

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADEMAR EHRHARDT JUNIOR

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAÇÃO DE
PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA UM EMPREENDIMENTO
COMERCIAL LOCALIZADO EM ITAJAÍ-SC

CURITIBA

2018

ADEMAR EHRHARDT JUNIOR

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAÇÃO DE
PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA UM EMPREENDIMENTO
COMERCIAL LOCALIZADO EM ITAJAÍ-SC

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de especialização em projetos sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré requisito para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Dra. Maria Emilia Martins Ferreira

CURITIBA

2018

RESUMO

A matriz energética brasileira é composta principalmente por fontes renováveis (82%), diferentemente da média mundial (10%), consagrando-se como um dos países que possuem a sua matriz energética predominantemente renovável. Seguindo essa vocação brasileira em usar fontes alternativas renováveis de eletricidade, o presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica para a instalação de um sistema fotovoltaico em um empreendimento comercial. As análises financeiras escolhidas foram o payback, VPL e TIR. A análise resultou em payback de 4 a 7 anos, VPL superior a R\$ 50.000,00 e TIR em todos os cenários maiores que 12%. Os números indicaram um investimento lucrativo, mas como está em fase de construção, deve-se verificar qual o real gasto energético do empreendimento.

Palavras chave: micro-geração, energia solar, viabilidade econômica

ABSTRACT

The Brazilian energy matrix is mainly composed of renewable sources (82%), unlikely the world average that is around 10%, upholding a position as one of the countries with a predominantly renewable energy matrix. Following the Brazilian track in using renewable electric sources, the present work aims to analyze the economic viability to install a photovoltaic system in a commercial business. The chosen financial analyses were the payback, the Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (IRR). The analysis resulted in a payback of 4 to 7 years, an NPV over R\$50.000,00 and an IRR over 12% in all scenarios. The numbers indicate a lucrative investment, but since the business is in building stages, it must be accessed the business real energetic expenses.

Key words: micro generation, photovoltaics, economic viability

Sumário

1. Introdução	5
2. Fundamentação Teórica	7
2.2 Energia Solar	8
2.3 Energia Solar Fotovoltaica	9
3. Objetivos.....	14
3.1 Geral	14
3.2 Específicos.....	14
4. Material e Método	15
4.1.Área de Estudo.....	15
4.2 Método.....	16
4.2.1 Levantamento dos orçamentos para instalação de energia solar	16
4.4 Análise do Investimento.....	17
4.4.1Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	17
4.4.2 Payback Simples	18
4.4.3 Valor Presente Líquido (VPL).....	18
4.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)	19
5. Resultado e Discussão	20
6. Conclusão	25
7 Referências Bibliográficas	26

1. Introdução

A crescente demanda por energia, os problemas relacionados com os combustíveis fósseis, juntamente com a contínua degradação do meio ambiente, são alguns dos problemas que a sociedade moderna vem enfrentando. Os combustíveis fósseis apresentam papel preponderante no progresso ao nível tecnológico, econômico e social. No entanto, a produção de energia através destas fontes tem conduzido o planeta a uma crescente degradação ambiental (Alfaia, 2012).

O uso de energias renováveis começou a ganhar destaque durante as discussões sobre o aquecimento global, causado pelo aumento dos gases de efeito estufa no meio ambiente. A queima dos combustíveis fósseis, bem como das florestas tropicais, representam algumas das ações que causam o aquecimento global (Silva, 2013). Nesse contexto, muitos países vêm pesquisando e adotando fontes de energias renováveis que apresentam características pouco agressivas ao meio ambiente, abundantes e principalmente economicamente viáveis (Benedito, 2009).

O aumento na participação de fontes de energia renováveis na matriz energética vem ganhando incentivos a nível mundial. Políticas públicas bem como incentivos para sua produção, tornaram-se acessíveis e viáveis financeiramente.

A energia solar é considerada uma fonte de produção de energia em que os gastos com extração, refinação e o transporte para o local de geração não são necessários, evitando também os custos com a transmissão em alta tensão. O processo de geração é simples, sem emissão de gases poluentes ou ruídos e com necessidade mínima de manutenção (Shayaniet et al., 2006).

No Brasil, um dos principais incentivos adotados para o aumento da produção de energia solar é a Resolução Normativa N° 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANAEEEL), que estabelece diretrizes para que o consumidor possa produzir sua própria energia. Outro incentivo lançado recentemente pelo Banco Nacional de desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi a aprovação de mudanças que facilitam a aquisição de sistemas

fotovoltaicos para pessoas físicas e jurídicas no âmbito do Fundo Clima, sendo esse um dos instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima.

Sauer (2015) argumenta que toda energia gerada por fontes não poluentes deve ser aceita pela rede de distribuição, ou seja, um sistema de compensação onde o produtor gera sua própria energia e a utiliza quando necessário. O excedente fica armazenado para períodos ou dias em que não há energia solar. Consequentemente, o produtor torna-se autossuficiente na geração de energia e tenha economia nas tarifas impostas pela concessionária. No entanto, os equipamentos devem ser acessíveis financeiramente para que o investimento torna-se atrativo.

O Brasil situa-se em uma região com uma incidência mais vertical dos raios solares, tornando o país promissor na produção de energia fotovoltaica. Concomitantemente, a proximidade da linha do equador faz com que haja pouca variação na incidência solar ao longo do ano. A partir dessas condições, mesmo no inverno, pode haver bons níveis de radiação (EPE, 2016).

