

Gerador solar fotovoltaico para residências: comprar ou arrendar?

Autor: Eng. Karen Sanford (UFRGS) karensanford@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Ribeiro de Macedo (UFRGS) guilherme.macedo@ufrgs.br

Resumo: A classe tarifária residencial de energia elétrica possui uma elevada representatividade no mercado regulado de energia do Brasil. O setor residencial tem nas mãos um poder expressivo de mudança, considerando não só oportunidades de melhoria relacionadas ao planejamento de energia, mas também na redução de emissão de gases poluentes, através do uso de energias renováveis e redes inteligentes de energia. Os “*prosumers*” são os novos agentes das redes inteligentes, em que produtores e consumidores de energia tornam-se um só. O presente trabalho tem como objetivo avaliar economicamente um projeto solar residencial nas modalidades de compra e arrendamento, utilizando-se de métodos de engenharia econômica e conceitos de *leasing*. Em conclusão, é possível constatar que atualmente investir na compra de sistema solar já é uma opção rentável, apresentando um excelente *payback*. De outro lado, embora o *leasing* hoje não apresente vantagens econômicas, percebe-se que existe a possibilidade de melhoria no futuro.

Palavras-chave: Sistemas solares; avaliação econômica; *leasing*.

1. Introdução

O consumo de energia elétrica no Brasil veio crescendo a uma taxa de quase 3% ao ano no quinquênio de 2008 a 2012, tendo registrado em 2012 mais de 448 TWh de consumo no país, uma variação 3,5% positiva em relação ao ano anterior. O setor residencial, responsável pela participação de 26,3% deste total, é a segunda classe que mais demanda energia considerando consumidores nos ambientes de contratação regulado e livre, perdendo somente pelo consumo da classe industrial, o qual representa 40,9% (EPE, 2013). Analisando informações de consumidores pertencentes somente ao mercado regulado, é possível verificar que a classe líder no consumo de energia é a classe residencial, responsável por mais de 85% desta fatia, além de ser aquela que fornece a maior receita para as distribuidoras de energia, de apresentar o maior número de unidades consumidoras e de pagar a maior tarifa de energia elétrica, conforme dados da Figuras 1 (ANEEL, 2014).

Classe de Consumo	Consumo de Energia Elétrica MWh	Receita de Fornecimento de Energia Elétrica com Tributos	Número de Unidades Consumidoras	Tarifa Média de Fornecimento com Tributo
Residencial	126.516.540,53	R\$ 49.594.485.701,92	750.310.800	392,00
Comercial, Serviços e Outras	77.804.932,36	R\$ 28.943.052.896,28	63.930.828	372,00
Rural	16.154.309,38	R\$ 3.753.776.859,81	50.292.048	232,37
Industrial	61.783.150,43	R\$ 18.533.267.618,23	6.950.871	299,97
Poder Público	14.657.932,34	R\$ 5.281.810.532,71	6.544.242	360,34
Iluminação Pública	13.622.452,63	R\$ 2.941.507.930,76	1.047.115	215,93
Rural Aquicultor	378.201,52	R\$ 69.451.611,07	944.698	183,64
Serviço Público (água, esgoto e saneamento)	12.059.390,48	R\$ 3.013.578.179,44	927.560	249,89
Rural Irrigante	5.215.455,46	R\$ 841.283.122,31	865.847	161,31
Consumo Próprio	528.217,12	R\$ 181.511.452,87	111.742	343,63
Serviço Público (tração elétrica)	686.471,38	R\$ 175.481.457,74	9.288	255,63
Totais	329.407.053,63	R\$ 113.329.207.363,14	881.935.039,00	344,04

Figura 1 – Quadro comparativo de nº de consumidores, consumo em MWh, receita e tarifa média, por Classe de Consumo no Brasil, no ano de 2013.

Fonte: ANEEL (2014)

O Brasil vem sofrendo algumas complicações no que diz respeito ao planejamento de energia e no ano de 2014 tornou-se ainda mais evidente a demanda por mudanças, citando por exemplo o caso dos diversos anúncios da ANEEL aprovando uma série de reajustes tarifários em todos os estados, aumentando as faturas de energia das residências em porcentagens que vão desde 5,8% até 42,02% (BORBA, 2014). No mundo, 22% do consumo de energia elétrica e 21% do total das emissões de gases de efeito estufa são do setor residencial, o que faz sentido um movimento de programas de redução tanto de demanda de energia quanto de emissões de gases (RAI; SAGRIN, 2012; IEA, 2013). Com estes números crescendo frequentemente, é questionável a forma como será atendida esta demanda, suprindo requisitos de segurança e estabilidade. As *smart grids* tornam-se fundamentais no planejamento energético não só do Brasil, mas do mundo todo. Uma rede inteligente possibilita a resposta rápida à crescente demanda e o trabalho com eficiência energética de maneira simplificada, além de possibilitar a integração de uma variedade de fontes de energia renovável, reduzindo picos de consumo e estabilizando o sistema elétrico (IEA, 2010). Um novo modelo de geração que permita existir ao mesmo tempo geração centralizada e descentralizada está sendo estabelecido, em que qualquer usuário pode produzir a sua própria energia tornando-se simultaneamente produtor e consumidor, os chamados “*prosumers*”. Certamente o mercado de energia precisará adequar-se para fazer uso pleno tanto dos grandes produtores centralizados quanto dos pequenos produtores distribuídos (CGEE, 2012). No Brasil, a micro e mini geração descentralizada já é realidade desde 2012, ano em que a ANEEL lançou a Resolução Normativa nº 482, a qual estabelece condições de acesso de micro e mini geradores

distribuídos à rede elétrica e o funcionamento do Sistema de Compensação de Energia no país. Na prática, isto significa que qualquer pessoa física ou jurídica que deseje instalar em sua residência ou em sua empresa um gerador de energia elétrica com potência instalada de até 100 kW ou de 100 kW até 1MW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada (misto de gerador solar com gerador diesel, por exemplo), poderá fazê-lo de maneira regularizada e legal em qualquer Estado do país. Com a instalação realizada e após o procedimento de análise e inspeção pela distribuidora de energia do local, o consumidor poderá usufruir do sistema de compensação, o qual permite que toda a energia produzida pelo gerador instalado seja descontada da fatura mensal de eletricidade, e tudo aquilo que for gerado a mais e não consumido, gera um crédito para ser descontado no mês seguinte, sendo que estes créditos poderão ser utilizados em até 3 anos (ANEEL, 2012).

