

# VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE PAINÉIS SOLARES NO CONDOMÍNIO HORIZONTAL BELA VISTA: ESTUDO DE CASO

ECONOMIC VIABILITY OF THE USE OF SOLAR PANELS IN RESIDENTIAL CONDOMINIUM TERRACE BELA VISTA: CASE STUDY

GUILHERME AGUIAR COELHO<sup>1\*</sup>, RICARDO CARDOSO DE OLIVEIRA

1. Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Civil da UNINGÁ – Centro Universitário Ingá; 2. Engenheiro Químico, Doutor pela Universidade Estadual de Maringá, docente do curso de graduação em Engenharia Civil da UNINGÁ – Centro Universitário Ingá.

\* Rua Fluminense, 2157, Vila Marumby, Maringá – Paraná, Brasil, 87005-200. [guilhermeaguiarcoelho@hotmail.com](mailto:guilhermeaguiarcoelho@hotmail.com)

Recebido em 13/09/2016. Aceito para publicação em 09/11/2016

## RESUMO

Dada à situação mundial, faz-se cada vez mais necessária a utilização de fontes alternativas de energia, a busca por meios sustentáveis de energia limpa, mostra-se um novo padrão a ser seguido pela sociedade moderna. O território brasileiro possui um alto potencial na produção de energia fotovoltaica, pois apresenta grande incidência de radiação solar. Porém, a falta de conhecimento da população para com essa tecnologia, a torna receosa na adoção deste recurso, que supre a demanda de energia de determinado local, tornando a rede pública um sistema auxiliar de fornecimento em horários que não há incidência solar. Este trabalho tem a finalidade de mostrar a viabilidade econômica da implantação de um sistema gerador de energia, por meio de painéis solares no condomínio horizontal Bela Vista, localizado na cidade de Maringá-PR. Por meio de equações foi dimensionado um sistema levando-se em conta uma pesquisa da demanda de energia do condomínio Bela Vista, procedendo de entrevista com os condôminos. Usando os resultados obtidos foram avaliadas a Taxa interna de Retorno (TIR), o Valor Presente líquido (VPL) e Payback Simples para a determinação viabilidade econômica. A partir dos resultados, concluiu-se que o sistema gerador de energia solar é uma alternativa viável, podendo suprir toda a demanda de energia da residência, necessitando da rede pública apenas como um sistema auxiliar em períodos de baixa ou nenhuma incidência solar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pannel solar, energia Solar, Sustentabilidade, viabilidade econômica.

## ABSTRACT

Given the world situation, it is increasingly the use of alternative energy sources more necessary, the search for sustainable ways to clean energy, shows a new pattern to be followed by modern society. The Brazilian territory has a high potential in the production of photovoltaic energy, as it has a high incidence of solar radiation. However, the lack of knowledge of the popula-

tion towards this technology, becomes afraid in the adoption of this resource, which supplies the determined local energy demand, making public an auxiliary supply system at times that there is no sunlight. This work therefore has the purpose of showing the economic feasibility of implementing a power generation system through solar panels on the horizontal condominium Bela Vista located in the city of Maringá, State of Paraná (PR). Through equations it was scaled one system taking into account a survey of the energy demand of the Bela Vista condominium, doing interviews with the tenants. Through the results of the Internal Rate of Return (IRR), net present value (NPV) and Payback Simple, you can prepare economic feasibility. From the results, it was concluded that the solar power generator system is a viable alternative and could supply the entire energy demand of residence, requiring the public only as an auxiliary system in low periods or no sunlight.

**KEYWORDS:** Solar panel, solar energy, sustainability, economic viability.

## 1. INTRODUÇÃO

A conversão da energia solar em eletricidade é um desafio completamente novo, sendo, portanto nela focalizar atenção. A conversão por meio de células solares só tem 26 anos, o impacto singular desta nova tecnologia pode ser apreciado em se lembrar que virtualmente todas as outras invenções para a conversão de energia solar datavam do último século, ou muito antes<sup>1</sup>.