Diante das discussões sobre novas fontes de energia, bem como medidas adotadas pelo Brasil nessa questão, novas tecnologias e equipamentos vêm sendo ofertados para empreendimentos comerciais e residenciais, com o objetivo de ser economicamente acessível para todas as classes e ao mesmo tempo ecologicamente correto. Com várias opções no mercado, é importante analisar as vantagens de investir nesse mercado.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Matriz Energética Brasileira

A matriz energética brasileira apresenta um elevado índice no uso de energias renováveis, sendo considerada uma das matrizes mais renováveis do mundo. Segundo o Balanço energético Nacional de 2017, ano base 2016, o Brasil apresentou 81% de participação de fontes de energias renováveis, com destaque para a geração de energia hidráulica, apresentando 68,1%, em seguida aparecem 8,2% em biomassa, 5,4% em eólica e 0,01% em solar. Quanto a participação de fontes não renováveis na oferta interna de energia, o gás natural correspondeu a 9,1% ,carvão e derivados em 4,2%, nuclear em 2,6% e petróleo e derivados em 2,4%.

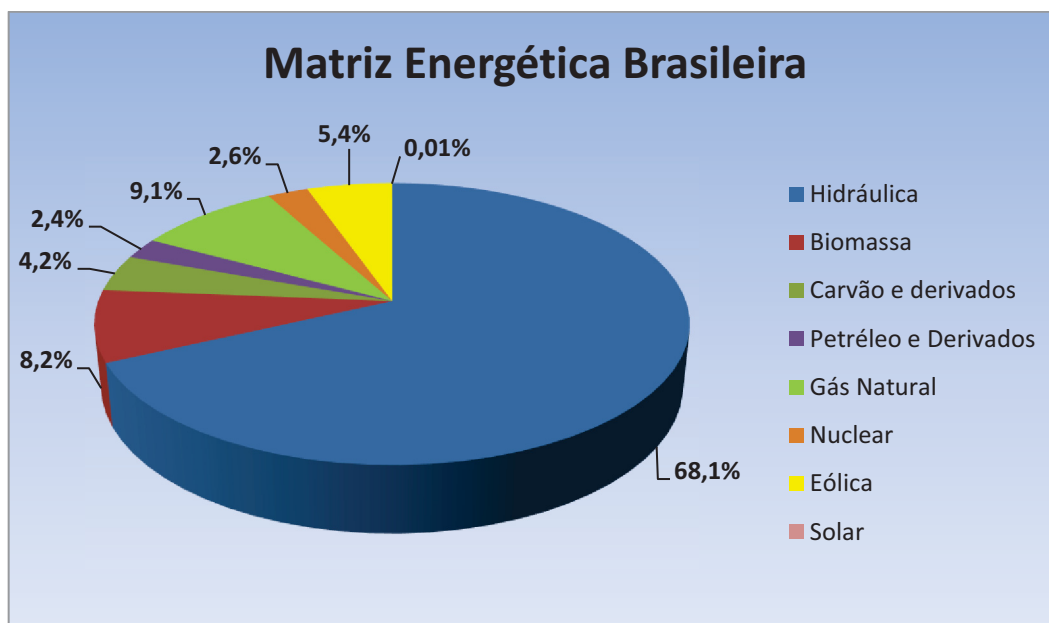


Figura 1: Matriz Energética Brasileira. Ano base 2016
Fonte: BEN, 2017

Já a matriz energética mundial apresenta um predomínio de energias não renováveis. De acordo com o relatório da IEA (International Energy Agency) de 2017, ano base 2016, a fonte de energia com maior destaque é o petróleo com 36%, seguido de gás natural 26,9% e carvão com 17,1%. Já as fontes de energias renováveis apresentam a biomassa com 5,7%, hidráulica com 2,3% e outras fontes renováveis com 2,2%.

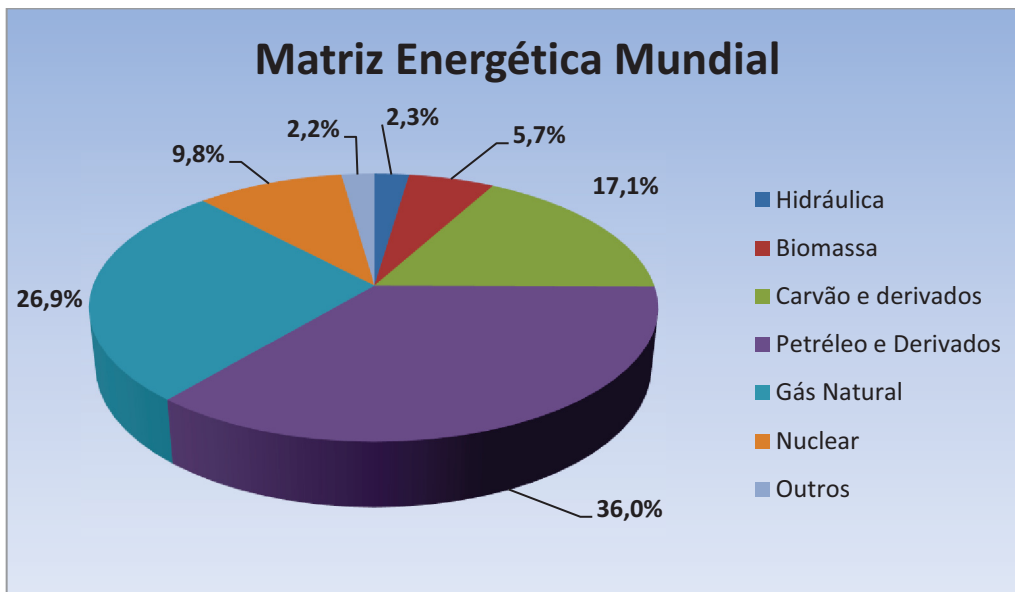


Figura 2: Matriz Energética Mundial. Ano base 2016
Fonte: IEA (International Energy Agency)

2.2 Energia Solar

O sol é considerado a fonte de energia primária mais abundante em nosso planeta. Todas as fontes de energia renováveis ou não, com exceção da energia nuclear são diferentes formas de energia solar. Considerando a quantidade de radiação que incide em nosso planeta equivale a 7.500 vezes o consumo de energia primária da população (Vichi & Mansor, 2009)

Devido aos elevados índices de incidência solar encontrados no território brasileiro, mostrado na figura 1, o potencial para produção de energia proveniente do sol é muito grande (Behenck, 2011).