Dentre as diversas estratégias de redução de consumo e emissões de gases GHG, como o uso de aplicações de eficiência energética e a construção de prédios e casas focando no menor consumo de energia, a difusão de tecnologias de micro geração, particularmente instalações de sistemas fotovoltaicos em telhados, representam uma opção chave para encontrar estas metas de redução no setor residencial (EPRI, 2007 *apud* (RAI; SAGRIN, 2012). A fonte solar, assim como as demais renováveis, produz energia através de processos naturais que são reabastecidos constantemente, como é o caso também dos recursos eólicos, de biomassa, água, geotérmicos e das ondas. A introdução destas fontes de energia nas redes de eletricidade aumentam a capacidade de geração do sistema e as Redes Inteligentes permitem seu uso através da integração destas e outras tecnologias de maneira que o custo seja acessível ao consumidor (IEA, 2011). Nos EUA, este movimento já vem ocorrendo há alguns anos devido a taxa de crescimento da procura por sistemas solares principalmente do setor residencial e comercial, permitindo que governo, instaladores e bancos organizassem uma estrutura financeira adequada para acompanhar a aceleração do mercado de energia solar. O investimento inicial para adquirir um projeto solar é alto, porém, as instituições financeiras criaram mecanismos como o *Leasing* (Arrendamento Mercantil) e *PPA (Power Purchase Agreement)* para facilitar o acesso aos sistemas solares e beneficiar os desenvolvedores/instaladores, investidores e consumidores residenciais/comerciais (PWC, 2013).

Tendo em vista as mudanças que vem ocorrendo no sistema de eletricidade mundial e brasileiro com a inserção das tecnologias de redes elétricas inteligentes e o uso de

aplicações de energia solar no setor residencial, este artigo tem como objetivo principal simular a avaliação econômica de um projeto solar fotovoltaico para residências, nos cenários de compra e *leasing* do sistema. Como objetivos secundários, o trabalho pretende (i) comparar os principais indicadores (ii) listar vantagens e desvantagens de ambas as opções de compra e arrendamento.

Sobre as delimitações deste artigo, é importante salientar que será escolhido um tipo de consumidor de energia e que será considerado somente a implantação de um projeto na cidade de Porto Alegre, considerando os fatores climáticos da cidade e utilizando tarifas de umas das concessionárias locais. O trabalho não entrará em detalhes técnicos sobre como foi escolhido o projeto e quais informações basearam a definição do número de placas solares, inversor, etc. O projeto considerado no trabalho é do tipo conectado em rede de energia elétrica, e o intervalo de preços de projeto por Watt instalado foi selecionado de acordo com acompanhamento de informações de mercado e definido em R\$6.000,00 e R\$ 7.500,00 por Watt instalado. Não é intenção do trabalho apresentar todas as técnicas de avaliação econômica e nem analisar questões tributárias e fiscais no fluxo de caixa de ambas as opções de arrendamento e compra do sistema solar.

O trabalho está estruturado em 5 seções: a primeira seção apresentou o contexto, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho. Na seção 2 será apresentada a teoria relacionada aos conceitos de arrendamento e avaliação econômica de investimentos. Na seção 3 será estabelecida a metodologia de pesquisa e o método de trabalho deste estudo; na seção 4 será realizada a aplicação prática para atingir os objetivos definidos no trabalho, e na última e quinta seção, será apresentado uma consideração final, incluindo as conclusões desta pesquisa.

2. Referencial teórico

O presente referencial teórico foi dividido em 2 subseções. A primeira apresentará o conceito de arrendamento mercantil (*leasing*) e a segunda subseção apresentará fundamentos de avaliação econômica de investimentos.

2.1. Arrendamento mercantil ou *leasing*

O *leasing* é uma forma de possuir um bem sem comprá-lo, seguindo o princípio de que o lucro vem da sua utilização e não de sua propriedade (CHIMISSO, 2013). Para Motta e Calôba (2002), a operação de *leasing* é permitida para qualquer pessoa física ou jurídica que

esteja sediada no país e financia integralmente qualquer imóvel novo ou usado ou bem móvel, de fabricação nacional ou estrangeira sem que a pessoa se descapitalize.

De acordo com Motta e Calôba (2002), os elementos básicos do *leasing* são:

- Arrendadora: é a empresa de *leasing* que investe capital na compra de um bem desejado por seu cliente segundo suas especificações, entrega este bem garantindo sua posse e o arrenda por certo prazo;

- Arrendatária: é o usuário do bem arrendado, podendo ser pessoa física ou jurídica e quem deverá pagar contraprestações pelo uso do bem, até devolvê-lo ao fim do contrato ou continuar a utilizá-lo mediante renovação do contrato;

- Fornecedor: é a empresa que fabrica o bem a ser vendido, geralmente um intermediário que presta serviços técnicos e de manutenção ao arrendatário;

- Contrato de arrendamento mercantil: é o documento que vincula proprietário (aquele que recebe a contraprestação e a propriedade do bem) e usuário do bem (aquele que utiliza e conserva o bem a ser arrendado);

- Objeto do arrendamento; é o bem que será arrendado;

- Período de arrendamento: duração estipulada no contrato. No Brasil o período mínimo é de 24 meses para bens com vida útil igual ou inferior a 5 anos. Não existem prazos máximos para *leasing*;

- Contraprestações: é o valor devido a cada período pela arrendatária, o mínimo valor pago pela utilização do bem. O cálculo é feito multiplicando-se um mais um coeficiente (conhecido como margem) pelo valor original do bem. O valor resultante é transformado em série uniforme anual equivalente. As prestações podem ser prefixadas, utilizando-se algum indexador financeiro para seu reajuste;

- Valor residual garantido (VRG): é o percentual ou importância do valor total do bem determinado entre as partes que ao final do período de arrendamento, a Arrendatária possa adquirir o referido bem. A fixação de um VRG maior ou menor determina também o valor da contraprestação.

O tratamento contábil e fiscal do *leasing* determina que o bem em questão, de propriedade da arrendadora, seja registrado como seu ativo imobilizado. Dessa maneira, é a arrendadora quem disfruta dos benefícios de depreciação do bem, podendo ser dedutível do Imposto de Renda. As contraprestações recebidas são nomeadas como Receita da Intermediação Financeira e são integralmente tributáveis (MOTTA; CALÔBA, 2002).

