



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

RONI SVELA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO EM UMA PEQUENA PROPRIEDADE NO MUNICÍPIO DE
PALMAS-TO**

PALMAS-TO

2016



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

RONI SVELA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO EM UMA PEQUENA PROPRIEDADE NO MUNICÍPIO DE
PALMAS-TO**

Pré-projeto do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Agronegócio, do Curso Superior de Tecnólogo do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Prof. Frank Toshimi Tamba

PALMAS-TO

2016

Oliveira, Roni Savela

Análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em uma pequena propriedade no município de Palmas-TO, 2016,
32 f.

Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Agronegócio) -
Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus Palmas, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Frank Toshimi Tamba

1. Sistema fotovoltaico. 2. Análise de investimentos. 3. Energia solar. 3. Investimento.

RONI SVELA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO EM UMA PEQUENA PROPRIEDADE NO MUNICÍPIO DE
PALMAS-TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do Título
de tecnólogo do Curso Superior de
Tecnologia em Agronegócio do Instituto
Federal do Tocantins, campus Palmas.

Aprovado em: ____/____/____

Profa. Msc. Cheila Cristina Naves Barbiero
Supervisora do Trabalho de Conclusão de Curso

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Frank Toshimi Tamba
Orientador

Prof. Msc. Ana Carolina Nogueira Falcão
1º Membro Avaliador

Prof.Dra. Nahete de Alcântara Silva
2º Membro Avaliador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, minha fonte de fé e força, pela oportunidade de alcançar este objetivo, e por ter me abençoado e protegido em todos os momentos.

A meus pais Marilene e Reni, por ter me ensinado os valores da vida, por ser meu exemplo. Por ter me incentivado a persistir nos meus objetivos e me ajudado a alcançá-los.

À minha esposa Symone, por estar sempre ao meu lado, pelo incentivo, amor e cuidado que tem comigo. Agradeço ao apoio, ajuda e principalmente a paciência durante a realização deste trabalho.

Ao professor e orientador Dr. Frank Toshimi Tamba, pela confiança, pela sabedoria e competência sendo fundamental para o desenvolvimento deste estudo.

A todos os colegas pela amizade e companheirismo durante toda trajetória.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi elaborado com objetivo de realizar a análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico (SFV) ligado a rede elétrica local em uma pequena propriedade no município de Palmas-TO, produtora de hortaliças. Para a realização do trabalho foi feito um “estudo de caso” da propriedade, onde foram levantados os dados necessários para realizar as estimativas de investimentos para a implantação do sistema fotovoltaico. A metodologia foi classificada como descritiva e quantitativa, os dados foram obtidos através de visitas a propriedade e entrevista com o responsável pela mesma. Para a análise dos investimentos foram utilizadas as seguintes ferramentas: (TIR) Taxa Interna de Retorno, (VPL) Valor Presente Líquido e Payback de acordo com esses indicadores foram encontradas informações relevantes ao investidor e mostrando que a energia solar é uma alternativa viável financeira e economicamente.

Palavras Chaves: Sistema fotovoltaico (SFV); Análise de investimentos; Energia solar; Investimento.

ABSTRACT

This of course work completion was prepared in order to perform analyzes of economic feasibility of the implementation of a photovoltaic (SFV) on the local grid on a small property in the city of Palmas-TO, a producer of vegetables. To carry out the work was made a "case study" of the property, where the necessary data to make estimates of investments for the implementation of the photovoltaic system were raised. The methodology was classified as descriptive and quantitative data were obtained through visits to property and interview with the responsible for the same. For the analysis of investment the following tools were used: (IRR) Internal Rate of Return (NPV) Net Present Value and Payback according to these indicators were found relevant information to investors and showing that solar energy is a financial viable alternative economically.

Key Words: Photovoltaic system (SFV); Investment analysis; solar energy; Investment.

Listas de figuras.

Figura 1: Órbita da Terra em torno do Sol, com seu eixo N-S inclinado de um ângulo de 23,5°.....	13
Figura 2: variação da radiação solar.....	13
Figura 3: Representação de ângulos.....	14
Figura 4: Mapa de Média Anual de Radiação Solar.....	15
Figura 5: Ilustração de um sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica.	18
Figura 6: O conceito do valor presente líquido.....	20
Figura 7: kit gerador fotovoltaico PHB - 9,36kWp.....	23
Figura 8: <i>Planilha de Viabilidade para instalação de Sistema Fotovoltaico</i>	24

Listas de tabelas.

Tabela 1: Investimentos totais	23
Tabela 2: Fluxo de caixa da atividade	25
Tabela 3: Análise de viabilidade econômica do investimento.....	27

Listas de gráficos.

Gráfico 1: Produção de energia.....	25
Gráfico 2: Fluxo de caixa.....	26
Gráfico 3: Payback	28

Lista de siglas e abreviaturas.

TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
PBD	Payback Descontado
PBS	Payback Simples
SFV	Sistema fotovoltaico
kW	Kilowatts
TMA	Taxa Mínima de Atratividade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. PROBLEMATIZAÇÃO	10
3. JUSTIFICATIVA.....	11
4. OBJETIVOS.....	11
4.1 Objetivos Gerais.....	11
4.2Objetivos Específicos.....	11
5. REVISÃO DE LITERATURA	11
5.1 Energia solar fotovoltaica	11
5.2 Radiação solar.....	12
5.3 Definições do ângulo.....	14
5.4 Efeito Fotoelétrico.....	15
5.4Taxa interna de retorno - TIR	19
5.5Valor presente líquido – VPL.....	19
5.6Período de payback	21
6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7.1 O empreendimento	22
7.2 Investimentos necessários	22
7.3 Fluxo de Caixa do Empreendimento	25
7.4Análise de viabilidade econômica do investimento.....	27
7.5Período de payback	28
7.6Valor presente líquido - VPL	29
7.7Taxa interna de retorno – TIR.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

O estudo da viabilidade de implantação de um sistema de energia solar é de extrema importância nos tempos atuais devido à necessidade de utilização de novas fontes de energia renováveis, pois as fontes de energias atuais são, em sua maioria, não renováveis, contribuindo expressivamente para uma futura degradação ambiental (Ribeiro, 2008). Basicamente, o projeto de um sistema fotovoltaico consiste na determinação da quantidade necessária de módulos para atender uma determinada solicitação de carga elétrica. Invariavelmente, o número de módulos sempre depende de dois fatores: quanto de eletricidade é exigido e quanta radiação está disponível. Ou seja, deve-se buscar a compatibilização entre a demanda e a oferta (BOILY et al, 1998; ROSSI, 1995).

O presente trabalho tem como objetivo a realização de um estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico (SFV). Para isso será desenvolvida uma pesquisa qualitativa de um “estudo de caso” utilizando ferramentas para a coleta de dados, entrevista e acompanhamento numa propriedade localizada na quadra T-10 S/N, chácara UUNDELLN, casa 02 LT-10 Taquari - Palmas-TO.

A propriedade a ser estudada possui uma área de um hectare onde são cultivados vários tipos de verduras, que são vendidos em feiras e mercados da região. Segundo o proprietário Antônio Moreira, os custos com a energia elétrica utilizada na irrigação vinham pesando cada vez mais. Sendo assim, o produtor rural optou pela energia solar devido à abundância de períodos com boa iluminação solar principalmente no período de maior demanda por irrigação.