Os valores de irradiação apresentados no Brasil (irradiação média anual varia entre 1200 e 2400 kWh/ m²/ano) são superiores aos da maioria dos países europeus, como Alemanha, França e Espanha. Sendo que os países citados, a utilização da radiação solar para produção de energia são amplamente disseminados (Nascimento, 2017). Além disso, na região menos ensolarada do Brasil, a região sul do Brasil, é possível gerar mais energia solar que o local com maior incidência solar que a Alemanha (INPE, 2017).

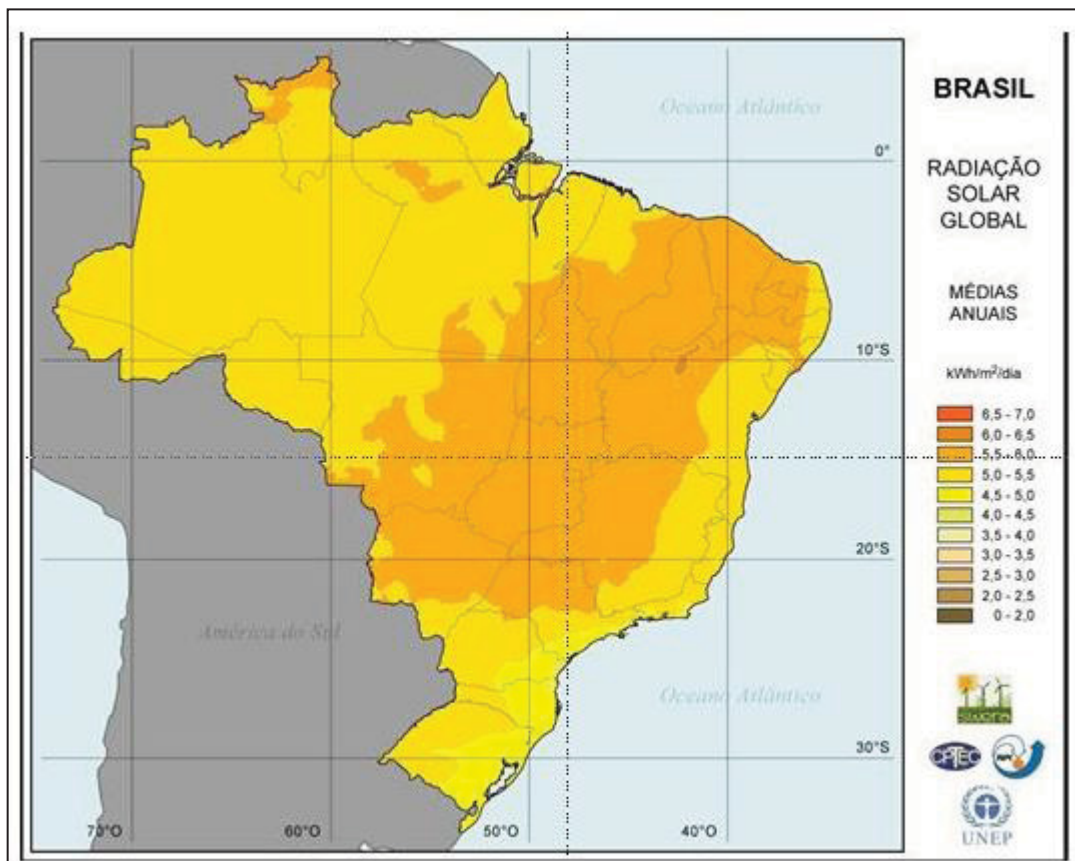


Figura 3: Média anual da radiação no Brasil

Fonte: <http://s4solar.com.br/energia-solar/mapas-solari-metricos/>

EPE (2016) cita que o Brasil recebe a irradiação solar de forma vertical, favorecendo os elevados índices em quase todo território nacional. Concomitantemente, o país está situado próximo à linha do equador, característica que não permite muita variação de incidência solar ao longo do ano, mesmo no inverno. Tais condições tornam o Brasil com potencial para o aproveitamento do recurso solar.

Diante deste potencial e concomitantemente enfrentando dificuldades na transmissão devido ao seu tamanho territorial e os constantes ajustes do valor tarifário, a energia fotovoltaica é uma opção para consumidores não sofrerem com os problemas citados e possibilita uma futura diminuição da dependência das usinas hidrelétricas, sendo esta, a principal fonte de energia da matriz energética brasileira (Alcantara, 2017).

2.3 Energia Solar Fotovoltaica

A energia fotovoltaica nada mais é que a conversão da luz solar em eletricidade. Os primeiros relatos datam de 1839 quando Edmond Becquerel

descobriu o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semiconductor produzida pela absorção de luz. Tal processo é denominado de efeito fotovoltaico (CRESESB, 2017). Em 1876 foi obtido o primeiro dispositivo a base de selênio. Mas somente em 1953, nos laboratórios Bell, nos Estados Unidos, foi desenvolvido o primeiro dispositivo viável em um substrato de silício (Sauer et al., 2006; Camara, 2011).

Ainda de acordo com Sauer et al., (2006), essa tecnologia ficou exclusiva ao ramo aeroespacial. Mas, após a primeira crise do petróleo de 1950, houve um estudo mais detalhado sobre o tema onde umas das alternativas seria o desenvolvimento de células em silício policristalino com o objetivo de baixar os custos de produção para assim, viabilizar a produção. Somente em 1990, o resultado de um estudo mostrou a viabilidade de alcançar a eficiência de conversão em 35% (em áreas de 5mm²). Consequentemente, a tecnologia de fabricação de células em silício policristalino tornou-se interessante.