No lado da arrendatária, o contrato de arrendamento não representa uma compra, de forma que o bem arrendado não é alocado ao Ativo Permanente da Empresa, o que não permite a ela o benefício da depreciação. Porém, as contraprestações pagas podem ser lançadas como custos ou despesas operacionais e, portanto, são totalmente dedutíveis do lucro tributável na demonstração de resultados, desde que obedecidos os pressupostos fiscais vigentes (MOTTA; CALÔBA, 2002).

As modalidades do *leasing*: operacional, financeiro e *sale and lease back*. A primeira é a operação realizada diretamente entre o fabricante do bem e seus usuários. Na maioria das situações é realizada para arrendar equipamentos de alta tecnologia que, apesar de possuírem vida útil superior ao prazo de arrendamento, tornam-se tecnologicamente obsoletos. Os contratos são de curto e médio prazo, por exemplo de 2 a 5 anos podendo ser rescindíveis a qualquer momento, tendo o arrendatário a opção de compra ao final do contrato. Outra característica do *leasing* operacional é a responsabilidade do arrendatário pela manutenção do equipamento, podendo também ser de responsabilidade da empresa de *leasing*. Normalmente a empresa arrendadora oferece serviços de assistência técnica, aproveitando sua capacidade instalada e *know how* (MOTTA; CALÔBA, 2002; AMADOR, 2002). Ainda nesta modalidade, os pagamentos realizados pelo arrendatário remuneram o custo de *leasing* do bem e os serviços inerentes a sua colocação à disposição do arrendatário, não podendo o valor presente dos pagamentos ultrapassar a 90% do custo do bem. O prazo contratual do *leasing* operacional precisa ser inferior a 75% do prazo de vida útil econômica do bem. O arrendatário pode também optar pela compra do bem por seu valor de mercado (AMADOR, 2002). Geralmente os leasings operacionais não são completamente amortizados e por isso a empresa de *leasing* necessita recuperar o custo integral do ativo renovando o *leasing* para outro arrendatário ou vendendo o ativo por seu valor residual, o que explica porque as empresas de *leasing* realizam as despesas com manutenção e assistência técnica e as inclui no valor do arrendamento (AMADOR, 2002).

O *leasing* financeiro é composto por três elementos: o fabricante do bem que tem como objetivo vender seu produto, a empresa de arrendamento que lucra com taxas de juros das parcelas e a empresa que necessita do bem e que evita despendar grandes quantias para comprar o bem (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Esta operação na realidade aproxima-se de um empréstimo que possui como garantia o ativo contratado, o qual é amortizado por meio de parcelas ao longo de um período que corresponde à vida útil do bem. Durante o contrato, o ativo pertence à financiadora ou

arrendadora, e não ao arrendatário. Assim como no *leasing* operacional, as despesas com manutenção, seguros, impostos e reparos são de responsabilidade do arrendatário, embora não seja possível rescindir o contrato, tendo este que quitar as parcelas até o final. Ao terminar o contrato, o arrendatário pode comprar o bem pelo valor residual previamente contratado (VRG), podendo renovar o contrato por um novo prazo, com taxas mais baixas, e tendo o VRG como principal, ou a opção de devolução do bem à arrendadora. O *sale and lease back* seria quando uma empresa vende o bem imobilizado a um banco ou empresa de *leasing* para obter recursos financeiros na forma de capital de giro e para redução do seu ativo permanente. Mesmo vendendo o bem, a empresa segue com o uso do equipamento na forma de arrendamento e tem a opção de recompra ao término do contrato (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Para Amador (2002), o valor residual é obrigatório e deve ser definido no contrato, para que ao final do prazo do arrendamento a empresa arrendatária possa exercer a opção de compra do bem por este valor. Este valor geralmente é expresso como uma porcentagem no valor do bem e para toda operação de *leasing* existe um valor residual ótimo adequado, que pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$VRo = 1 - \left(\frac{n}{0,7 \times t} \right)$$

Onde

t = prazo em anos de vida útil do bem;

n = prazo de operação do *leasing*;

VRo = valor residual ótimo para a empresa arrendatária

Existe uma resolução do Banco Central do Brasil de nº 2.309 que estabelece que o valor residual possa ser livremente pactuado, podendo ser, inclusive, o valor de mercado do bem para o *leasing* financeiro. Para o *leasing* operacional, o valor residual deve ser o valor de mercado do bem arrendado (AMADOR, 2002).

A prestação do *leasing*, segundo Amador (2002), pode ser feita de diversas maneiras, entre elas utilizando os sistemas *Price* e SAC (Sistema de Amortização Constante). No primeiro sistema, as prestações são iguais e consecutivas a partir do momento em que começam a ser amortizadas, portanto as amortizações são crescentes e o valor dos juros decrescente. O SAC consiste em fazer com que todas as amortizações sejam iguais. Assim, o valor da prestação e dos juros é decrescente, pois incide sobre o valor devedor. Para fins deste trabalho, será apresentado a forma de cálculo do Sistema SAC, o qual será utilizado no estudo.

$$PE_{\left(\frac{ISS}{PIS}\right)} = \frac{(Am + J)}{1 - (\%ISS + \% PIS)}$$

$$PE = Am + J$$

$$J = i \times Sdi$$

$$Am = \frac{SDi}{n}$$

$$Sdi = Vb - \frac{Vr}{1 + I^n}$$

$$PE_{\left(\frac{ISS}{PIS}\right)} = \text{valor da prestação com ISS e PIS}$$

Onde:

Sdi = saldo devedor inicial da arrendatária

Vb = Valor do bem objeto de *leasing*

Vr = Valor residual

i = taxa de juros cobrados pela empresa de *leasing*

n = período de *leasing*

% ISS = alíquota de ISS incidente sobre a PE

% PIS = alíquota de PIS incidente sobre a PE

Com relação à tributação de Imposto de Renda específico para o caso do estudo, a Resolução nº2.309/96 do Banco Central do Brasil na época aprovou o *leasing* para arrendatário pessoa física. Porém, não houve contrapartida das autoridades fiscais, a fim de propiciar incentivo às pessoas físicas, tal como dedutibilidade das contraprestações, de parte delas ou dos juros, do Imposto de Renda a pagar.

