode apresentar valores econômicos semelhantes, mesmo com divergências de características técnicas entre ambos. A comparação apresenta os resultados de: *payback*, valor presente líquido e da taxa interna de retorno.

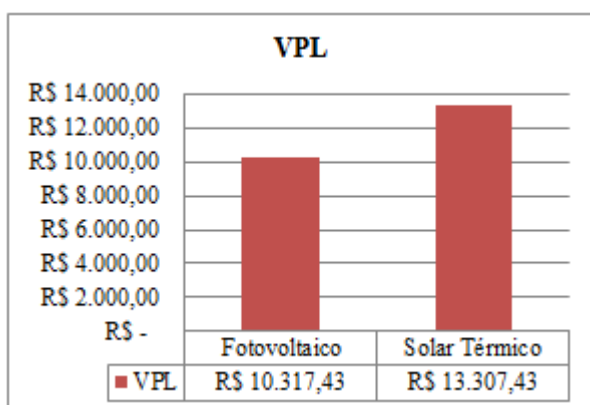
Sistema Solar Térmico			
Tempo (anos)	Fluxo de caixa (R\$)	Valor Presente (R\$)	Saldo presente (R\$)
0	6433,20	-28000	-28.000,00
1	6433,20	5835,10	-22.164,89
2	6433,20	5292,60	-16.872,28
3	6433,20	4800,55	-12.071,73
4	6433,20	4354,24	-7.717,49
5	6433,20	3949,42	-3.768,06
6	6433,20	3582,24	-185,82
7	6433,20	3249,20	3.063,38



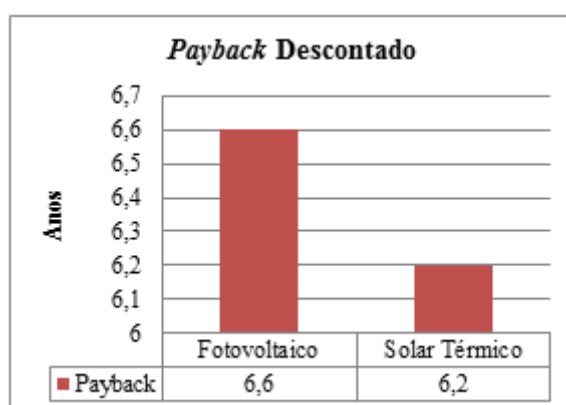
Sistema Solar Térmico			
Tempo (anos)	Fluxo de caixa (R\$)	Valor Presente (R\$)	Saldo presente (R\$)
8	6433,20	2947,12	6.010,50
9	6433,20	2673,12	8.683,63
10	6433,20	2424,60	11.108,24
VPL	R\$ 13.307,43		
Payback Descontado	6,2 meses	Investimento	R\$ 28.000,00
TIR	20%	Taxa de Juros*	12 %
*Taxa SELIC			

Tabela 7. Cálculo da viabilidade financeira para o sistema solar térmico

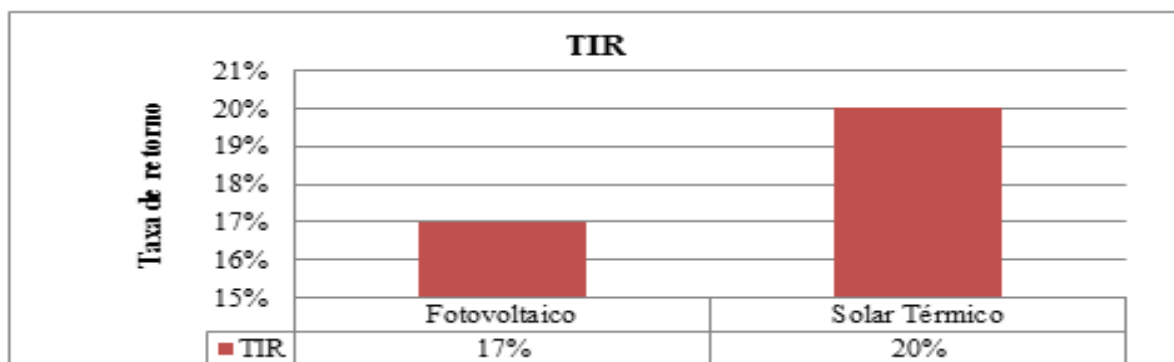
Fonte: Magalhães, 2017



a. Solar Fotovoltaico



b. Solar Fotovoltaico

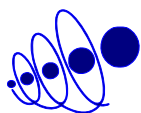


c. Solar Fotovoltaico

Gráfico 2. Demonstrativo da viabilidade financeira entre os sistemas.