Na década de 70, devido à outra crise do petróleo, agora provocada pelo embargo dos países membros da OPEP (Organização dos Países exportadores de Petróleo), a energia solar fotovoltaica começou a ganhar destaque. Tornando-se viável economicamente no atendimento de áreas isoladas produzindo energia em conjunto de baterias (sistemas off-grid). Já no final de década de 90, alguns países desenvolveram programas de estímulos à produção de energia fotovoltaica conectada a rede, além disto, havia o pagamento de tarifas-prêmio pela energia gerada. Devido aos estímulos oferecidos, houve uma forte redução dos custos dos sistemas fotovoltaicos e consequentemente a energia vem tornando-se competitiva comparada com fontes convencionais na geração centralizada (ETE, 2016).

Basicamente, o sistema fotovoltaico é composto pela celular solar, sendo a unidade básica de um módulo fotovoltaico. Os módulos fotovoltaicos, são ligados em série e em paralelo, com o objetivo de aumentar a tensão e a corrente produzida, formando assim um painel solar que irá gerar a energia fotovoltaica (Alcantara, 2017).

O inversor solar também é um componente importante, pois transforma a energia solar (corrente contínua –cc) em energia elétrica a ser utilizada nos equipamentos (corrente alternada- ac). E após a transformação, a energia estará no quadro da luz sendo distribuída para toda a casa (Portal Solar, 2016; EPE, 2016).

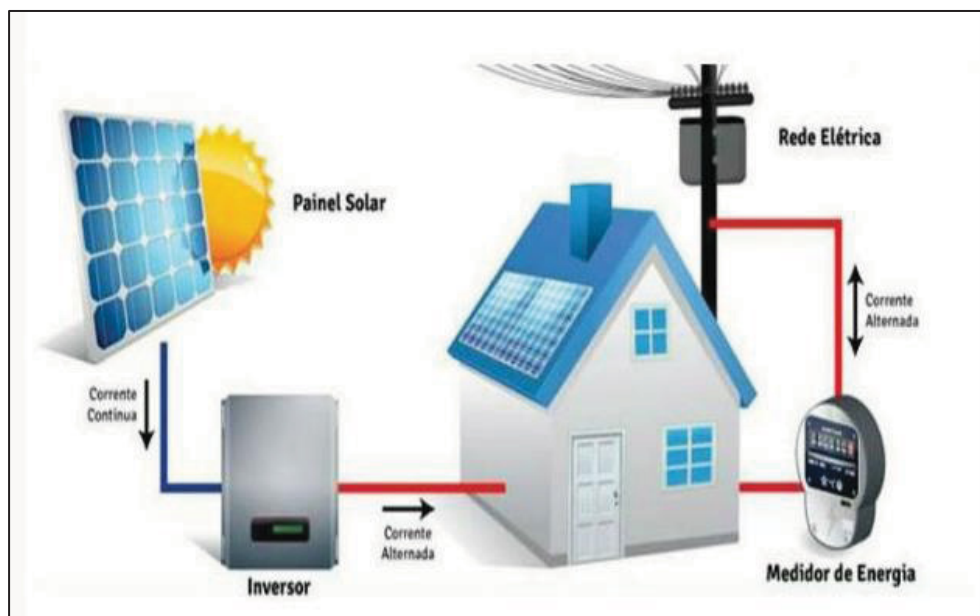


Figura 4: Esquema básico de energia fotovoltaica

Fonte: <http://enersolarbahia.com.br/site/2016/08/16/sustentabilidade-e-economia-atraem-consumidores-para-a-energia-solar/>

O painel, ou módulo fotovoltaico, é composto por determinado número de células fotovoltaicas agrupadas sendo responsável pela geração de energia conforme o tamanho e o tipo de silício utilizado. Dentre os tipos, podemos citar o mono (m-Si) ou policristalino (p-Si) e o amorfo hidrogenado (a-Si) que apresenta como característica a alta flexibilidade e bastante leve, e também são conhecidos como Filme Fino (ThinFilm). No entanto, o amorfo hidrogenado não apresenta um alto grau de eficiência se comparado com os painéis fabricados com silício mono e policristalino (Sauer, 2015).

Ainda podemos citar outras tecnologias como o telureto de cádmio CdTe e os compostos relacionados ao dissulfeto de cobre e índio. O ultimo grupo citado são elementos considerados altamente tóxicos ou raros tornando-se uma barreira para produções em grande escala (Câmara, 2011; Ruther, 2004).

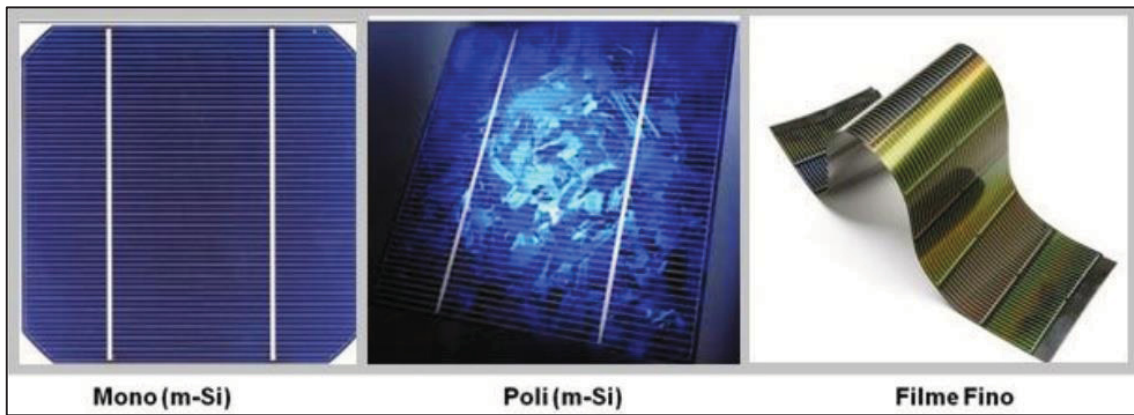


Figura 5: Modelos de painéis fotovoltaicos
Fonte:Sauer, 2015

Com a produção de energia atrelada aos painéis fotovoltaicos, o uso do inversor é essencial para o sistema. Os painéis produzem através das células fotovoltaicas um fluxo de Corrente Contínua (CC). Para que essa energia possa ser usada na casa ou no empreendimento, ela necessita ter os mesmos moldes da energia fornecida pela distribuidora, que é a Corrente Alternada (CA). Assim, o inversor é responsável em transformar a Corrente Contínua (CC) em Corrente alternada (CA) (Sauer, 2015).