2. PROBLEMATIZAÇÃO

A energia solar é uma fonte de recurso natural inesgotável e se apresenta como uma alternativa as outras fontes de geração de energia elétrica, no entanto, os custos de implantação de sistemas fotovoltaicos ainda são considerados altíssimos. Sendo assim, pretendemos analisar se há vantagem econômica em implantar esses sistemas em pequenas propriedades do município de Palmas-TO.

3. JUSTIFICATIVA

Com o aumento da demanda de energia elétrica e também com a diminuição dos combustíveis fósseis, é necessária a procura por fontes alternativas, para a geração de energia elétrica. A energia solar, também conhecida como fotovoltaica, pode contribuir na produção de alimentos, fazendo parte de projetos de irrigação. A energia solar é uma fonte de energia renovável e os painéis solares fotovoltaicos para a geração de energia elétrica são de fácil instalação, reduzindo o tempo para implantação do sistema.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivos Gerais

- Analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em uma pequena propriedade rural no município de Palmas - TO.

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar os investimentos necessários para a implantação de um sistema fotovoltaico em uma pequena propriedade rural.
- Dimensionar a implantação de um sistema fotovoltaico ligado à rede.
- Realizar a análise de retorno de investimento na atividade, através dos seguintes indicadores: Payback; VPL e TIR.

5. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é rico em recursos naturais e possui recursos humanos disponíveis para atuar na geração de energia solar fotovoltaica. No entanto, apesar de notáveis esforços em algumas fontes renováveis de energia, são poucos os resultados que promovam a inserção da energia fotovoltaica na matriz elétrica nacional (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-CGEE, 2010). A energia solar fotovoltaica pode ser uma alternativa viável de energia renovável para locais onde a energia elétrica é escassa, para residências e propriedades rurais que buscam o uso dessa fonte.

5.1 Energia solar fotovoltaica

O efeito fotoelétrico foi observado pela primeira vez por um físico francês, Edmund Bequerel, em 1839, que descobriu que certos materiais produziam pequenas quantidades de corrente elétrica quando expostos à luz. Em 1905, Albert

Einstein descreveu a natureza da luz e o efeito fotoelétrico, no qual a tecnologia fotovoltaica se baseia (CRESESB, 2006).

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão da luz solar em eletricidade (efeito fotovoltaico), (CRESESB, 2006). Alguns materiais exibem uma propriedade conhecida como o efeito fotoelétrico, que faz com que eles absorvam fótons de luz e liberem elétrons. Quando estes elétrons livres são capturados é gerada uma corrente elétrica que pode ser utilizada como energia (GREENPRO, 2004). Com a crise mundial de energia em 1973/74, a preocupação em estudar novas formas de produção de energia fez com que a utilização de células fotovoltaicas não se restringisse somente a programas espaciais, mas que fossem intensamente estudadas e utilizadas no meio terrestre para suprir o fornecimento de energia (BRAGA, 2008).

5.2 Radiação solar

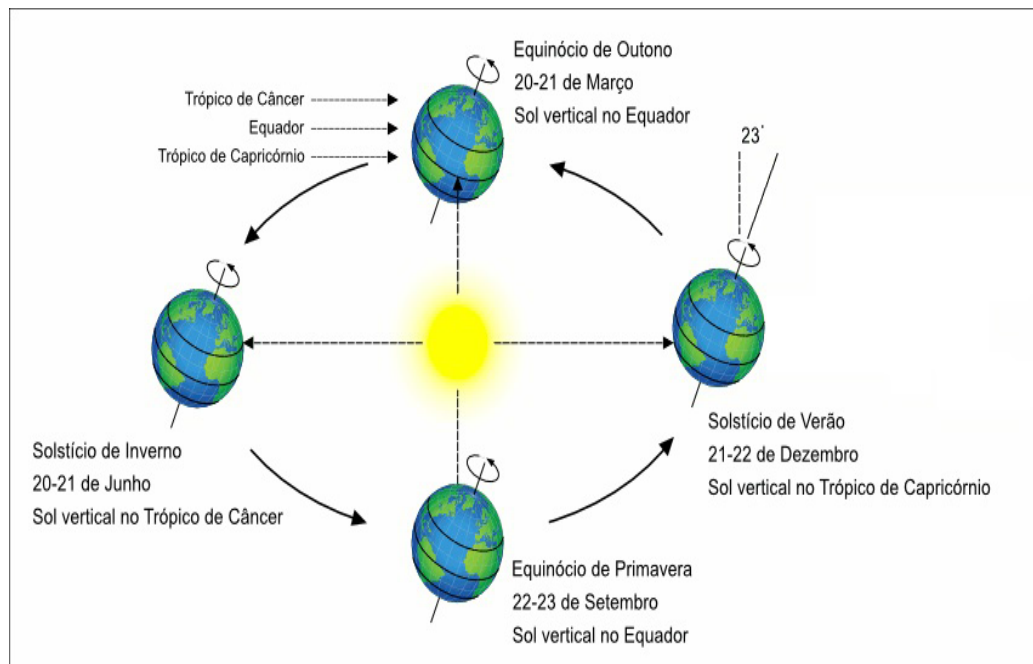
A terra recebe, anualmente, $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia solar, o que corresponde a 10.000 vezes a demanda total mundial neste período (CEPEL, 2004). Este fato vem indicar que, além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia (térmica e elétrica etc.). (CEPEL, 2004).

‘O nosso planeta, em seu movimento anual em torno do Sol, descreve em trajetória elíptica um plano que é inclinado de aproximadamente $23,45^\circ$ com relação ao plano equatorial. Esta inclinação é responsável pela variação da elevação do Sol no horizonte em relação à mesma hora, ao longo dos dias, dando origem às estações do ano e dificultando os cálculos da posição do Sol para uma determinada data’(CRESESB, 2006, p.6)

A posição angular do Sol, ao meio dia solar, em relação ao plano do Equador (Norte positivo) é chamada de Declinação Solar (α). Este ângulo varia, de acordo com o dia do ano, dentro dos seguintes limites: (CRESESB, 2006).

$$-23,45^\circ \leq \alpha \leq 23,45^\circ$$

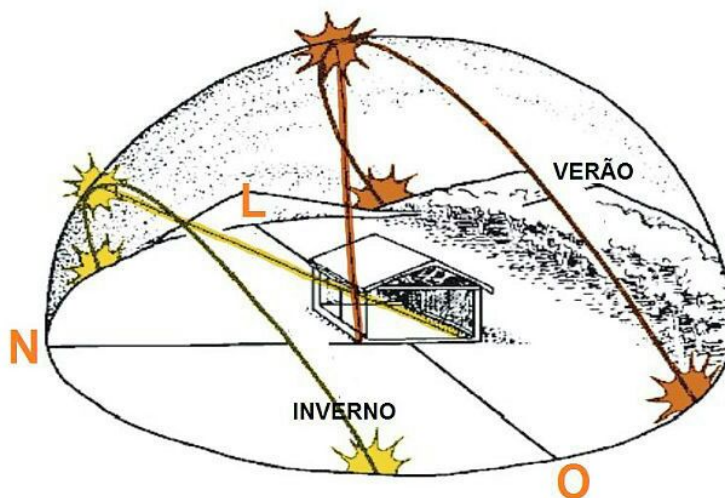
Figura 1: Órbita da Terra em torno do Sol, com seu eixo N-S inclinado de um ângulo de $23,5^\circ$



.Fonte: (CRESESB, 2006).