2.2. Métodos de análise de investimentos

A tomada de decisão de um projeto pode seguir uma variedade de metodologias, embora se perceba algumas fases principais, como citam Motta e Calôba (2002):

- identificação de alternativas;
- estudo prévio de viabilidade das alternativas;
- seleção prévia de alternativas;
- estudo de viabilidade das alternativas escolhidas;
- análise de risco e incertezas;
- implementação das alternativas escolhidas;
- análises posteriores e melhoria do sistema de decisão.

Junto com a decisão de investir, é natural que dois fatores, os quais caminham em sentidos opostos, sejam destacados: o fator que atrai o investidor, ou seja, os retornos esperados caso o investimento seja efetivado, e o fator que afasta o investidor, o risco envolvido no investimento. Em resumo, o projeto e a análise de investimento ajudam a aumentar o nível de informação sobre todas as implicações, sejam estas desejáveis ou indesejáveis, de maneira a diminuir o nível de risco associado. Pode-se dizer que ao realizar o projeto, se está simulando a decisão de investir ou não. (CLEMENTE *et al.*, 2002). Eschenbach (2003) explica que o custo de oportunidade é definido como a taxa de retorno do pior projeto já aprovado ou do melhor projeto perdido. Além disso, realiza uma comparação de opções de investimentos utilizando a TIR (Taxa Interna de Retorno) de cada projeto em ordem decrescente e, ao jogar com TIR e valor limite planejado para financiar projetos de uma empresa, relata as dúvidas existentes entre aumentar o valor limite em x dólares para incluir mais um projeto no portfólio e aumentar os ganhos ou não fazê-lo e deixar as opções como estão. Isto é definido como o custo de oportunidade para o autor, afirmando, ainda, que este conceito é a melhor base para se escolher a TMA. O termo Taxa Mínima de Atratividade (TMA) poderá representar este custo de oportunidade ou o custo de fontes de financiamento, sejam estas fontes próprias ou de terceiros (BORDEAUX-RÊGO *et al.*, 2008). Conforme Casarotto Filho e Kopittke (2007), a proposta de investimento deve ser tão atrativa que, no mínimo, renda a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações atuais da empresa e que sejam de pouco risco. Os autores afirmam que no Brasil, para pessoas físicas, a TMA utilizada, normalmente, é a rentabilidade da poupança. Já para empresas, a determinação da TMA se torna mais complicada e é dependente, por exemplo, do prazo das alternativas de investimentos ou da importância estratégica destas alternativas.

A primeira etapa para analisar um projeto de investimento, segundo Casarotto Filho e Kopittke (2007), é realizar a projeção dos resultados da empresa e projeções de amortizações de financiamentos. Logo após, se consegue determinar os fluxos de caixa para o investimento e para os acionistas. Os autores explicam que é recomendável que o regime de caixa, ou projeções de resultados, seja integrado com o regime de competência, ou projeções de fluxo de caixa. O fluxo de caixa descontado é o método mais utilizado na análise de investimentos e é dependente da projeção dos fluxos, do valor residual estimado e da determinação da taxa de desconto (BORDEAUX-RÊGO *et al.*, 2008).

Existem diversos métodos para análise de investimentos, como o *payback* simples, *payback* descontado, valor presente líquido (VPL), taxa de interna de retorno (TIR) e índice

de lucratividade (IL) (BORDEAUX-RÊGO *et al.*, 2008). Para Casarotto Filho e Kopitke (2007), existe outro método similar ao VPL chamado valor anual equivalente (VAUE), e explicam que o VAUE, VPL e TIR são métodos básicos e exatos e o método *payback* é não exato. Afirmam, também, que os básicos são equivalentes e que cada um se adaptará melhor a determinados tipos de projeto de investimento.

Também conhecido como o tempo de recuperação de um investimento, o *payback* pode ser facilmente entendido como a razão entre os investimentos e receitas anuais, para uma série uniforme, ou seja, fluxo de caixa regular. O resultado dessa divisão será, então, o período de repagamento do investimento (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Bordeaux *et al.* (2008) explicam que o VPL e o *payback* são muito similares e que a diferença é que o VPL considera todos os fluxos de caixa e não somente o instante no tempo em que o saldo cumulativo se torna positivo. Afirmam, ainda, que pode dar um indicador de riqueza agregada, quando $VPL > 0$, ou riqueza destruída, quando $VPL < 0$. O cálculo do VPL pode ser melhor compreendido através da Equação (1), de acordo com Motta e Calôba (2002).

$$VPL = FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

Onde

FC_j = fluxo genérico para $t = [0...n]$, podendo ser positivo ou negativo.

i = taxa de desconto

j = período genérico ($j=0$ a $j=n$), percorrendo todo o fluxo de caixa

$VPL(i)$ = valor presente líquido descontado a uma taxa i

n = número de períodos

A TIR, ou taxa interna de retorno, ou taxa de retorno, pode ser entendida como um indicador relativo que diz a rentabilidade do investimento por unidade de tempo. Quando em uma alternativa de investimento a TIR é maior que a TMA, esta alternativa deverá ser considerada. Se não, será desconsiderada. Esta taxa pode ser definida como aquela taxa de desconto que anulará o VPL resultante da soma de todos os fluxos de caixa. Entretanto, é uma medida que quando utilizada de forma isolada não pode ser diretamente usada para selecionar ou ordenar oportunidades de investimento (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Em um jornal de Finanças Corporativas dos EUA, há uma pesquisa realizada por Graham e Harvey (2002) que explica que executivos financeiros de diversas empresas analisadas usam em primeiro lugar a TIR como método de análise de investimentos, em segundo o VPL e em

quarto lugar o *payback*. Outro ponto interessante da pesquisa é que se pode perceber que estes executivos utilizam mais de um método de análise para decidir sobre qual alternativa de investimento é a melhor, assim como fizeram os autores Gonçalves *et al.* (2011) no seu estudo de viabilidade, utilizando os métodos VPL, *payback* e TIR.