Figura 6: Modelo de inversores
Fonte: Google imagens

A energia fotovoltaica é dividida entre os sistemas independentes/ autônomos ou conectada a rede. Nos sistemas autônomos ou independentes (off-grid) podem ser aplicados em locais onde não há disponibilidade de energia convencional. Além de produzir energia para residências, fazendas e alguma estrutura comercial, sua tecnologia permite utiliza-la em iluminação

publica, telecomunicação, bombeamento de água dentre outros (Benedito, 2009).

Silva (2013), relata que o sistema autônomo pode ser implementado sendo o sistema fotovoltaico como única fonte de alimentação ou tendo outras fontes para auxiliar, como nos sistemas híbridos, em que há outros geradores, podendo ser oriundo de combustíveis fósseis ou de outras fontes de energias renováveis que complementa a produção de energia fotovoltaica. No entanto, a escolha da capacidade de armazenamento bem como do poder relativo do gerador irá depender das condições de irradiação.

Já os sistemas conectados a rede (on-grid) são caracterizados por estarem conectados a rede elétrica que abastece a população. A própria concessionária faz o papel de armazenamento da eletricidade. Estes sistemas apresentam uma vantagem comparado ao sistema off-grid que é a não necessidade de instalação de baterias e controladores de carga, diminuindo os custos na aquisição dos equipamentos. Quando instalados, caso o gerador forneça mais energia do que necessário, o excesso é injetado na rede elétrica, ocasionando créditos energéticos para serem usados quando o sistema gerar uma quantidade insuficiente de energia para a casa ou empreendimento (Lessa e Ferreira, 2015).

Alcantara (2017) cita que os sistemas conectados a rede podem ser divididos em geração centralizada e geração distribuída. O primeiro sistema, a energia é ofertada por usinas de grande porte, distantes das unidades consumidoras. Já a distribuída, a oferta é por meio de usinas de menor porte e próximos das unidades consumidoras. Uma das desvantagens da geração centralizada é a necessidade de grandes linhas de transmissão além de aquisição de terrenos para sua instalação. Já o sistema distribuído, não necessita de linhas de transmissão porque a geração pode ser instalado no próprio telhado e não há necessidade de linhas de transmissão.

3. Objetivos

3.1 Geral

Avaliar a viabilidade econômica de um sistema de energia fotovoltaico em um empreendimento comercial de 440 m².

3.2 Específicos

- ✓ Realizar o levantamento de orçamentos de sistemas de energia fotovoltaicos.

- ✓ Analisar a viabilidade econômica através do Payback, VPL e TIR.

4. Material e Método

4.1. Área de Estudo

O empreendimento do estudo fica localizado no município de Itajaí no Baixo Vale do Itajaí, litoral Norte do Estado de Santa Catarina, especificamente na foz do rio Itajaí-Açu. Situado no bairro Vila Operária, o empreendimento tem o conceito de coworking, que significa uma obra de espaço compartilhado, porém com espaços de trabalho individualizados. Serão aproximadamente 26 espaços, três salas de reuniões e uma sala multiuso com a intenção de alugar por dia, hora e/ou mês.

A cobertura do empreendimento apresenta duas coberturas de 11 m x 20 m, totalizando 440 m² com aproximadamente 40° de inclinação. O telhado será de termoacústica com poliestireno tipo sanduíche, que proporciona um bom desempenho acústico a um preço menor.



Figura 7: Imagem ilustrativa do empreendimento do estudo.
Fonte: O Autor, 2018



Figura 8: Imagem ilustrativa do empreendimento do estudo
Fonte: O Autor, 2018

4.2 Método

4.2.1 Levantamento dos orçamentos para instalação de energia solar

Para o levantamento das empresas do ramo, foi realizada uma pesquisa por um sistema de busca disponível na internet. De forma aleatória foram escolhidas algumas empresas, sendo essas localizadas em Campinas-SP, São Paulo-SP, Lages-SC, Curitiba-PR e Salvador-BA. Tais empresas foram escolhidas por serem facilmente localizadas na internet e também pela simplicidade na navegação de seus respectivos sites.

Outras empresas também foram contatadas, mas nem todas responderam o interesse ou não trabalhavam na região do estudo. O primeiro contato foi feito através de correio eletrônico, na qual foi explanado sobre o interesse em instalar painéis fotovoltaicos e sobre o seu custo financeiro.

A partir do contato inicial, as empresas solicitaram informações adicionais para compor o orçamento, tais como: tipo, posição (em relação ao norte), inclinação e dimensionamento do telhado, bem como a cópia da conta de luz. No entanto, o empreendimento ainda está em fase de construção, impossibilitando o fornecimento de informações referentes ao gasto energético. Para solucionar tal problema, algumas informações foram levantadas com as empresas contatadas, devido à experiência no mercado de energia solar

fotovoltaica bem como com os engenheiros da obra. Para nível de comparação, buscou-se o gasto energético de uma sala comercial com 100m² aproximadamente, onde trabalham treze pessoas no ramo da computação. Analisando o gasto energético realizado pela concessionária CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A) a sala gasta em média 387 kw/h por mês, e conseqüentemente um gasto de R\$ 346,00 reais .

Conforme relatado, o empreendimento do estudo será maior e alocará mais pessoas. A partir disso, os valores apresentados foram extrapolados. A utilização dessa sala para comparação deve-se ao fato que os espaços para locação do empreendimento do estudo também são para pessoas que necessitam de espaço para trabalho com computadores. Portanto, concluiu-se que o gasto energético mensal seria de aproximadamente 1.800 kw/h. Valor que poderá variar de acordo com as locações das salas.