Fonte: Magalhães, 2017

Os sistemas apresentam resultados favoráveis para o investimento. No entanto, levando em consideração o tempo de retorno de investimento na metodologia financeira do *payback*, o sistema solar térmico tem menor tempo de retorno apresentado. A taxa interna de retorno, entre os sistemas apresentam-se semelhantes tendo em vista que o sistema de energia térmica demonstra um resultado favorável de 3%. Observando o valor presente líquido, o sistema fotovoltaico se sobrepõe sendo 22,4% menor que o valor apresentado do sistema solar térmico. Desta forma, podemos observar que os valores são bem próximos ou parecidos.



Considerações finais

Através dos resultados apresentados pelos métodos de análise financeira aplicada, os mesmos apontam que o sistema solar térmico é o mais viável, por apresentar o valor presente líquido de 22,4% maior em comparação ao sistema fotovoltaico tornando-se mais atrativo para o investimento. Ainda em comparação, apresenta o tempo de *payback* de 4 meses menor para o retorno de investimento, significando ter um tempo de retorno ao investimento mais rápido e a taxa interna de retorno de 3% maior, situação que favorece a taxa de retorno de lucro do investimento aplicado. Concluindo, de acordo com os resultados apresentados pelos métodos financeiros o sistema solar térmico apresenta-se atrativo.

Ainda, sugere-se realizar a avaliação técnica entre os sistemas, pois os resultados apresentaram muito próximos, e o sistema solar térmico dentro da utilização para a pousada, pode apresentar vantagens para o consumo de água, sendo apenas na piscina e para os chuveiros, já o sistema fotovoltaico, por suas características técnicas, poderá abranger uma maior área de utilização do consumo de energia elétrica maior, contemplando os equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos, o que contemplará uma maior área da utilização de energia elétrica alternativa.

Referências

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. São Paulo: Nova Fronteira, 2002.

ANNEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Atlas de energia elétrica do Brasil. 2002 / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília : ANEEL, 2002. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 07 de out. de 2017.

Balfour, John. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos** / John Balfour, Michael Shaw, Nicole Bremer Nash; Tradução Luiz Claudio de Queiroz Faria; Revisão técnica Marco Aurélio dos Santos. 1ª. Ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CARVALHO, Luís; BARBOSA, Joaquim; TEIXEIRA, Tiago; CALADO, Vítor. **Manual de Instalações de Sistemas Solares Térmicos** – 2ª ed. São Paulo, SP. 2015

FADIGAS, Elaine A. F. Amaral. **Energia solar fotovoltaica: fundamentos, conversão e viabilidade técnico-econômica**. 2012. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/mod/resource-view.php?id=26978](https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=26978). Acesso em: 29 de jun. de 2017.

GROPPELLI, A. A. **Administração financeira** / A. A. Groppelli & Ehsan Nikbakht; tradução Célio Knipel Moreira; revisão técnica João Carlos Douat; colaboração especial Arthur Ridolfo – 3ª ed. – São Paulo: Saraiva, 2010.

MACHADO, José Roberto. **Administração de Finanças Empresariais** / José Roberto Machado. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

WERNKE, Rodney. **Gestão financeira: ênfase em aplicações e casos nacionais** / Rodney Wernke – Rio de Janeiro: Saraiva, 2008.

ZILES, Roberto. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica** / Roberto Ziles... [et al]; - São Paulo: Oficina de Textos, 2012. – (Coleção aplicações da energia solar fotovoltaica; 1).