Durante o ano, a distância entre o Sol e a Terra pode variar entre 1,47.108 km e 1,52.108 km. Este fato influi em uma variação da radiação E, que varia entre 1.325 W/m^2 e 1.412 W/m^2 . O valor médio dessa variação é denominado constante solar, $E_o = 1.367 \text{ W/m}^2$ (GREENPRO, 2004).

Figura 2: variação da radiação solar



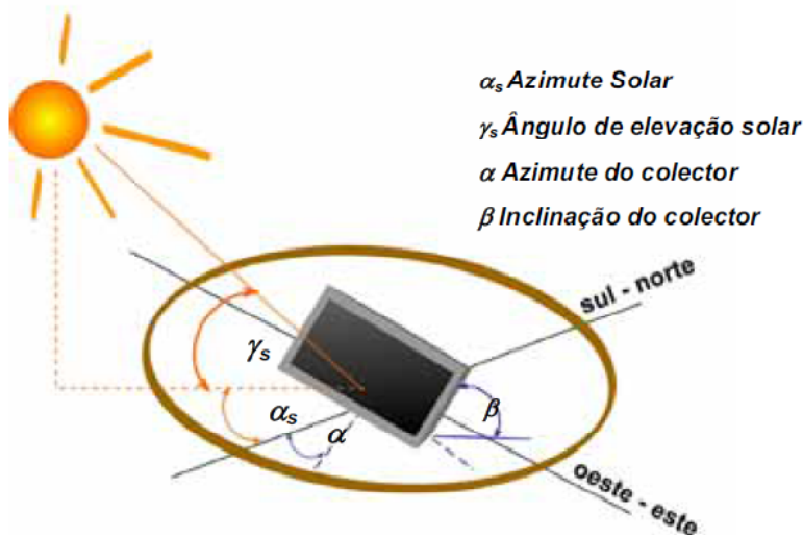
Fonte: (CRESESB, 2006).

5.3 Definições do ângulo

Representação de ângulos nas técnicas solares segundo (GREENPRO, 2004):

O conhecimento exato da localização do Sol é necessário para determinar os dados de radiação e a energia produzida pelas instalações solares. A localização do Sol pode ser definida em qualquer local, pela sua altura e pelo seu azimuth. No campo da energia solar, o Sul é referido geralmente como $\alpha = 0^\circ$. O símbolo negativo é atribuído aos ângulos orientados a Leste (**Leste: $\alpha = -90^\circ$**) e o símbolo positivo aos ângulos orientados a Oeste (**Oeste: $\alpha = 90^\circ$**).

Figura 3: Representação de ângulos

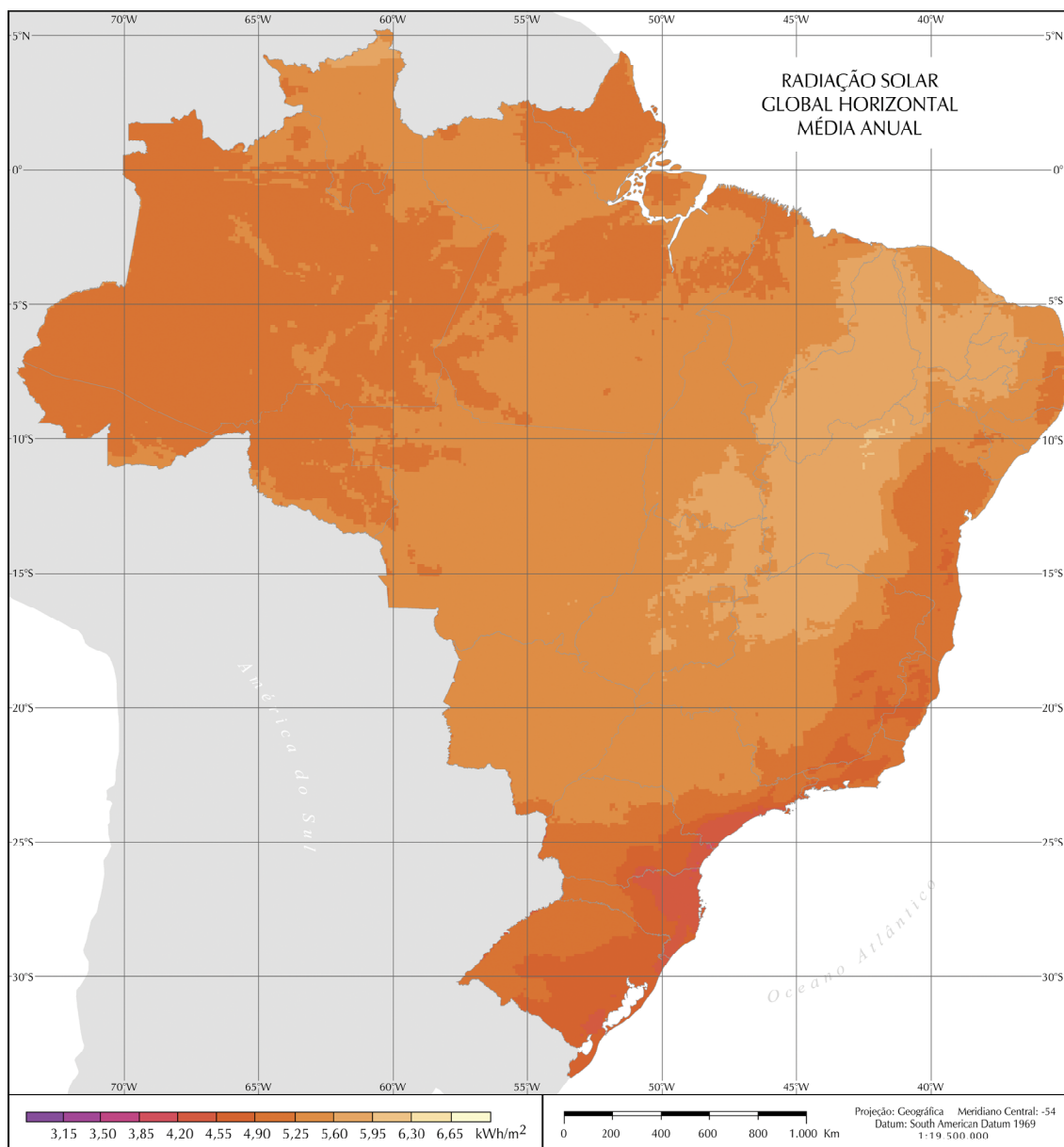


Fonte: (GREENPRO, 2004).

Segundo Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006, p.31):

Os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro (1500-2500 kWh/m²) são superiores aos da maioria dos países da União Européia, como Alemanha (900-1250 kWh/m²), França (900-1650 kWh/m²) e Espanha (1200-1850 kWh/m²), onde projetos para aproveitamento de recursos solares, alguns contando com fortes incentivos governamentais, são amplamente disseminados.

Figura 4: Mapa de Média Anual de Radiação Solar



Fonte: (INPE, 2006)

5.4 Efeito Fotoelétrico

Na natureza existem materiais classificados como semicondutores, que se caracterizam por possuírem uma banda de valência, totalmente, preenchida por elétrons e uma banda de condução, totalmente, “vazia” a temperaturas muito baixas.(CEPEL-CRECESB , 2004).