3. Metodologia de pesquisa

Sob o ponto de vista da sua natureza, o trabalho é considerado como uma pesquisa Aplicada, pois apresentará como resultador uma série de conhecimentos considerados úteis para problemas específicos (BOAVENTURA, 2007). Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é considerada Qualitativa, de acordo com Marconi e Lakatos (2009), pois não fará uso de informações numéricas e amostras amplas, mas de análises e interpretações detalhadas sobre investigações realizadas. Neste mesmo sentido, a pesquisa responde a questões muito particulares, trabalhando com aspectos mais profundos dos processos e fenômenos, não podendo ser reduzida à operacionalização de variáveis (DESLANDES, 1998). Com relação aos objetivos, o trabalho é considerado como uma pesquisa Exploratória, fornecendo uma visão geral, do tipo aproximativa, relacionado a um fato exclusivo (GIL, 1999). Sob o ponto de vista de seus procedimentos técnicos, o trabalho tem viés de pesquisa conhecido como Pesquisa Ação, que é definido pela participação presente e operacional do pesquisador no auxílio ao equacionamento de problemas, no acompanhamento e avaliação de ações originadas a partir de problemas encontrados, o que faz da pesquisa uma experimentação em situação real, na qual o pesquisador intervém de maneira consciente (THIOLLENT, 2003).

O trabalho propõe a utilização de conceitos e ferramentas de arrendamento mercantil e análise de investimentos para o desenvolvimento dos fluxos de caixa de projeto residencial. A aplicação dos conceitos guiarão a parte prática do estudo, a qual é representada pela Figura 2.

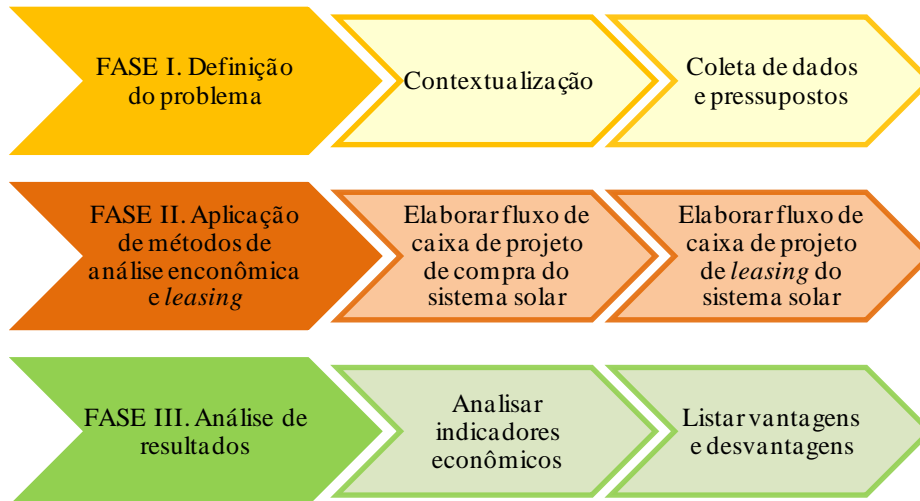


Figura 2 – Esquema da metodologia de trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O estudo desenvolvido é baseado em 3 fases: na primeira será feita a definição do problema, contextualizando o uso de projetos solares em residências e fazendo referência a coleta de dados referente a tarifas de energia, orçamentação com empresa de projeto, dados técnicos de sistemas solares e parâmetros econômicos para avaliação de projetos solares. A segunda fase consistirá na construção dos fluxos de caixas do projetos considerando as opções arrendamento e compra do sistema solar, aplicando os métodos de análise de investimentos. A terceira e final fase, trabalhará a análise dos indicadores de investimentos e a listagem de vantagens e desvantagens de cada caso.

4. Aplicação prática

Nesta seção serão apresentadas as atividades realizadas em cada fase da metodologia de trabalho, com o intuito de atingir os objetivos do estudo.

4.1. Fase I – Definição do problema

Este trabalho busca entender a viabilidade econômica de um projeto solar residencial para um perfil de consumidor que demande em média 9.525,8 kWh anuais, aproximadamente 794 kWh por mês, que significa uma conta de energia mensal (utilizando uma tarifa de R\$0,43/kWh) de aproximadamente R\$ 350,00. Um dos problemas existentes para quem deseja instalar um gerador solar em sua residência é o alto custo de investimento, além da falta de acesso a financiamento ou linha de crédito específica para energias renováveis e pessoas físicas, dificuldade de parcelamento dos principais itens do projeto (painéis e

inversor) e também falta de benefícios para quem produz a sua própria energia, a exemplo de deduções no Imposto de Renda, IPTU, entre outros.

Os principais dados coletados e pressupostos para construir o fluxo de caixa tanto para o caso de compra ou arrendamento do projeto estão listados na Figura 4.

Definições	
Taxa de depreciação gerador fotovoltaico	4%a.a.
Vida útil do bem	25 anos
Tarifa de energia elétrica	R\$ 0,43 / kWh
Preço de mercado do projeto R\$/W instalado	R\$ 6,5 / R\$ 7,0 por W instalado
Operação e manutenção	1% do CAPEX
TMA	6,85%
IGP-M	5,50%
Valor residual	35%
Irradiação	4,7 kWh/m ² /dia
Perda de eficiência anual do painel	0,20%
Taxa de juros de leasing arbitrária	12%
Projeto de 6 kW	24 placas de 245 W, eficiência 15%
	1 inversor de 6 kW, eficiência 95%

Figura 4 – Lista de definições para construção dos modelos de avaliação econômica.

Fonte: Elaborado pelo autor

A taxa de depreciação do ativo e a vida útil do bem foram retiradas do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico, versão 09, ANEEL. A tarifa de energia elétrica do site da ANEEL, através de uma média histórica de 2014 para a distribuidora de energia CEEE, que é uma das empresas do Rio Grande do Sul. Os valores de mercado para o projeto proposto foram coletados através de orçamentação com empresa do setor. O valor de operação e manutenção, irradiação solar para Porto Alegre e perda eficiência do painel foram consultados em uma nota técnica da EPE, em uma análise sobre a inserção da energia solar na matriz de energia elétrica do Brasil. O valor residual e a taxa de juros do *leasing* foram escolhidos arbitrariamente. Por fim, a TMA foi baseada em uma simulação de título do tesouro LTN prefixado, dos autores Longuini e Dana (2012) e o IGP-M foi utilizado pois é um indicador regularmente inserido em contratos do setor de energia elétrica, sendo o valor de 5,5% o acumulado do ano de 2013, consultado no Valor Econômico. Após as definições listadas, foi possível passar para a Fase II para que os fluxos de caixa fossem elaborados. Além destas definições, foi pressuposto que a modalidade de *leasing* caracterizaria um arrendamento financeiro, utilizando o sistema SAC, com venda do ativo pelo seu valor residual ao final do período de contrato, considerando que nas próprias prestações o valor residual foi incluído para pagamento anual, ao invés de fazer o pagamento total no final do contrato. Por fim, a manutenção é de responsabilidade da empresa de *leasing*, a qual já cobra também nas prestações a taxa de Operação e Manutenção (O&M).