O cientista suíço Saussure<sup>2</sup>, em 1767, construiu o primeiro protótipo de coletor solar, embora apenas em 1974 este tipo de equipamento tornou-se viável no mercado mundial com a chegada da crise do petróleo, atingindo o Brasil no mesmo período. Logo após esta época houve o desenvolvimento dos recursos tecnológicos, a chamada Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT). Apesar de o território brasileiro ter um índice de radiação solar elevado e esse potencial possibilitar o crescimento do setor solar, a falta de conhecimento e informação fazem as pessoas utilizarem pouco desse recurso<sup>3</sup>.

Trabalhando com o auxílio da rede elétrica, o sistema fotovoltaico é um gerador de eletricidade que tem como combustível a energia solar. Basicamente o painel fotovoltaico, constituído de silício, gera energia em corrente contínua, passando diretamente para o inversor de frequência, que a transforma em corrente alternada e analisa os valores de voltagem e frequência da rede, para poder injetar esta energia. Em horários de pouca ou nenhuma incidência luminosa, este sistema gera menos potência que o consumido pela residência, utilizando-se da rede pública de energia para suprir a demanda, quando gera mais potência que a residência necessita, em horários de grande incidência, este excesso é passado para a rede pública de maneira automática, girando ao contrario o medidor de energia, neste momento o cliente recebe credito energético que poderá ser utilizado em até 36 meses. A agência regulamentadora responsável pela energia solar é a ANAEE<sup>4</sup>, que permite a produção e a compensação de energia elétrica por parte do consumidor, pagando uma pequena taxa referente ao transporte e acessibilidade da rede de distribuição.

Segundo Zilles (2010)<sup>5</sup>, apostar na organização setorial da cadeia produtiva de sistemas fotovoltaicos não deve ser uma ação norteada apenas pelos custos atuais de geração, mas pelo potencial de recursos disponíveis no país para produção de equipamentos e geração de empregos. Também devem ser ressaltado as condições climáticas favoráveis do Brasil e que este possui uma das maiores reservas de silício do mundo, matéria-prima utilizada na produção de componentes fotovoltaicos.

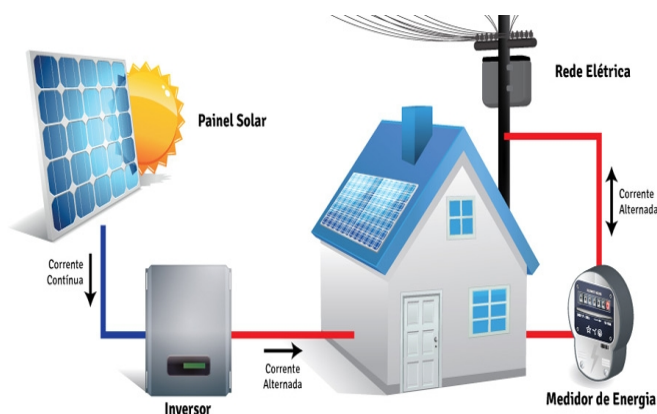
O objetivo do presente estudo foi analisar a implantação de um sistema fotovoltaico, verificando a viabilidade aplicável ao residencial Bela Vista, localizado na cidade de Maringá, no estado do Paraná. Para melhor compreensão este trabalho está dividido em quatro seções. Na seção 1 houve a introdução ao tema e suas necessidades de aplicação, a seção 2 Materiais e Métodos aplicados, especifica o plano a ser aplicado, assim como a pesquisa e os cálculos empregados. A seção 3 Resultados e discussões, apresenta todo cálculo de produção e demanda de energia elétrica, influência de temperatura no local, dimensionamento do conjunto de painéis, dimensionamento do inversor, critérios para adoção da placa, cuidados com ângulo de inclinação, sombreamento e viabilidade do sistema. Enquanto que, a seção 4 discorre a respeito da conclusão do estudo apresentado.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada neste trabalho foi por meio de estudo de caso, realizando entrevistas para coleta de dados no Condomínio Residencial Bela Vista, que está localizado na cidade de Maringá-PR. A pesquisa teve como objetivo o consumo de energia elétrica de cada residência assim como seu histórico de consumo dos últimos 12 me-

ses, outro fator também levantado em campo é a quantidade de residências ali situadas.