O semicondutor mais usado é o silício. Seus átomos se caracterizam por possuírem quatro elétrons que se ligam aos vizinhos, formando uma rede

cristalina. Ao adicionarem-se átomos com cinco elétrons de ligação, como o fósforo, por exemplo, haverá um elétron em excesso que não poderá ser emparelhado e que ficará "sobrando", fracamente ligado a seu átomo de origem. Isto faz com que, com pouca energia térmica, este elétron se livre, indo para a banda de condução. Diz-se assim, que o fósforo é um dopante doador de elétrons e denomina-se *dopante n* ou *impureza n*. (CRESESB, 2006, p.12)

A célula de silício cristalina é a mais comum. Atualmente, cerca de **95%** de todas as células solares do mundo são de silício. O silício apresenta uma disponibilidade quase ilimitada, ele não existe como um elemento químico. Existe apenas associado à areia de sílica (GREENPRO, 2004):

O material utilizado nas células solares deve ser da maior pureza possível. Isto pode ser conseguido através de sucessivas etapas na produção química. Até aos dias de hoje, os fabricantes de células solares têm obtido, na sua maior parte, o material purificado do desperdício da indústria eletrônica de semicondutores. (GREENPRO, 2004, p.20).

De acordo com a resolução da ANEEL – N° 482 de 17 de Abril de 2012
Capítulo I, das disposições preliminares:

Estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica.

Art. 2º Para efeitos desta Resolução ficam adotadas as seguintes definições:

Micro geração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com micro geração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa. (ANEEL, 2012)

De acordo com a resolução da ANEEL – N° 482 de 17 de Abril de 2012,
Capítulo II, acesso aos sistemas de distribuição:

Art. 3º As distribuidoras deverão adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso de micro geração e minigeração distribuída, utilizando como referência os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, as normas técnicas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

§1º O prazo para a distribuidora efetuar as alterações de que trata o *caput* e publicar as referidas normas técnicas em seu endereço eletrônico é de 240 (duzentos e quarenta) dias, contados da publicação desta Resolução.

§2º Após o prazo do § 1º, a distribuidora deverá atender às solicitações de acesso para micro geradores e minigeradores distribuídos nos termos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST.

Art.4º Fica dispensada a assinatura de contratos de uso e conexão para a central geradora que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora, nos termos do Capítulo III, sendo suficiente a celebração de Acordo Operativa para os minigeradores ou do Relacionamento Operacional para os micros geradores.

Art. 5º Caso seja necessário realizar ampliações ou reforços no sistema de distribuição em função da conexão de centrais geradoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica, a distribuidora deverá observar o disposto no Módulo 3 do PRODIST. (ANEEL, 2012)

De acordo com a resolução da ANEEL – N° 482 de 17 de Abril de 2012,
Capítulo III, sistema de compensação de energia elétrica:

Art. 6º O consumidor poderá aderir ao sistema de compensação de energia elétrica, observadas as disposições desta Resolução.

Art. 7º No faturamento de unidade consumidora integrante do sistema de compensação de energia elétrica deverão ser observados os seguintes procedimentos:

I - deverá ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B, ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A, conforme o caso.

II - o consumo a ser faturado, referente à energia elétrica ativa, é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto horário, quando for o caso, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subseqüentes.

III - caso a energia ativa injetada em um determinado posto horário seja superior à energia ativa consumida, a diferença deverá ser utilizada, preferencialmente, para compensação em outros postos horários dentro do mesmo ciclo de faturamento, devendo, ainda, ser observada a relação entre os valores das tarifas de energia, se houver. (ANEEL, 2012)

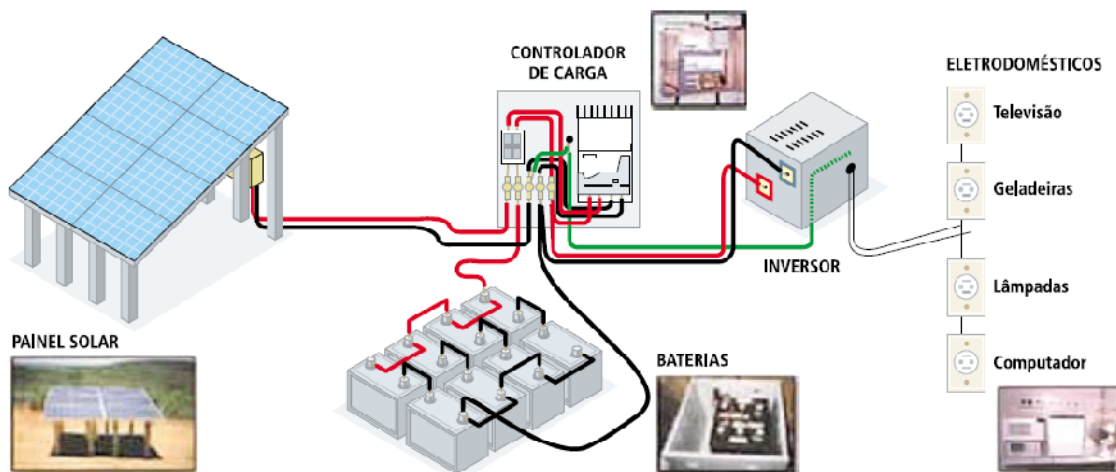
De acordo com a resolução da ANEEL – N° 482 de 17 de Abril de 2012,
Capítulo IV, medição de energia elétrica:

Art. 8º Os custos referentes à adequação do sistema de medição, necessário para implantar o sistema de compensação de energia elétrica, são de responsabilidade do interessado.

§1º O custo de adequação a que se refere o *caput* é a diferença entre o custo dos componentes do sistema de medição requerido para o sistema de compensação de energia elétrica e o custo do medidor convencional utilizado em unidades consumidoras do mesmo nível de tensão.

§2º Os equipamentos de medição instalados nos termos do *caput* deverão atender às especificações técnicas do PRODIST e da distribuidora. (ANEEL, 2012)

FIGURA 5: Ilustração de um sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica



Fonte: CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB. 2000. Disponível em: www.cresesb.cepel.br/cresesb.htm (adaptado).

Uma das principais questões referentes à energia solar é como compará-la economicamente com outras fontes de energia, tanto com as alternativas quanto com a rede elétrica convencional (COSTA et al, 2000). Para saber se a energia solar é um investimento economicamente viável, é necessário recorrer ao uso de modelos de análise que avaliem tanto os custos do investimento quanto os benefícios decorrentes do mesmo (COSTA et al., 2000 e FADIGAS, 1993).

A análise de investimento reside no emprego de técnicas específicas oriundas dos princípios financeiros. O objetivo é identificar a melhor opção entre diferentes possibilidades de investimento, para auxiliar a tomada de decisões do empreendedor que pretende investir num determinado negócio visando obter retorno econômico num determinado prazo relativamente longo de tempo (GITMAN, 2001).

Em outras palavras, todo empreendedor quando opta por investir em um projeto, busca aplicá-lo respondendo as seguintes questões:

1. O projeto vai se pagar?
2. O projeto vai aumentar o lucro da empresa ou vai diminuí-la?
3. Esta é a melhor alternativa de investimento?