4.4 Análise do Investimento

A análise econômica de um projeto de investimento pode ser elaborada segundo vários enfoques, revertendo-se em vários indicadores que demonstram se o projeto é viável economicamente ou não. Dentre as análises, podemos citar: valor presente líquido (VPL), taxa Interna de retorno (TIR) e payback simples ou descontado (Marquezan e Brondani, 2006). Para cálculo dessas taxas, foi empregado o software Excel com o pacote Microsoft Office 2007. Importante ressaltar que a análise econômica do estudo é baseada em aproximações, uma vez que a tarifa de energia é um preço variável, ou seja, a existência de bandeiras tarifárias foi desconsiderada.

4.4.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

De acordo com Garran (2018), a taxa mínima de atratividade “trata-se de uma taxa de juros que representa o mínimo que o investidor se propõe a ganhar quando aplica seus recursos”. Para estimar a TMA, basta utilizar as taxas de juros praticadas no mercado (Tramontim e Silveira, 2017), sendo que, para o presente estudo, a taxa utilizada como referência foi proveniente do

capital investido em poupança. A decisão por esse investimento deve-se ao fato que não precisa descontar o imposto de renda.

4.4.2 Payback Simples

O payback simples tem por objetivo analisar o período necessário para que o fluxo de caixa acumulado se torne positivo, considerando que o fluxo de caixa seja o investimento realizado no primeiro período e as receitas estarão nos anos subsequentes (Abinee, 2015).

O cálculo do payback simples é definido como:

PB (payback) = investimento inicial/ fluxo de caixa

O payback simples indica que o retorno do investimento acontece entre o ano x e o ano y. Portanto, para determinar exatamente o mês de retorno, foi aplicada uma regra de três simples, indicando a fração do período correspondente ao total que falta para a recuperação.

R\$ receita que falta para o retorno → 12 meses

R\$ Receita Líquida → x

A análise do payback, juntamente com outros indicadores como o valor presente líquido (VPL) e Taxa interna de retorno, possibilitará demonstrar informações entre a relação entre valor e tempo de retorno do investimento (Marquezan e Brondani, 2006)

4.4.3 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL (Valor presente líquido) tem por objetivo trazer para o presente os valores futuros de um fluxo de caixa e comparar com o investimento inicial. A partir dessa análise, considera-se que o valor do dinheiro muda ao longo do tempo (Eletrobras, 2009).

$$Vpl = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Fct}{(1+i)^n}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FC = Fluxo de caixa

i = Taxa mínima de atratividade

t = Momento em que o fluxo de caixa ocorreu

n = Período de tempo

Em caso de VPL positivo, o resultado indica que as receitas do projeto superam o valor investido. Dessa forma, os casos considerados economicamente viáveis são os que representam VPL maior que zero (Abinee, 2015).

4.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

De acordo com Eletrobras (2009), a taxa interna de retorno “é a taxa de juros que determina o ponto de equilíbrio em um investimento, quando comparado ao valor presente e ao valor do investimento. Portanto, se a taxa de juros que faz o valor presente líquido (VPL) ser igual a zero, o investimento não apresenta prejuízo.

$$CF_0 \sum \frac{CF_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Onde:

TIR = Taxa interna de retorno

CF = Fluxo de caixa

n = Período do movimento no fluxo de caixa

5. Resultado e Discussão

Para o presente estudo, realizou-se orçamentos com cinco diferentes empresas. Todas relataram que só seria possível a instalação dos painéis em apenas um dos lados do telhado. Tal fato, deve-se que a posição escolhida pelas empresas estão orientadas ao Norte.

Segundo Ruther (2004), a orientação solar favorável para a instalação dos painéis fotovoltaicos para a região do estudo são as superfícies voltadas para o Norte geográfico no hemisfério Sul, pois permite maior captação da energia proveniente do Sol. Todas as empresas relataram tal informação e, conseqüentemente, a instalação dos painéis fotovoltaicos só é possível em apenas uma parte do telhado, conforme mostra a figura 3.

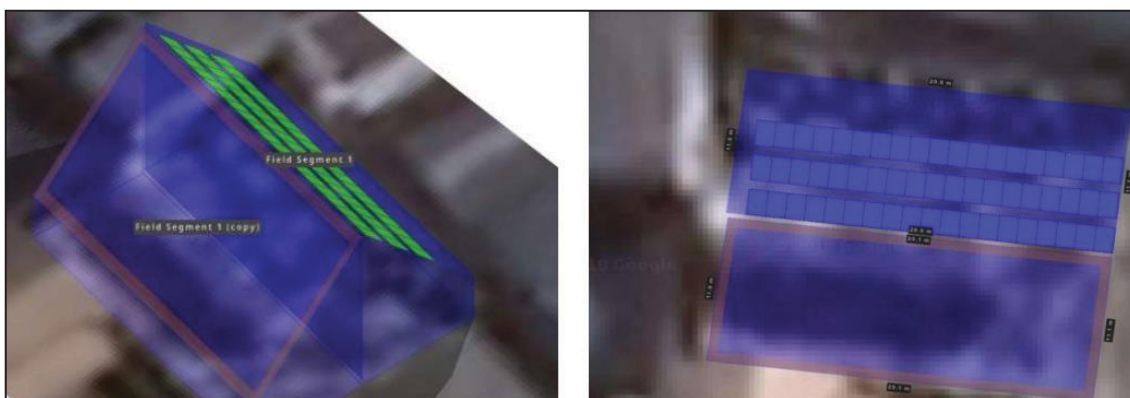


Figura 9: Imagem fornecida na proposta enviada pela empresa especializada

As cinco empresas procuradas enviaram orçamentos mostrando os equipamentos necessários para alcançar a meta estipulada de energia consumida. Também se responsabilizaram em resolver as questões burocráticas junto a concessionária. A Tabela 1 mostra o número de painéis fotovoltaicos, bem como o orçamento, que inclui desde os equipamentos e sua respectiva instalação. Importante ressaltar que o orçamento é referente ao pagamento a vista.