4.2. Fase II – Aplicação de métodos de análise econômica e *leasing*

Nesta fase foram elaborados os fluxos de caixas considerando a compra do projeto de 6 kW, variando o preço do Watt instalado entre R\$ 6.500 e R\$ 7.500, e variando também a tarifa de energia elétrica nos valores de R\$ 0,43; R\$0,49 e R\$ 0,56 por kWh, simulando possíveis aumentos de tarifa de energia, definidos aleatoriamente em aproximadamente 12%. O fluxo de caixa considerando as mesmas variações foi elaborado também para o caso de arrendamento, conforme consta nos apêndices I e II. A receita no projeto é representada pela economia de energia, ou seja, o que o consumidor deixa de pagar por mês ao investir no gerador solar e produzir a sua própria energia. Embora não seja caracterizado como uma venda, esta operação funciona como uma compensação entre consumidor e distribuidora, em que tudo aquilo que for produzido e não consumido, gera um crédito ao consumidor para ser gasto nos meses seguintes.

As informações resumidas das simulações realizadas para cada preço de projeto e tarifa de energia apresentam-se na Figura 5, 6 e 7.

Tarifa de R\$ 0,43 / kWh	Projeto R\$6.500 / kW		Projeto R\$ 7.000 / kW	
Indicadores/ Forma de aquisição	Compra	Leasing	Compra	Leasing
TIR	7,70%	3,80%	6,40%	2,21%
VPL	R\$ 3.872,73	-R\$ 26.354,35	-R\$ 2.152,90	-R\$ 42.816,72
PAYBACK, em anos	7	9	8	10

Figura 5 – Dados resultantes da simulação, com tarifa de energia a R\$0,43/kWh.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tarifa de R\$ 0,49 / kWh	Projeto R\$6.500 / kW		Projeto R\$ 7.000 / kW	
Indicadores/ Forma de aquisição	Compra	Leasing	Compra	Leasing
TIR	10,00%	5,19%	8,70%	3,57%
VPL	R\$ 15.343,32	-R\$ 14.858,07	R\$ 9.317,69	-R\$ 31.320,44
PAYBACK, em anos	6	9	7	10

Figura 6 – Dados resultantes da simulação, com tarifa de energia a R\$0,49/kWh.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tarifa de R\$ 0,56 / kWh	Projeto R\$6.500 / kW		Projeto R\$ 7.000 / kW	
Indicadores/ Forma de aquisição	Compra	Leasing	Compra	Leasing
TIR	12,40%	6,69%	11,10%	5,03%
VPL	R\$ 28.725,69	-R\$ 1.445,74	R\$ 22.700,05	-R\$ 17.908,11
PAYBACK, em anos	6	9	6	10

Figura 7 – Dados resultantes da simulação, com tarifa de energia a R\$0,56/kWh.

Fonte: Elaborado pelo autor

Na teoria dos livros e artigos consultados, a depreciação no *leasing* não deveria ser considerada no fluxo de caixa, porém, como este é um caso de pessoa física e atualmente o uso do *leasing* para pessoas não oferece nenhum benefício com relação a dedutibilidade de Importo de Renda, a depreciação foi considerada no fluxo de caixa do arrendamento para aproximar-se da realidade da aplicação estudada.

Na fase final, os resultados das simulações serão analisados com maior detalhamento.

4.3. Fase III – Análise de resultados

Com os resultados prontos, foi possível verificar que o *leasing* ainda não seria uma boa alternativa para o projeto residencial em questão, dado que todos os VPL's deram negativos, mesmo no cenário de tarifa de energia mais cara. O gráfico da Figura 8 mostra mais claramente esta informação, e destaca a viabilidade econômica da compra do projeto em todos os cenários de valor de investimento e tarifa de energia, com exceção do projeto com custo de R\$ 7.000,00 por kW instalado na tarifa de R\$0,43 / kWh.