Para a análise de viabilidade econômica serão utilizados indicadores de longo prazo, através dos métodos de Fluxo de Caixa Descontado, sendo eles: Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback Descontado. A análise econômica será realizada considerando-se um horizonte de 25 anos, tempo aproximado de duração das placas fotovoltaicas. A taxa mínima de atratividade considerada será a taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) referente ao mês de junho de 2016, igual a 10% ao ano.

5.4 Taxa interna de retorno - TIR

Segundo Rebelatto (2004) TIR é a taxa de desconto que torna o valor atual líquido do investimento igual a zero, também chamada de taxa interna efetiva de rentabilidade. Rebelatto (2004) complementa que a TIR deve ser comparada com outra taxa denominada Taxa Mínima de Atratividade (TMA), para aceitação ou não do projeto.

Hoji (2010, p.171) destaca que “... este método assume implicitamente que os fluxos de caixa líquidos periódicos são reinvestidos à própria TIR calculada para todo o investimento. Segundo definição de Zago, Weise e Hornburg (2000, p.05):

A taxa de retorno que se obtém em um projeto, é obtida a partir da análise projetiva de um fluxo de caixa, é a taxa de juros que torna nulo a diferença entre as receitas e as despesas. Dessa forma, o critério para a tomada de decisão de investimento com base na Taxa Interna de Retorno é aceitar um projeto de investimento quando tal taxa superar o custo de oportunidade do capital obtido no referido projeto.

Para Lapponi (2000), deve-se ter presente que antes de ser aprovado o investimento é apenas um projeto. Segundo Pilão e Hummel: “encontrar a TIR de um investimento é o mesmo que encontrar a sua potência máxima, o potencial exato da remuneração que o investimento oferece” (2003, p.124).

5.5 Valor presente líquido – VPL

É a diferença entre o valor investido e o valor regatado ao fim do investimento, trazidos ao valor presente. O Valor Presente Líquido (VPL) é utilizado para avaliar propostas de investimento de capital. Para Megliorini&Vallim (2009) valor presente líquido ou o NPV (Net Present Value) é a diferença entre o valor descontado do fluxo de caixa para a data do investimento inicial e o valor de um

investimento inicial de um projeto. Ainda para Megliorini&Vallim (2009), todos os projetos que apresentarem VPL maior igual a zero podem ser aceitos, pois geram retorno igual ou maior que o custo de capital. Quando um projeto apresenta o VPL menor que zero, seu retorno é inferior a seu custo de capital e ele deixa de ser atrativo.

Para Hoji (2010), Valor Presente Líquido consiste em determinar o valor no instante inicial, descontando o fluxo de caixa líquido de cada período futuro gerado durante a vida útil do investimento, com a taxa mínima de atratividade e adicionando o somatório dos valores descartados ao fluxo de caixa líquido do instante inicial. Hoji (2010), ainda, salienta que o investimento será economicamente atraente se o valor presente líquido for positivo.

VPL < 0 inviável

VPL = 0 indiferente

VPL > 0 viável

Segundo Santos (2001, p.156) a fórmula de cálculo do VPL é a seguinte:

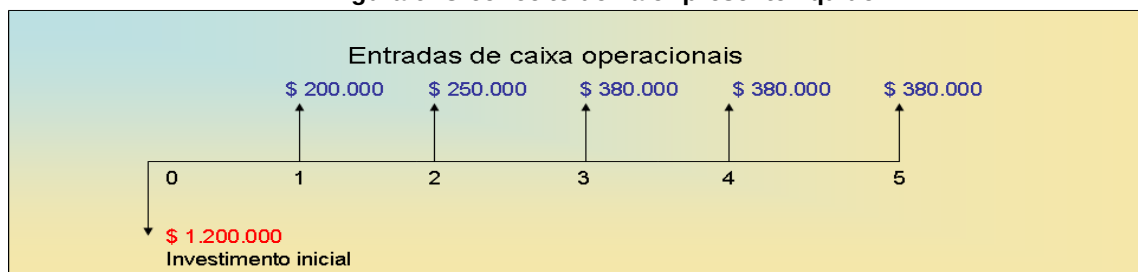
$$VPL = \frac{FCX_1}{(1+i)^1} + \frac{FCX_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FCX_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Sendo: VLP= valor presente líquido

FCX= fluxo de caixa de cada período (1 até n)

I_0 = investimento inicial

Figura 6: O conceito do valor presente líquido



Fonte: AJ contábil

5.6 Período de Payback

Período Payback é o tempo necessário para que as entradas de caixa do projeto se igualem ao valor a ser investido, ou seja, o tempo de recuperação do investimento realizado. Corresponde ao prazo necessário para que o valor atual dos reembolsos (retorno de capital) se iguale ao desembolso com o investimento efetuado, visando à restituição do capital aplicado (REBELATTO, 2004).

Para Hoji (2010, p.172), Período de Payback é “o período em que o valor do investimento é recuperado, ou seja, é o prazo em que os valores dos benefícios líquidos de caixa se igualam ao valor do investimento inicial”.

Kassai et al (2000, p.84) define Payback:

O Payback é o período de recuperação de um investimento e consiste na identificação do prazo em que o montante do dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento. É o período em que os valores dos investimentos (fluxos negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos).

Sendo assim, o *Payback* nos propicia encontrar o período em que se dará a recuperação do investimento, encontrando o prazo necessário para que as receitas líquidas de um investimento cubram seu custo. Payback Descontado é o período de tempo necessário para recuperar o investimento, avaliando-se os fluxos de caixa descontados, ou seja, considerando-se o valor do dinheiro no tempo.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho tem como objetivo a realização de um estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico (SFV). Para isso, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa de um “estudo de caso” utilizando ferramentas para a coleta de dados, entrevista e observação direta em uma propriedade localizada no município de Palmas-TO. Em seguida, após dados coletados, serão tabulados com o auxílio de planilhas do *Excel* para realizarmos as análises econômicas da atividade e inferirmos os resultados finais da pesquisa.

A pesquisa foi dividida em três etapas. Na primeira etapa foi feita a revisão bibliográfica sobre o assunto, viabilidade econômica e energia solar (SFV), com a finalidade de bombear água para irrigação.

Na segunda etapa foi feito o levantamento de consumo de água e de energia elétrica da propriedade a ser estudada. Também, serão feitos os

levantamentos dos preços de todos os componentes para a instalação do SFV, através de visitas a lojas especializadas em energia solar.

Na terceira etapa foram realizados os cálculos de viabilidade utilizando indicadores de longo prazo, através dos métodos de Fluxo de Caixa Descontado, sendo eles: Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Payback, para determinar se o investimento será economicamente viável para a propriedade estudada.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 O empreendimento

A propriedade estudada possui uma área de 10.000m² onde é desenvolvida a atividade agrícola, com foco no cultivo de hortaliças, como alface, couve, cebolinha entre outros de menor cultivo. A mesma esta localizada na quadra T-10 no bairro Taquari, município de Palmas-TO, que possui uma casa onde reside o proprietário, e um galpão onde as hortaliças são lavadas e embaladas, sendo utilizado também para o armazenamento de insumos utilizados na propriedade.

A atividade desenvolvida na propriedade requer um grande volume de água que varia entre 30 a 45 m³ por dia, que é obtida de dois poços semiartesianos, com auxílio de duas bombas submersas com potência de (1,5cv), e são responsáveis por maior parte do consumo de energia elétrica da propriedade, que tem uma media mensal de 1142KW, que segundo proprietário eleva os custos de produção, e para casos de falta de fornecimento de energia o mesmo possui um gerador de energia a gasolina.