Tabela 1: Orçamentos enviados pelas empresas

Empresa	Orçamento (R\$)	Número de painéis fotovoltaicos
Empresa 1	104.357,89	57
Empresa 2	83.490,00	55
Empresa 3	73.836,80	54

Empresa 4	63.500,00	63
Empresa 5	82.900,00	56

Os orçamentos enviados mostraram uma variação de R\$ 40.857,89. Tal fato indica a importância em fazer um levantamento de preços antes de qualquer definição, devido a quantidade de empresas no mercado atualmente. As marcas mais usadas nos orçamentos apresentados foram a JA Solar e a Canadian Solar. Segundo Meyer (2018), as duas marcas citadas estavam entre as 10 maiores produtoras de painéis fotovoltaicos do mundo nos anos de 2016 e 2017.

Ressalta-se também que todas as empresas contatadas mostraram-se abertas a negociações, onde poderiam trocar as marcas do sistema fotovoltaico para baratear os custos ou até mesmo diminuir a potência do sistema fotovoltaico. Em outras palavras, não existe uma fidelidade entre determinada marca e determinada empresa.

Nos orçamentos, também foram enviados a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para produção de energia desejada. A empresa 4 indicou a maior quantidade de painéis, totalizando 63, enquanto a empresa 3 a menor quantidade, de 54 painéis.

Em relação ao payback simples, foi elaborada a tabela 2 demonstrando a depreciação do valor investido para cada orçamento enviado. O fluxo de caixa foi o valor economizado da conta de luz em relação ao custo de implantação do sistema (Tabela 1) multiplicado por 12 meses. Portanto, foi necessário estipular o custo médio da energia fornecida pela concessionária (CELESC) para o empreendimento. O valor cobrado atualmente é de R\$ 0,67 e, conseqüentemente, teríamos um gasto anual referente a energia consumida de aproximadamente R\$ 14.472,00. O período de análise do projeto foi de 25 anos. Tempo esse de garantia de funcionamento dos painéis fotovoltaicos ofertados pelas empresas.

Ressalta-se, que nenhuma empresa disponibilizou os custos de manutenção, uma vez que tal custo depende de uma série de fatores que pode variar ao longo da vida útil dos equipamentos. Segundo Lopes e Dalto (2017), a

manutenção dos equipamentos é praticamente nula, porque a única atividade será a limpeza dos painéis, devido ao acúmulo de sujeira.

Todas as empresas indicaram que os painéis fotovoltaicos apresentam garantia de 25 anos. A partir dessa informação, esse período citado foi usado para análise de payback.

Tabela 2: Análise Payback Simples detalhada

Ano	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
0	-104.357,89	-83.490,00	-73.836,80	-63.500,00	-82.900,00
1	-89.885,89	-69.018,00	-59.364,80	-49.028,00	-68.428,00
2	-75.413,89	-54.546,00	-44.892,80	-34.556,00	-53.956,00
3	-60.941,89	-40.074,00	-30.420,80	-20.084,00	-39.484,00
4	-46.469,89	-25.602,00	-15.948,80	-5.612,00	-25.012,00
5	-31.997,89	-11.130,00	-1.476,80	8.860,00	-10.540,00
6	-17.525,89	3.342,00	12.995,20	23.332,00	3.932,00
7	-3.053,89	17.814,00	27.467,20	37.804,00	18.404,00
8	11.418,11	32.286,00	41.939,20	52.276,00	32.876,00
9	25.890,11	46.758,00	56.411,20	66.748,00	47.348,00
10	40.362,11	61.230,00	70.883,20	81.220,00	61.820,00
11	54.834,11	75.702,00	85.355,20	95.692,00	76.292,00
12	69.306,11	90.174,00	99.827,20	110.164,00	90.764,00
13	83.778,11	104.646,00	114.299,20	124.636,00	105.236,00
14	98.250,11	119.118,00	128.771,20	139.108,00	119.708,00
15	112.722,11	133.590,00	143.243,20	153.580,00	134.180,00
16	127.194,11	148.062,00	157.715,20	168.052,00	148.652,00
17	141.666,11	162.534,00	172.187,20	182.524,00	163.124,00
18	156.138,11	177.006,00	186.659,20	196.996,00	177.596,00
19	170.610,11	191.478,00	201.131,20	211.468,00	192.068,00
20	185.082,11	205.950,00	215.603,20	225.940,00	206.540,00
21	199.554,11	220.422,00	230.075,20	240.412,00	221.012,00
22	214.026,11	234.894,00	244.547,20	254.884,00	235.484,00
23	228.498,11	249.366,00	259.019,20	269.356,00	249.956,00
24	242.970,11	263.838,00	273.491,20	283.828,00	264.428,00
25	257.442,11	278.310,00	287.963,20	298.300,00	278.900,00

Conforme mostra a Tabela 3 podemos observar que a empresa 4 apresentou o melhor payback, ou seja, no quinto ano o capital investido é recuperado. Em seguida, as empresas 2, 3 e 5 apresentaram o mesmo payback (ano 6), e enquanto a empresa 1 resultou em um payback no ano 8.

Devido a três empresas apresentarem o mesmo ano em que o capital investido é recuperado, a Tabela 4 nos indicará o tempo de retorno do investimento juntamente com os meses. Conseqüentemente, uma análise mais definida a título de comparação.

Tabela 3: Payback simples

Empresas	Payback Simples
Empresa 1	7 anos e 2,5 meses
Empresa 2	5 anos e 9,12 meses
Empresa 3	5 anos e 1,2 meses
Empresa 4	4 anos e 4,56 meses
Empresa 5	5 anos e 8,64 meses

Conforme alguns autores, somente a análise do payback simples não fornece condições para analisar se o investimento em questão é aceitável, sendo que a presente análise não leva em consideração o valor do dinheiro no decorrer do tempo. A partir dessas considerações, foram calculados o Valor presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) para todas as propostas.