O questionário foi realizado de forma a se criar uma média de consumo mensal entre todos os moradores. O sistema proposto busca suprir toda demanda de energia da residência, este trabalha sem o auxílio de baterias, pois é ligada a rede como demonstrado na Figura 1.



**Figura 1.** Composição do sistema solar fotovoltaico ligado a rede. Fonte: Real Solar<sup>15</sup>

A Tabela 1 mostra as equações de cálculos utilizadas para o dimensionamento dos painéis.

**Tabela 1.** Metodologia de cálculo

Equações		
Equação 1	$E_D = E_s \times A_p \times \eta_p \times TD$	Energia produzida por um painel (KWh)
Equação 2	$N_p = \frac{E_{necessaria}}{E_M}$	Número de painéis necessários
Equação 3	$A_T = N_p \times A_p$	Área total ocupada pelos painéis (m <sup>2</sup> )
Equação 4	$P_T = N_p \times P_p$	Peso total dos painéis (Kg)
Equação 5	$V_{TS} = V_{OP} \times N_{PS}$	Tensão total da série de painéis (V)
Equação 6	$TD = \frac{E_D}{E_s \times A_p \times \eta_p}$	Taxa de desempenho (%)
Equação 7	$\Delta V = V_{TS} \times V\%$	Varição da tensão por efeito da temperatura (V)
Equação 8	$V_{corr} = V_{TS} + \Delta V$	Tensão total da série de painéis corrigida pelo efeito da temperatura (V)
Equação 9	$P_T = N_p \times P_{MAX}$	Potência total do conjunto fotovoltaico (W)

Na Tabela 1 tem-se que  $E_s$  é a energia diária recebida pelo sol em KWh/m<sup>2</sup>/dia;  $A_p$  é a Área do painel em M<sup>2</sup>;  $\eta_p$  é a eficiência de conversão do painel; TD é a taxa de desempenho do sistema em %;  $E_D$  é a energia produzida pelo sistema com um painel em KWh/dia;  $E_{necessaria}$  é a energia necessária para suprir o consumo mensal em KWh;  $E_M$  é a energia mensal produzida pelo sistema com um painel em KWh;  $N_p$  é o número de painéis necessários,  $A_T$  é a Área total ocupada pelos painéis M<sup>2</sup>;  $P_p$  é o peso de

um painel Kg;  $P_T$  é o peso total dos painéis em Kg;  $V_{TS}$  é a tensão total da série de painéis em V;  $V_{OP}$  é a tensão de um painel em V;  $N_{PS}$  é o número de painéis necessários no sistema;  $\Delta V$  é a variação por efeito do aumento da temperatura em V;  $V\%$  é a variação percentual da tensão em %; A variação da tensão por efeito da temperatura foi obtido através do  $V_{corrigido}$  que é a tensão total da série de painéis corrigida pelo efeito da temperatura V;  $P_T$  é a potência total do conjunto fotovoltaico em W;  $P_{Max}$  é a potência máxima de um painel em W.

Na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), localizada no campus da Universidade Estadual de Maringá (UEM), foram obtidos dados de temperatura e radiação solar da cidade de Maringá-PR, estes processados com auxílio do software Radiasol 2® (2015)<sup>6</sup> organizados e tabelados a partir do Excel®.

No que diz respeito as taxas de juro empregadas no presente trabalho, foi o acumulado de 12 meses até Junho de 2016 pelo Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC), o Índice Geral de Preço do mercado (IGP-M) através da Fundação Getúlio Vargas (FGV) para Taxa de Inflação e do Banco Central do Brasil (BCB) nos informando o valor da Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Os cálculos para a viabilidade foram realizados a partir da Taxa interna de retorno (TIR), Payback Simples e Valor Presente Líquido (VPL).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Demanda de eletricidade



Figura 2. Condomínio Horizontal Bela Vista – Maringá-PR Fonte: Google Maps<sup>®16</sup>

Na pesquisa foram constatadas 41 residências térreas com áreas que variam de 60 a 80m<sup>2</sup>, estas casas em alvenaria são também constituídas por telhas de cerâmica apoiadas a uma estrutura de madeira em Cambará (*Gonchnatia Polymorpha Less*).