7.2 Investimentos necessários

Para a implantação de um sistema fotovoltaico na propriedade que supra a necessidade serão necessários os investimentos da tabela abaixo:

Onde o fornecedor oferece variadas formas de pagamento, e descontos para pagamento à vista a financiamentos em até 12 vezes.

Figura 7: KIT GERADOR FOTOVOLTAICO PHB - 9,36kWp

Opções de parcelamento no Cartão			DESCRIÇÃO	QT.
Parcelas	Valor	Total		
1x sem juros	R\$ 52.402,75	R\$ 52.402,75	CABO SOLAR PRETO COM PROTECAO UV 4,0MM2	80
2x sem juros	R\$ 26.201,37	R\$ 52.402,75	CABO SOLAR VERMELHO COM PROTECAO UV 4,0MM2	80
3x sem juros	R\$ 17.467,58	R\$ 52.402,75	CABO SOLAR VD/AM COM PROTECAO UV 4,0MM2	80
Financiamento Santander (Sujeito a aprovação de crédito)			CONECTOR (PAR) MC4 4MM SOLAR	4
6x parcelas fixas	R\$ 8.801,95	R\$ 52.811,72	INTER CLAMP KIT 40MM (GRAMPO INTERMEDIARIO)	64
12x parcelas fixas	R\$ 4.679,07	R\$ 56.148,89	END CLAMP KIT 40MM (GRAMPO TERMINADOR)	16
Outras condições solicitar o simulador Santander			HOOK DE ACO KIT 1# TELHA BARRO	56
Parcelamento via Boleto (Sujeito a aprovação de crédito)			EMENDA PERFIL DE ALUMINIO GS	16
Deposito antecipado	40%	R\$ 20.961,10	GRAMPO DE ATERRAMENTO	8
30ddl	30%	R\$ 15.720,82	ABRACADEIRA CABOS	36
60ddl	30%	R\$ 15.720,82	JUMPER DE ATERRAMENTO	16
Pagamento à vista			CLIP DE ATERRAMENTO	64
Depósito Antecipado	R\$ 49.782,61	5% desconto	PERFIL DE ALUMINIO ANODIZADO P/ MODULOS FV (3,15M) GS	24
			STB01-1000V/01,STRING BOX CC+CA	3
			PHB3000-SS,INVERSOR FOTOVOLTAICO	3
			MODULO FOTOVOLTAICO 260WP; (CS6P-260P) CANADIAN SOLAR	36

Fonte: PHB ELETRÔNICA LTDA.

Tabela 1: Investimentos totais

Investimentos		R\$
Equipamentos (SFV)		52.402,75
Instalação 30%		15.720,90
Total		68.123.65

Fonte: próprio autor

Sendo assim os investimentos totais e serem realizados são de R\$ 68.123,65 como mostra tabela acima:

Para o dimensionamento do (SFV) foi necessário fazer o levantamento de consumo mensal de energia e fazer a média anual. Com o auxilio de planilhas do Excel Foi possível identificar a potência necessária do sistema fotovoltaico que foi de GR 8,33KWp, mas para um eventual aumento de demanda o dimensionamento teve um acréscimo de 30%, passando para GR 9,32 KWp.

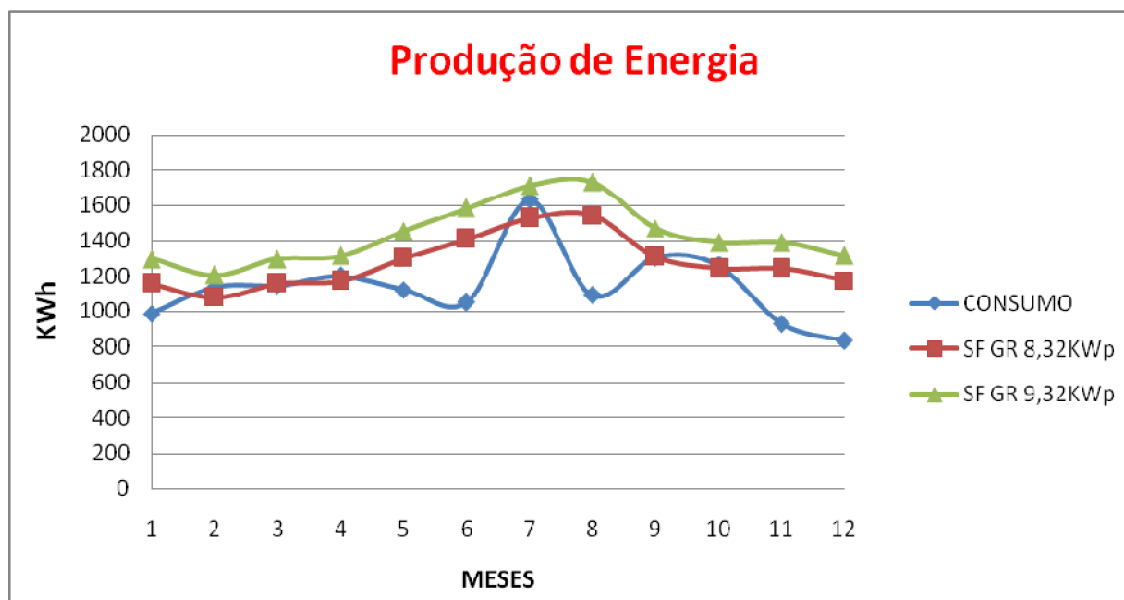
Figura 8: Planilha de Viabilidade para instalação de Sistema Fotovoltaico

Planilha de Viabilidade para instalação de Sistema Fotovoltaico

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MEDIA
Incl. Solar 10°	4,64	4,32	4,64	4,7	5,21	5,65	6,12	6,19	5,25	4,98	4,98	4,71	5,115833
CONSUMO	987	1137	1147	1201	1123	1051	1627	1090	1307	1262	933	833	1142
C. Diário	32,9	37,9	36,2	40,0	37,4	35,0	54,2	36,3	43,6	42,1	31,1	27,8	38,1
POT. SIST	7,09	8,77	8,24	8,52	7,18	6,20	8,86	5,87	8,30	8,45	6,24	5,90	7,44
SF GR 8,32KWP	1158,1	1078,3	1158,1	1173,1	1300,4	1410,2	1527,6	1545,0	1310,4	1243,0	1243,0	1175,6	1276,9
SF GR 9,32KWP	1297,3	1207,9	1297,3	1314,1	1456,7	1579,7	1711,2	1730,7	1467,9	1392,4	1392,4	1316,9	1430,4
9,32 KWP	R\$ 52,403	Reais	Custo Total										
30% inst.	R\$ 15.720,90	Reais	R\$ 89.124										
Tarifa com Imposto		R\$ 0,78	Reais										
Tarifa Média		R\$ 890,37	Reais										
Retorno em Meses		76,5											
Retorno em Anos		6,4											
TCC	IFTO-Palmas	2016/1											
Aluno:	Roni Saveia												
Kit 9,32KWP	PHB												
Placas de	260Wp	Canadian Solar											
Quantidade	36 placas												
Custo do sistema solar cotação PHB, julho 2016													
Dimensionado com 30% a mais que o necessário, para um eventual aumento de demanda.													

Fonte: Cresesb, Atlas solar.