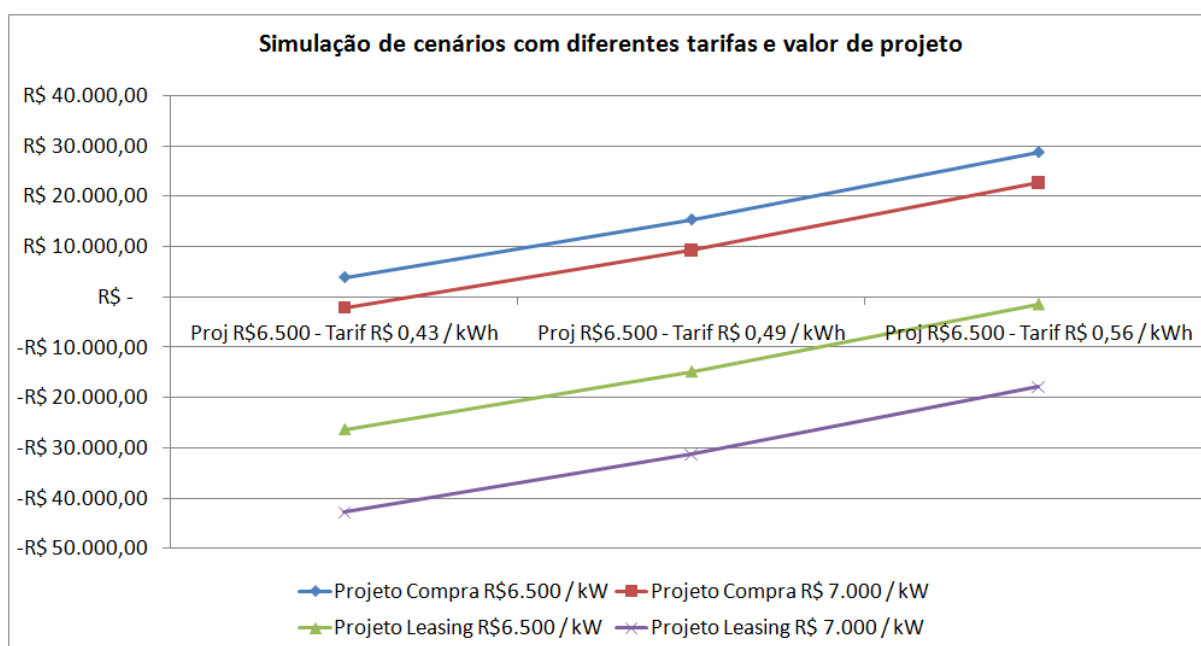


Figura 8 – Cenários de projetos de compra e *leasing*, no intervalo de tarifas de energia estabelecido e considerando diferentes valores de investimento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico da Figura 9, pode-se perceber o comportamento das TIR dos projetos de compra que na maioria apresentaram uma TIR com valor superior à TMA estabelecida, indicando que de fato o investimento é rentável. Além disso, o tempo de retorno do investimento de menor valor foi de 6 anos e o maior de 8, o que explica ao consumidor que deseja investir em um projeto como este que, conforme o preço apresentado por um instalador, é possível fazer um bom negócio e deixar de pagar a fatura de energia elétrica em 6 anos. Estes valores tendem a melhorar com o tempo, dado que no próximo ano a ANEEL já anunciou mais aumentos nas tarifas de energia.

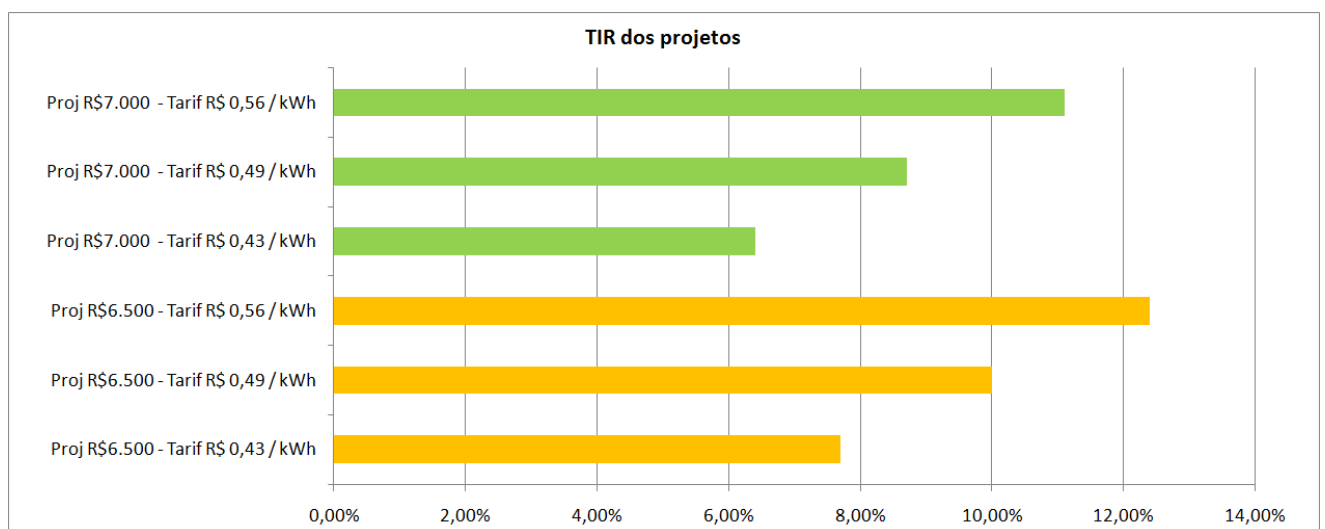


Figura 9 – Comparação das TIR nos projetos de compra, no intervalo de tarifas de energia estabelecido e considerando diferentes valores de investimento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora o *leasing* não tenha funcionado para este caso, estima-se que em médio e longo prazo será possível verificar a viabilidade de projetos nesta modalidade, já que neste estudo todos os VPL's apresentaram-se negativos e a TIR abaixo do valor da TMA estabelecida. Uma simulação realizada após esta conclusão mostrou que a partir de um valor de R\$ 0,58 / kWh já é viável fazer o arrendamento, embora a TIR não seja tão atrativa e o tempo de retorno seja um pouco extenso, como mostra a Figura 10. Além disso, uma simulação mantendo a tarifa de R\$0,56 / kWh porém diminuindo o valor do projeto para R\$6.000,00 por kW instalado também resulta em benefício utilizando o arrendamento, como é representado na Figura 11.

	Projeto R\$6.500 / kW
Tarifa de R\$ 0,58 / kWh	
Indicadores/ Forma de aquisição	Leasing
TIR	7,11%
VPL	R\$ 2.386,35
PAYBACK, em anos	9

Figura 10 – Projeto de R\$6.500,00, em cenário de tarifa de energia à R\$0,58/kWh, considerando uma operação de *leasing*.

Fonte: Elaborado pelo autor

	Projeto R\$6.000 / kW
Tarifa de R\$ 0,56 / kWh	
7,58	Leasing
TIR	7,58%
VPL	R\$ 6.307,53
PAYBACK, em anos	9

Figura 11 – Projeto de R\$6.000,00, em cenário de tarifa de energia à R\$0,56/kWh, considerando uma operação de *leasing*.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com os resultados encontrados, é visível a vantagem entre optar pela compra e arrendamento do sistema, pois no caso simulado o *leasing* não apresentou nenhum benefício econômico para o consumidor. Porém, considerando uma situação hipotética em que fosse vantajoso das duas maneiras, é possível listar alguns prós e contras entre um sistema e o outro. Na opção da compra, existe um problema de alto desembolso de dinheiro, já que atualmente não existem ferramentas financeiras para auxiliar a pessoa física a adquirir este tipo de equipamento (painéis e inversor) e tão pouco os fornecedores oferecem formas facilitadas na sua compra, fazendo com que a pessoa tenha que pagar altos valores em um período curto de tempo. Outra desvantagem da compra seria a liquidez do ativo, caso a pessoa deseje desfazer-se do equipamento. Além disso, se o microprodutor de energia decide mudar-se de residência, poderá encontrar dificuldades em encontrar alguém que queira comprá-la com o equipamento instalado. Um ponto importante é a manutenção do sistema, normalmente os geradores solares apresentam baixa necessidade de manutenção, pois em geral são equipamentos de alta tecnologia e duram por muito tempo, havendo pouca demanda por manutenções corretivas, porém, a responsabilidade da prevenção é inteiramente por conta do dono do gerador solar. Por fim, hoje em dia não existem benefícios para abater do IPTU ou Imposto de Renda

quando se adquire um sistema como esse, portanto não há ainda nenhum outro incentivo a receber, mesmo que a pessoa física esteja comprando um sistema solar e produzindo sua própria energia. As vantagens resumem-se basicamente na rapidez de retorno e na rentabilidade do investimento, apesar de baixa liquidez é uma interessante opção de investimento frente à poupança, por exemplo. Outra consideração é que por possuir um ativo, o bem pode ser considerado como uma forma de garantia caso exista a necessidade de apresentá-lo como tal.