É importante ressaltar que para o correto dimensionamento, deve-se considerar o consumo de energia elétrica mensal média dos moradores, assim como de-

monstrado na Figura 4, onde fica evidente a oscilação no consumo de energia elétrica em diferentes épocas do ano, isso se dá pelo fato do uso de aparelhos elétricos como ar condicionado e chuveiro elétrico não serem tão constantes em alguns meses, quanto em outros.

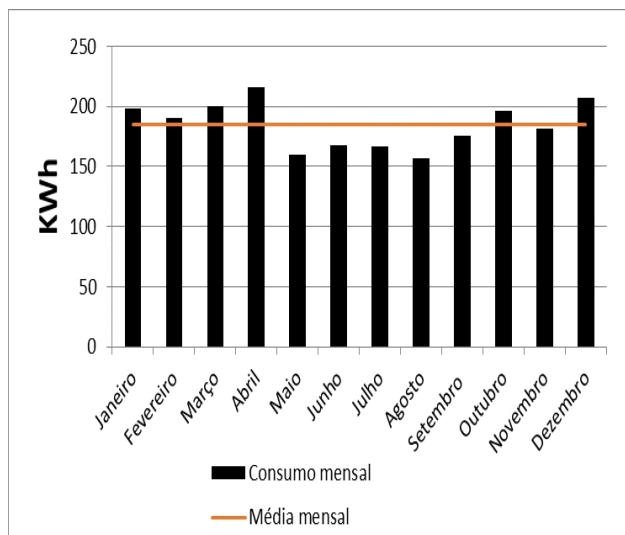


Figura 4. Média consumo de energia elétrica mensal.

Na tabela 2 estão representados os resultados médios obtidos por meio do questionário aplicados aos residentes, que leva em consideração o histórico de consumo de energia elétrica dos últimos 12 meses, estes dados foram facilmente consultados nos talões da concessionária local.

Tabela 2. Média do consumo de energia elétrica.

Resultados da entrevista	
Consumo de energia elétrica média total por residência (KWh/mês)	184,83
Consumo de energia elétrica média total das 41 residências (KWh/mês)	7.578,16

A demanda de energia será utilizada no dimensionamento do sistema, de maneira que a produção através de painéis solares trabalhe juntamente com a rede da concessionária de energia. Este se define um sistema ligado a rede (*On Grid*).

#### Radiação solar incidente

A cidade de Maringá, situada no norte do Estado do Paraná, possui coordenadas 23°27' de Latitude Sul do Equador e 51°57' de Longitude Oeste de Greenwich, sobre a linha latitudinal do Trópico de Capricórnio, apresenta altitude de 450 a 600 metros. Fundada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) como constituinte do projeto pioneiro de colonização para a região norte do Paraná em 10 de maio de 1947<sup>7</sup>.

A radiação solar será utilizada no dimensionamento do sistema de maneira que os meses com maior incidência compensem os meses pouco incidentes. Então temos uma

média como demonstrado a seguir.

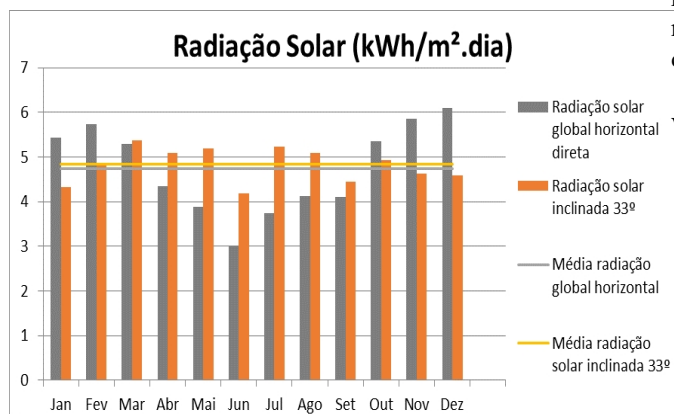


Figura 3. Incidência solar em Maringá-PR. Fonte: Radiesol 2<sup>66</sup>

A Figura 3 demonstra a relação entre radiação solar inclinada 33° onde a média é 4,82 KWh/m².dia e a horizontal direta cuja média é de 4,75 KWh/dia.