Gráfico 1: Produção de energia



Fonte: próprio autor

7.3 Fluxo de Caixa do Empreendimento

Na tabela abaixo, demonstramos o fluxo de caixa do empreendimento com a previsão de gastos com a implantação do sistema fotovoltaico (SFV). Para calcular a receita, diferente de outros fluxos de caixa, será utilizada uma despesa, a fatura anual de energia elétrica, que foi levantada com o produtor.

Com o fluxo de caixa é possível observar o desembolso ou investimento, e o retorno capital com a liquidação de despesas, onde podemos ver o valor referente ao investimento R\$ 68.124,00. Por ser um projeto onde as taxas de retorno ou quitação de despesas não variam, os valores serão iguais. 10.786,00 durante todo o período que é de 25 anos.

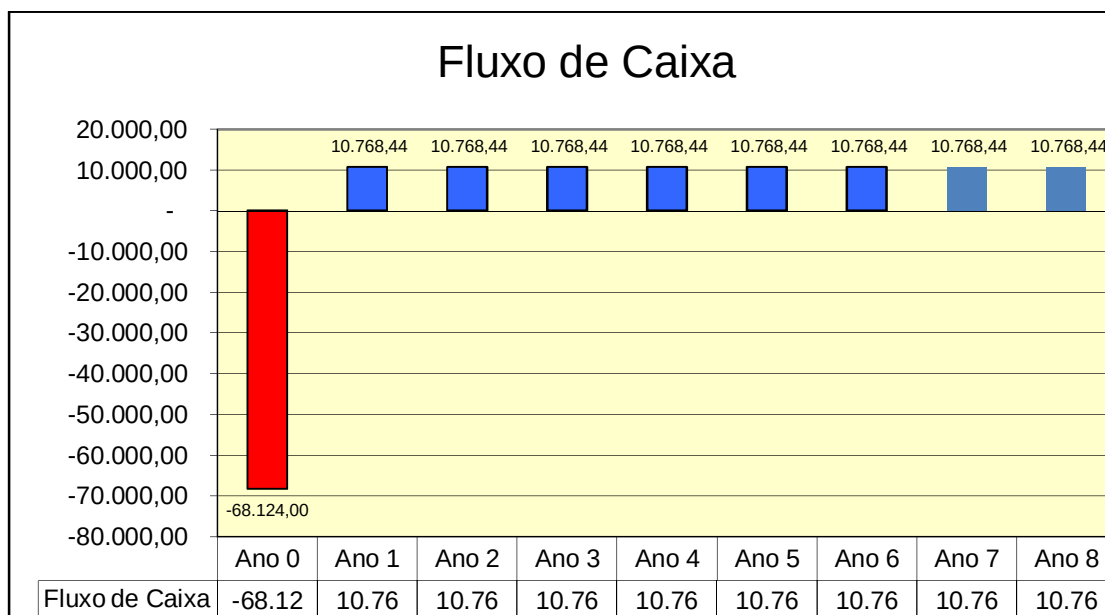
Tabela 2: Fluxo de caixa da atividade

Anos	Investimento R\$ 1,00	Fluxo de Caixa economia anual	Fluxo de Caixa descontado
0	-68.124		-68.124
1		10.786,37	-57.337,63
2		10.786,37	-46.551,26
3		10.786,37	-35.764,89

4		10.786,37	-24.978,52
5		10.786,37	-14.192,15
6		10.786,37	-3.405,78
7		10.786,37	7.380,59
8		10.786,37	18.166,96
9		10.786,37	28.953,33
10		10.786,37	39.739,70
11		10.786,37	50.526,07
12		10.786,37	61.312,44
13		10.786,37	72.098,81
14		10.786,37	82.885,18
15		10.786,37	93.671,55
16		10.786,37	104.457,92
17		10.786,37	115.244,29
18		10.786,37	126.030,66
19		10.786,37	136.817,03
20		10.786,37	147.603,40
21		10.786,37	158.389,77
22		10.786,37	169.176,14
23		10.786,37	179.962,51
24		10.786,37	190.748,88
25		10.786,37	201.535,25

Fonte: próprio autor

Gráfico 2: fluxo de caixa



Fonte: próprio autor

7.4 Análise de viabilidade econômica do investimento

Tabela 3: Análise de viabilidade econômica do investimento

Anos	Investimento R\$ 1,00	Fluxo de Caixa economia anual 1	Fluxo de Caixa economia anual 2	Fluxo de Caixa descontado
0	-68.124			-68.124
1		10.786,37	12.188,60	-57.337,63
2		10.786,37	12.188,60	-46.551,26
3		10.786,37	12.188,60	-35.764,89
4		10.786,37	12.188,60	-24.978,52
5		10.786,37	12.188,60	-14.192,15
6		10.786,37	12.188,60	-3.405,78
7		10.786,37	12.188,60	7.380,59
8		10.786,37	12.188,60	18.166,96
9		10.786,37	12.188,60	28.953,33
10		10.786,37	12.188,60	39.739,70
11		10.786,37	12.188,60	50.526,07
12		10.786,37	12.188,60	61.312,44
13		10.786,37	12.188,60	72.098,81
14		10.786,37	12.188,60	82.885,18
15		10.786,37	12.188,60	93.671,55
16		10.786,37	12.188,60	104.457,92
17		10.786,37	12.188,60	115.244,29
18		10.786,37	12.188,60	126.030,66
19		10.786,37	12.188,60	136.817,03
20		10.786,37	12.188,60	147.603,40
21		10.786,37	12.188,60	158.389,77
22		10.786,37	12.188,60	169.176,14
23		10.786,37	12.188,60	179.962,51
24		10.786,37	12.188,60	190.748,88
25		10.786,37	12.188,60	201.535,25
Payback		6,4	5,58	
VPL		28.789,08	43.125,00	
TIR		15,32%	17,6%	

OBS: considerou-se uma taxa de atratividade de 10% anual.Fonte: próprio autor

A partir do quadro acima, podemos construir a análise econômica da atividade, levando em consideração que a propriedade tem um gasto mensal de R\$ 890,37 que no período de um ano (12 x 890,37) chega a R\$ 10.786,37, em

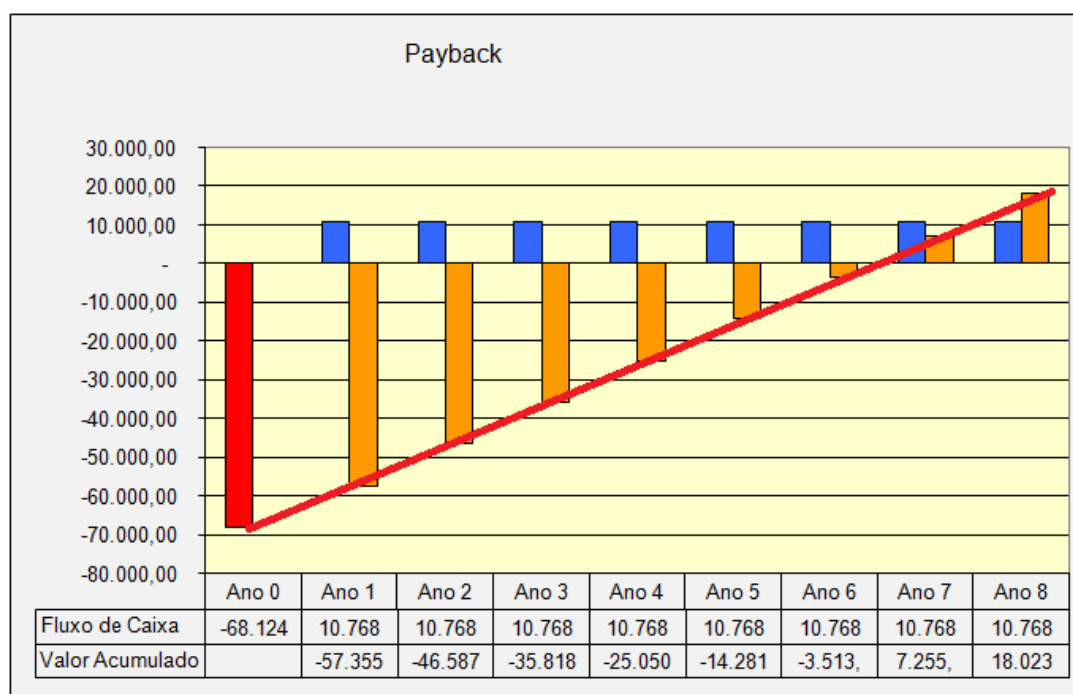
despesas. Para o cenário dois consideramos que a tarifa de energia tenha um acréscimo 13%, onde teremos uma despesa anual de R\$ 12.188,60.