Para as análises citadas, foi necessária a utilização da taxa mínima de atratividade, que para o presente estudo foi de 6,5%. Valor esse utilizado para caixa de poupança nos dias atuais.

Tabela 4: Análise do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Empresas	VPL	TIR
Empresa 1	72.169,78	13,25%
Empresa 2	93.037,67	16,99%
Empresa 3	102.690,87	19,37%
Empresa 4	113.027,67	22,65%
Empresa 5	93.627,67	17,12%

Analisando os valores presentes líquidos dos orçamentos, todas mostraram-se positivos, ocasionando lucro em todos os cenários, variando de R\$ 72.169,78 a 113.027,67. Em relação a Taxa Interna de Retorno, a qual indica a capacidade do investimento em gerar lucro, todos os cenários apresentados mostraram-se viáveis e com taxas interessantes, se comparadas como outros investimentos de maiores riscos.

6. Conclusão

Neste estudo, foi possível verificar que a instalação de um sistema fotovoltaico é viável economicamente, uma vez que apresentou TMA e TIR favoráveis. Apesar de o investimento ser inicialmente alto, existem várias formas de parcelamento e com taxa de juros atrativas para aquisição, o que facilita e viabiliza o investimento para as diversas faixas da sociedade. Nos últimos meses, o próprio Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) alterou as regras para financiamento de pessoas físicas e jurídicas, com o objetivo de incentivar a instalação de painéis solares e, conseqüentemente, aumentando a produção de energia solar.

No entanto, para o empreendimento em estudo, deve-se aguardar a finalização das obras, bem como o pleno funcionamento para verificar o real gasto energético. Essa informação é importante para analisar a potência do sistema fotovoltaico a ser instalado. No coworking, há várias salas para alugar e, dependendo da oferta e procura, poderá haver baixo ou alto gasto energético que irá variar de acordo com a locação das salas.

7 Referências Bibliográficas

ABINEE. **Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Viabilidade Econômica.**

Instituto de Energia e Ambiente da USP. São Paulo. 2015.

ALCANTARA, E. **Estudo de viabilidade técnica e econômico-financeira para a implementação de sistema fotovoltaico em condomínio residencial com conexão a rede de distribuição de energia elétrica.** 2017. 70p. Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2017.

ALFAIA, J. R. A. **Microprodução com energia solar: Comparação e análise econômica da viabilidade econômica das diferentes soluções de produção no novo enquadramento legal.** 2012. 80p Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrônica de computadores. Covilhã, Portugal. 2012.

BEN. **Balço Energético Nacional 2017: Ano base 2016 / Empresa de Pesquisa Energética.** – Rio de Janeiro : EPE, 2017

BEHENCK, I. S. **Estudo comparativo da viabilidade de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, através do software homer.** 2011. 106p Trabalho de conclusão ao curso de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Escola Politécnica. 2011.

BENEDITO, R. S. **Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório.** 2009. 105p. Dissertação de Mestrado: Programa de Pós-graduação em Energia, USP, São Paulo. 2009.

CÂMARA, C, F. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.** 2011. 67p Trabalho de graduação do departamento de Engenharia. Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2011.

CRESESB. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito.** Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

ELETROBRAS. **Análise econômica de investimento: guia básico.** 2008.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: Produção e Uso da Energia**. Rio de Janeiro. junho/2016.

GARRAN, F. **Taxa Mínima de Atratividade**. Disponível em: <https://www.mundofinanceiro.com.br/10-things-you-can-learn-about-fashion-from-walruses/>. Acesso em 14/06/18.

IEA. **Key World Energy Statistic**. International Energy Agency. Setembro.2017.

INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar.2ed**. São José dos Campos-SP. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2017. 88p.

LESSA, J. F. J.; FERREIRA B, R. **Dimensionamento e Viabilidade de Sistema Fotovoltaico On Grid**. 2015. 6p. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. 2015.

MARQUEZAN, L. H. F.; BRONDANI, G. **Análise de investimentos**. Revista eletrônica de contabilidade. Volume III N.1 Janeiro-Junho de 2006.

MEYER, R. **Os 10 maiores fabricantes de painel solar do mundo -2018**. Disponível em <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/painel-solar/os-10-maiores-fabricantes-de-painel-solar-em-2017.html>. Acessado em 21/06/2018.

NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas**. Estudo técnico. Brasília. Março, 2017. 47p. Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos. Câmara dos Deputados.

PORTAL SOLAR, 2016. <https://www.portalsolar.com.br> . Acessado em 24 de novembro de 2017.

RUTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.114p.

SAUER, C. **Análise da viabilidade econômica para instalação de microgeradores fotovoltaicos conectados á rede distribuidora (on grid). Análise de Payback**. 2015. 53p. Trabalho de conclusão de curso de

Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul- UNIJUI. Santa Rosa. 2015.

SAUER, I. L.; QUEIROZ, M. S.; MIRAGAYA, J. C. G.; MASCARENHAS, R. C.; JÚNIOR, A. R. Q. Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobrás. **Bahia Análise & Dados**, v.16, n. 1, p. 9-22, 2006.

SHAYANI, R. A.; OLIVERIA, M. A. G.; Camargo, I, M, TOLEDO. **Comparação do custo entre energia solar e fontes convencionais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO. 2006. BRASÍLIA. Política Publica para energia: Desafios para o próximo quadriênio. Brasília. 31 de maio a 02 de junho de 2006.

SILVA, K. S. **Metodologia para Análise Preliminar da Disponibilidade de Áreas para Implantação de Painéis Solares Fotovoltaicos com Dados LIDAR**. 2013. 104p. Trabalho de Pós Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

TRAMONTIN, B.; SILVEIRA, R.S. **Análise de Viabilidade Econômica da Utilização de Energia Fotovoltaica em um Posto de Combustível**. 2017. 48p. Trabalho de Conclusão do curso em Engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão. 2017.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C. Energia, Meio Ambiente e Economia. Brasil no Contexto Mundial. **Revista Química Nova**. São Paulo Vol. 32, No. 3, 757-767, 2009.