O painel solar deve ser instalado em local seguro, livre da circulação de animais e pessoas, longe de sombreamento, quanto a sua inclinação, de acordo com a ABNT 2008<sup>8</sup> quando não o for indicado pelo fabricante, este deverá estar em sua latitude acrescida de 10° e apontado para o norte geográfico. Não é recomendável instalar o painel com inclinação menor que 12°, pois passará a acumular sujeira sobre o mesmo. A premissa de ângulos segue privilegiando a produção de energia durante o inverno.

**Escolha do Painel solar**

Para iniciar o dimensionamento do sistema fotovoltaico, a priori será escolhido o módulo fotovoltaico com base em suas características como:

Tabela 3. Ficha técnica do módulo adotado.

Dados do Módulo Fotovoltaico	
Fabricante	Bosch
Modelo	M240-3BB
Tecnologia	Silício Monocristalino
Potência normal (W)	240
Perda de potência anual (%)	0,80
Área do painel (m²)	1,6434
Peso	21 Kg
Tensão de circuito aberto VOC (V)	37,4
Coefficiente de temperatura da tensão	-0,32% / °C
Classificação na ENCE	A

Fonte: Site Bosch<sup>17</sup>.

• O tipo de tecnologia que o compõe, sendo este constituído de silício Monocristalino que tem como característica um maior rendimento na produção de eletricidade e um peso relativamente baixo.

• Tensão e corrente elevadas, sistemas conectados à rede (*On grid*), necessitam de tensão e corrente maior, pois não haverá baterias para auxílio do desempenho destes, já que o consumo de energia é direto pela residência.

• Durabilidade, pois quanto mais durável maior é a viabilidade econômica do sistema.

Assim sendo, a escolha do modelo Bosch, se deu pela adequação dos itens acima citados, além de apresentar elevada potência, peso reduzido e excelente custo x benefício, características essas difíceis de serem encontradas em um mesmo produto como foi, a Tabela 3 nos demonstra os dados do modelo escolhido.

**Cálculo dos painéis**

Segundo Michels *et al.* (2009)<sup>9</sup> deve-se levar em conta a oscilação de temperatura do meio onde esta placa se encontra, pois esta terá influência direta na tensão de saída do conjunto de painéis solares.

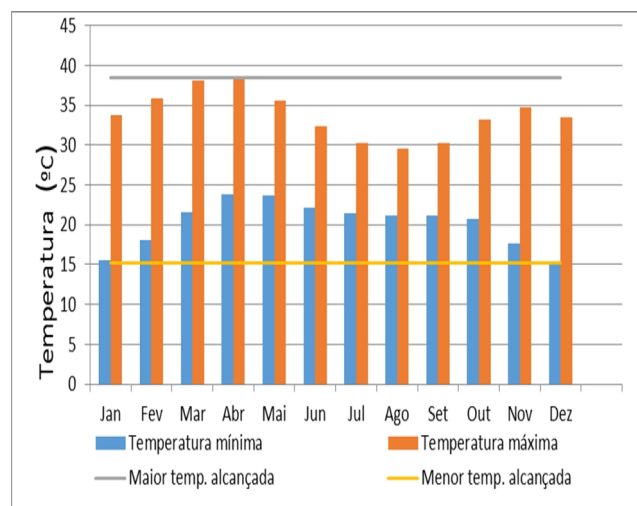


Figura 4. Temperatura mínima e máxima na cidade de Maringá-PR de 2015. Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM).

A Figura 4 demonstra as temperaturas máximas e mínimas, as quais as placas estarão submetidas na cidade de Maringá-PR. Com base na demanda de energia anteriormente citada na tabela 2, se iniciam os cálculos do sistema fotovoltaico.