Com um investimento inicial de 68.124,00 para a implantação do sistema fotovoltaico podemos realizar a análise de viabilidade econômica do investimento conforme tabela acima:

7.5 Período de Payback

Período de Payback é o espaço de tempo entre o início do projeto e o momento em que o fluxo de caixa acumulado torna-se positivo, ou seja, é o período de recuperação do investimento inicial. Conforme dados da tabela, podemos observar que no fluxo de caixa 1 o investimento teve o retorno em 6 anos 4 meses e 28 dias, após esse período o investimento retornara ao proprietário. Para o cenário (fluxo de caixa 2) com um acréscimo na fatura na ordem de 13%, observou se que o Payback diminuiu para 5 anos 7 meses e 2 dias, para recuperar o valor investido.

Gráfico3: Payback



Fonte: próprio autor

7.6 Valor presente líquido - VPL

Quando o valor presente líquido (VPL) for positivo, significa que o empreendimento terá um retorno acima do custo, considerando uma taxa de atratividade de 10% ao ano. O capital terá uma remuneração acima dessa taxa e ainda vai ter um saldo de R\$ 28.789,08 para o cenário 1 (fluxo de caixa economia anual 1), e para o cenário 2 terá um saldo de R\$ 43.125,00 (fluxo de caixa economia anual 2), demonstrando que serão gerados ganhos para o empreendimento, superior a taxa proposta de (10%).

7.7 Taxa interna de retorno – TIR

A taxa interna de retorno-(TIR) tem como finalidade comprovar a rentabilidade do projeto. A TIR do empreendimento estudado apresentou um índice de 15,33%, valor superior que a taxa de atratividade, sendo assim, com o índice de 15,33% é considerado um bom indicador, já que a TIR tem que ser superior à taxa de atratividade (TA).

CONCLUSÃO

A questão energética é de suma importância para o crescimento econômico e o desenvolvimento de uma região. Com a utilização de sistemas fotovoltaicos, é possível ter um aumento na oferta de energia de forma limpa e segura. O Tocantins apresenta condições favoráveis para o aproveitamento desse tipo de geração de energia, devido a sua localização geográfica, uma característica negativa para a energia fotovoltaica é o elevado custo de implantação, demonstrado no estudo, e que é possível obter o retorno do investimento.

Os objetivos propostos no trabalho foram alcançados, analisando a viabilidade do projeto, para a implantação de um sistema fotovoltaico para bombeamento de água, onde foram utilizados métodos dos quais geram informações que contribuíram para o fechamento do estudo. No estudo foram utilizadas ferramentas de análise de viabilidade econômica e financeira para estruturar o empreendimento, onde constam os valores de investimento e despesas, obtidos através de pesquisas de campo, que determinou os valores a serem utilizados para a implantação do SFV. Sendo assim, comprovou-se a viabilidade do investimento, levando em consideração que os resultados encontrados nas análises

de viabilidade foram satisfatórios, e comprova que a implantação do SFV é econômica e financeiramente viável.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. (17 de 04 de 2012). *AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA*. Acesso em 10 de 08 de 2016, disponível em RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>

BOILY, R., SAWADOGO, A., ROSSI, L.A. 1998, “**Desenho de sistemas fotovoltaicos para comunidades rurais**”, *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, Vol. 1, Poços de Caldas, MG, pp. 45-50.

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ. 2008.

BRIZOLLA, Maria Margarete Baccin. **Contabilidade Gerencial**. Ijuí: Ed Unijuí, 2008. 109p.

COSTA, H. S., COSTA, R.A.L. & ECK, M., 2000, “**Análise econômica comparativa da eletrificação rural comercial e fotovoltaica**”, *Anais do III Encontro de Energia no Meio Rural*, Vol. 1, Campinas, SP, pp. 156-162.

Energia solar fotovoltaica no Brasil: **subsídios para tomada de decisão**: Série Documentos técnicos 2 Brasília, DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

Energia solar Princípios e aplicações. CRESESB CEPEL. 2006.

Energiapura. (25 de 6 de 2013). *energiapura*. Acesso em 10 de 6 de 2016, disponível em Vantagens da Energia Solar para Bombeamento de Água: [www.energiapura.com/content/vantagens-da-energia-solar-para-bombeamento-de-água](http://www.energiapura.com/content/vantagens-da-energia-solar-para-bombeamento-de-agua).

FADIGAS, E. **Dimensionamento de fontes fotovoltaicas e eólicas com base no índice de perda de suprimento e sua aplicação para o atendimento a localidades isoladas**. 1993. 163 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

FEDRIZZI e SAUER, no artigo **BOMBEAMENTO SOLAR FOTOVOLTAICO, HISTÓRICO, CARACTERÍSTICAS E PROJETOS** – Coletânea de Artigos – Energias Solar e Eólica – Volume 1 – CRESESB – 2003.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira Essencial**. Trad. Jorge Ritter. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 610 p.

GREENPRO. **Energia Fotovoltaica – Manual Sobre Tecnologias, Projeto e Instalações**. União Européia: ALTENER, 2004.

HOJI, Masakazu. **Administração Financeira e Orçamentária**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 565p.

Hoji, Masakazu. **Administração Financeira e Orçamentária**. São Paulo: Atlas, 2010.

KASSAI, José Roberto; KASSAI, Sílvia; SANTOS, Ariovaldo dos; NETO ASSAF, Alexandre. **Retorno de Investimento**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LAPPONI, Juan Carlos. **Projetos de Investimento: Construção e Avaliação do Fluxo de Caixa**. São Paulo: Lapponi, 2000. 376 p.

Megliorini, Evandir&Vallim, Marco Aurélio. **Administração Financeira – Uma Abordagem Brasileira**, São Paulo: Pearson, 2009.

PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. V. **Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.

REBELATTO, D. A. N. **Projeto de Investimento**. 1. ed. Barueri - SP: Editora Manole, 2004. v. 01. 329p.

RIBEIRO, Jose S. F. **Construção e levantamento de desempenho de um concentrador cilíndrico parabólico com mecanismo automático de rastreamento solar**, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade do Rio Grande do Norte, 2008.