Referente à Tabela 3, a eficiência do Painel é fornecida pelo fabricante, a energia diária recebida pelo sol na cidade de Maringá-PR inclinada a 33°, foi adquirida com o auxílio do Software Radiesol 2 como demonstrado na figura 3, a energia diária produzida pelo painel foi calculada através da equação 1 onde  $E_s = 4,82 \text{KWh/m}^2.\text{dia}$ ,  $A_p = 1,6434 \text{m}^2$ ,  $\eta_p = 14,6\%$ ,  $TD = 83,27\%$ , considerando que um mês tem 30 dias encontramos a energia mensal produzida por um painel, o número de módulos necessários, é o resultado da equação 2 onde  $E_{necessária} = 184,83 \text{KWh}$ ,  $E_M = 28,89$  em KWh. A área total ocupada foi obtida através da equação 3 onde  $N_p = 7$  painéis,  $A_p = 1,6434 \text{m}^2$ . O peso total



foi encontrado através da equação 4, onde  $P_p = 21\text{Kg}$ .

**Tabela 3.** Resultados dos cálculos para dimensionamento dos painéis fotovoltaicos.

Resultados dos Cálculos	
Eficiência do painel (%)	14,60
Energia diária recebida pelo sol (KWh/m <sup>2</sup> .dia)	4,82
Energia diária produzida pelo painel (KWh)	0,963
Energia mensal produzida por um painel (KWh)	28,89
Número de módulos necessários por residência	7
Área total ocupada (m <sup>2</sup> )	11,5
Peso total (Kg)	147
Taxa de desempenho (%)	83,27
Varição da tensão (%)	6
Varição da tensão por efeito da temperatura (V)	15,7

A taxa de desempenho do sistema foi encontrada através da equação 6, onde  $E_D = 0,963\text{ KWh}$ , a variação da tensão por efeito da temperatura foi obtida através da equação 7 onde  $V_{ts} = 261,8\text{V}$  e o  $V_{\%} = 6\%$  em sua maior variação de temperatura.

### Cálculo do inversor

O inversor tem como sua principal função, transformar a energia proveniente dos painéis, que chegam em corrente contínua (CC), para corrente alternada (CA), pois só em frequência alternada esta energia poderá ser utilizada nos aparelhos elétricos da residência.

**Tabela 4.** Resultados dos cálculos para a escolha do inversor

Cálculos para escolha do inversor	
Tensão total da série de painéis (V)	261,8
Tensão corrigida pelo efeito da temperatura (V)	277,5
Potência total do conjunto fotovoltaico (KW)	1,68

Os painéis geram corrente contínua fornecendo energia polarizada, passando diretamente para o inversor, sua oscilação o fará chegar a até 37,4 V quando ligado ao circuito aberto. Então, a tensão total foi obtida através da equação 5, onde tem-se  $N_{ps} = 7$  painéis e  $V_{op} = 37,4\text{ V}$  resultando por associação em série, cuja a corrente se mantém e a tensão é somada. A tensão corrigida final foi obtida por meio da equação 8, em que  $\Delta V = 15,7\text{ V}$ , e a potência total do conjunto fotovoltaico se deu pela equação 9 em que  $P_{Max}$  é fornecida pelo fabricante anteriormente citado na tabela 3 como potência normal.

### Viabilidade econômica

O *Payback* é uma maneira mais simples de cálculo de investimento, este nos resulta no tempo necessário para recuperação do capital investido em determinado projeto, para Kassai et. al (2000)<sup>10</sup>, “O *payback* é o período de recuperação de um investimento e consiste na identifica-

ção do prazo em que o montante de dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento.”

O VPL é amplamente utilizado para avaliar propostas de investimentos, pois se trata de um método mais completo que o *payback*, segundo Weston & Brigham (2000)<sup>11</sup>, O *Payback* é uma maneira mais simples de cálculo de investimento, este nos resulta no tempo necessário para recuperação do capital investido em determinado projeto, para Kassai et al. (2000)<sup>10</sup>, “O *payback* é o período de recuperação de um investimento e consiste na identificação do prazo em que o montante de dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento.”

O VPL é amplamente utilizado para avaliar propostas de investimentos, pois se trata de um método mais completo que o *payback*, segundo Weston e Gitman (2001)<sup>12</sup>, “a taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de desconto que iguala o valor presente de fluxos de entradas de caixa com o investimento inicial associado a um projeto, por conseguinte tornando o  $VPL = \$ 0$ . Na prática projetos com Taxa Interna de Retorno (TIR) maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) tem sua execução viável, enquanto que projetos com TIR menor que TMA torna-se inviável portanto deverão ser descartados.

Para Braga (1989)<sup>13</sup>, “A TIR corresponde a uma taxa de desconto que iguala o valor atual das entradas líquidas de caixa ao valor atual dos desembolsos relativos ao investimento líquido.”

Apesar das residências já possuírem medidor de energia, a substituição do mesmo torna-se necessária, pois o sistema de minigeração de energia durante o período de incidência solar, fará o medidor analógico antigo girar ao contrário, mas não contabilizará a energia excedente indo para rede da concessionária. Desta forma o medidor de energia bidirecional se mostra indispensável para viabilizar o projeto, pois este controla também o fluxo contrário.

Segundo a resolução N° 482 da ANEEL (2012)<sup>14</sup> toda a adequação da medição para implantação do novo sistema, assim como o cadastro de minigeração de energia, deverão ser custeados pelo cliente.

**Tabela 5.** Investimento inicial médio.

Materiais	Quantidade	Custo (R\$)	Custo Total (R\$)
Módulo fotovoltaico	7	R\$ 1.200,00	R\$ 8.400,00
Inversor	1	R\$ 2.527,00	R\$ 2.527,00
Material para instalação elétrica	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Kit suporte para painel	7	R\$ 150,00	R\$ 1.050,00
Medidor digital microgeração	1	R\$ 290,00	R\$ 290,00
Mão de obra e equipamentos	1	R\$ 600,00	R\$ 600,00
TOTAL			R\$ 13.067,00
TOTAL PARA 41 RESIDÊNCIAS			R\$ 535.747,00

A Tabela 5 especifica o investimento inicial do sistema, incluindo todo e qualquer serviço ou material que este venha a utilizar.

Quanto aos resultados totais referentes aos gastos do condomínio, apresentam-se detalhados pela Tabela 6, de maneira a servir de premissas aos cálculos de viabilidade.

**Tabela 6.** Dados para análise econômica de investimento.

Dados	
Vida útil do sistema (anos)	25
Tarifa de energia da concessionária + impostos + encargos (R\$/KWh)	0,857
Custo anual médio do sistema convencional para 41 residências (R\$)	77.932,46
Custo anual médio do sistema proposto (R\$)	5.735,88
Economia anual (R\$)	72.196,57
Inflação (%)	8,736
Taxa Mínima de atratividade real (%)	8,258

Apesar de suprir toda a necessidade energética e de praticamente não haver despesas com manutenção, o custo anual do novo sistema não zera, devido à cobrança de taxas de distribuição de energia elétrica pela concessionária e o valor mínimo de 28 KWh por mês, para manter a linha monofásica ativa.

A Tabela 7 apresenta os resultados dos cálculos de viabilidade econômica, de maneira a possibilitar a tomada de decisão quanto ao investimento no sistema aqui proposto.

**Tabela 7.** Resultados da viabilidade econômica do sistema.

Resultados	
Payback simples (anos)	7,42
VPL (R\$)	218.122,45
TIR (%)	13

O *payback* demonstra o período de tempo para recuperação do investimento, que de maneira geral, mostra-se positivo, pois 8 anos e 10 meses acaba por se tornar um prazo curto, visto que a vida útil do sistema, apesar de para fins de cálculos ser considerada de 25 anos, pode facilmente superar esta meta ainda com boa produtividade de energia elétrica. Vale lembrar que, a produção maior que a demanda acaba por gerar créditos para o usuário, podendo ser utilizado por este até mesmo em outra residência de mesmo titular.

O VPL apresentou-se positivo, o que demonstra um investimento viável e satisfatório. Apesar de abaixo da expectativa, a taxa interna de retorno (TIR) de 10,38% a.a. pode ser considerada um bom retorno em longo prazo, de maneira geral o projeto mostra-se viável.

## 4. CONCLUSÃO

Analisar o retorno de investimento é apenas um dos

aspectos que deverão ser levados em conta antes de optar em investir num sistema de produção de energia solar, outro fator que não pode ser considerado subjetivo, é se tratar de energia limpa e renovável, tendo como fonte a luz solar, podendo ser considerada confiável e inesgotável. Uma das características do projeto é a substituição parcial da rede de energia, tornando-a auxiliar no período noturno onde a geração é nula pelo fato de não haver incidência luminosa sobre as placas.

O presente trabalho buscou demonstrar de maneira clara e objetiva, o conceito de viabilidade econômica através do retorno de investimento, podendo ser calculado com base em dados reais obtidos pela pesquisa. Os dados aqui expostos de dimensionamento mostraram suprir toda a demanda de energia elétrica das residências do condomínio Bela Vista.

Com base nos resultados, pôde-se concluir que a implantação do sistema é viável, e que este podendo exceder sua vida útil de 25 anos, se torna um investimento ainda mais atraente, pois, o tempo de retorno do investimento de oito anos e dez meses se mantém fixo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Palz W. Energia solar e fontes alternativas. São Paulo: Hemus Livraria Editora Ltda, 1981.P 358.
- [2] Soletrol aquecedores solares de água: História do aquecedor solar. São Paulo: Vogal Comunicações; 2011.
- [3] Silva GJF, Severo TEA. Potencial/ aproveitamento de energia solar e eólica no semiárido nordestino: um estudo de caso em Juazeiro – BA nos anos 2000 a 2009. [tese] Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
- [4] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST; modulo 5, sistemas de medição, 2006.
- [5] Zilles R, Mocelin A, Morante F . Programa brasileiro de formação e certificação de instaladores de sistemas fotovoltaicos de pequeno e médio porte. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, v. 13, p. 10.09-10.16, 2009.
- [6] Laboratório de Energia Solar (LABSOL). Desenvolvimento de softwares – SOLARCAD. Radiasol2 [acesso 12 abril. 2016] Disponível em: <http://www.solar.ufrgs.br/#Pessoal01>
- [7] Luz F. O fenômeno urbano numa zona pioneira. Maringá. 1. ed. Maringá: A Prefeitura, 1997.
- [8] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 15.569: Instalação de sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação. Rio de Janeiro: ABNT; 2008.
- [9] Michels RN, *et al.* Avaliação do bombeamento de água em um sistema alimentado por painéis fotovoltaicos. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.3, jul./set. 2009. p.370-379.
- [10] Kassai JC, *et al.* Retorno de Investimento – Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- [11] Weston J, Fred B. Eugene F. Fundamentos da Administração Financeira. 10 ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

- [12] Gitman L J. Princípios da administração financeira – essencial. Tradução Jorge Ritter. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [13] Braga R. Fundamentos e técnicas de administração financeira. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1989
- [14] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012. [acesso 01 set. 2016] Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20482,%20de%202012%20-%20bip-junho-2012.pdf>
- [15] Real.Solar. Sistemas conectados à rede (on grid): Composição do Sistema solar fotovoltaico conectado à rede. [acesso 26 ago. 2016] Disponível em: <http://real-solar.com/como-funciona.php>.
- [16] Goodle. maps. Mapa do Google. Condomínio Horizontal Bela Vista, Maringá, Paraná, Brasil. 2016. [acesso 26 ago. 2016] Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+Marino+Paulichi,+Maring%C3%A1+-+PR/@-23.446788,-51.945702,17z/data=!4m5!3m4!1s0x94ecd743c196dc4f:0x39e5e9c09789ce54!8m2!3d-23.4464878!4d-51.9475366>
- [17] Website Bosch [acesso em 29 ago. 2016] Disponível em: [http://pt.krannich-solar.com/fileadmin/content/data\\_sheets/solar\\_modules/portugal/Bosch\\_240\\_KD18015\\_PT\\_01.pdf](http://pt.krannich-solar.com/fileadmin/content/data_sheets/solar_modules/portugal/Bosch_240_KD18015_PT_01.pdf).