Olhando para o *leasing* no caso hipotético de que ele fosse rentável e apresentasse um tempo de retorno adequado, uma das desvantagens seria pagar um valor muito mais alto pelo gerador do que ele realmente vale, ao custo de que a pessoa arrendatária não possui este dinheiro em mãos no período presente. Como o ativo não é posse do arrendatário, as intervenções no telhado da residência poderão ser limitadas ou precisarão de inspeção antes de fazê-las, já que qualquer dano causado no bem poderá trazer problemas ao usuário do bem e à empresa arrendante. Na possibilidade de venda da residência, o novo proprietário deverá assumir as prestações do *leasing*, caso elas não tenham sido completamente quitadas, e isso pode gerar uma dificuldade na hora da venda. As vantagens de arrendar o sistema é que é possível desfrutar de produzir sua própria energia e não pagar todo o investimento de uma vez só, proporcionando a compra e não comprometendo a renda mensal da pessoa. Nos EUA, existem empresas de *leasing* ou mesmo as arrendantes que ficam responsáveis pela manutenção do sistema, fazendo com o que usuário não precise preocupar-se com inspeções e manutenções corretivas. Na venda da residência, por mais que exista a desvantagem no caso das parcelas não estarem quitadas, o contrato de arrendamento pode ser alterado para o novo morador, o que facilita para passar de um proprietário para o outro.

5. Considerações finais

Sabendo da relevância e representatividade da classe residencial no consumo e geração de receita para distribuidoras de energia no Brasil, e a necessidade de desenvolver mecanismos de descentralização do uso da energia, promovendo a eficiência e protagonismo na mudança do setor elétrico, este trabalho proporcionou informações importantes para que consumidores possam tomar decisão de dar um passo à frente e investir em projetos de microgeração, contribuindo para redução de gases poluentes, promovendo a eficiência energética, o uso de energias renováveis e auxiliando no planejamento de energia de que o país tanto precisa. Além disso, o trabalho abre

discussões que auxiliem a busca e execução de ferramentas financeiras que melhorem as condições de aquisição de equipamentos e sistemas, além de sustentar o movimento de inovações do setor, a busca por otimização de custo e alternativas de melhoria.

Pode-se afirmar que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, já que os apêndices I e II demonstram as avaliações econômicas elaboradas para um projeto solar residencial, tanto na modalidade de compra como de arrendamento, apresentando cenários em diversas tarifas de energia e preços de projeto. Quanto ao objetivo específico de comparar os principais indicadores econômicos entre uma modalidade e outra, este foi atingido satisfatoriamente conforme é apresentado nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9, demonstrando que a compra do sistema solar é uma opção rentável de investimento, apresentando TIR, *payback* e VPL interessantes, com exceção do cenário do projeto com R\$ 7.000,0 / kW de preço, na tarifa de R\$ 0,43 / kWh. Por fim, quanto ao objetivo específico de discursar sobre vantagens e desvantagens de uma modalidade ou outra, este foi também alcançado após a elaboração das Fases I e II do trabalho, sendo apresentada uma discussão na Fase III sobre os prós e contras de arrendar e comprar um sistema solar, como por exemplo, falta de liquidez, garantia por possuir um ativo, dificuldades de pagamento, falta de mecanismos de incentivo, responsabilidade por manutenções corretivas e preventivas, dificuldades na venda da residência, entre outras abordagens já mencionadas na Fase III.

Sugere-se para trabalhos futuros a criação de um incentivo hipotético para adicioná-lo no fluxo de caixa e realizar análise do que acontece com os indicadores e se isso ajudaria na geração de benefício para aqueles que tenham o desejo de investir em sistemas solares. Por fim, seria muito interessante incluir outras faixas de consumidores de energia e em outras capitais do país, com o objetivo de avaliar as mais diversas formas de consumo e em outros locais do Brasil, dado que a irradiação solar é diferente, e, portanto, o sistema se torna mais eficiente e por consequência mais barato.

Referências:

ABEL, Associação Brasileira das Empresas de Leasing, disponível em <<http://www.leasingabel.org.br/>>. Acesso em 22 de julho de 2014.

ABRADEE, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, Comparação Internacional de Tarifas de Energia Elétrica 2013, disponível em <<http://www.abradee.com.br/>>. Acesso em 05 de setembro de 2014.

AMADOR, G. A. Leasing: aspectos fundamentais e sua importância na aquisição de ativos. Monografia (Especialização em Finanças e Gestão Corporativa). Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2002.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, Relatórios do Sistema de Apoio a Decisão (SAD), disponível em <
http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampClasseCons.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1>. Acesso em 9 de julho de 2014.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Relatórios do sistema de apoio a decisão SAD. Disponível em
http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPregioEmp.xlsx&Source=http%3A%2F%2Frelatorios.aneel.gov.br%2FRelatoriosSAS%2FForms%2FAllItems.aspx&DefaultItemOpen=1. Acesso em 3 de setembro de 2014.

BEN, Balanço Energético Nacional 2013, disponível em <
https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>. Acesso em 9 de julho de 2014.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia econômica**. 6. ed São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BORBA, J. Aneel aprova reajuste 35,05% para tarifas de energia no Paraná. Folha de São Paulo, Brasília, 24 de junho de 2014, seção Mercado. Disponível em: <
<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2014/06/1475380-aneel-aprova-reajuste-3505-para-tarifas-de-energia-no-parana.shtml>>. Acesso em 02 de setembro de 2014.

BORDEAUX-RÊGO, R; PEREIRA PAULO, G; SPRITZER, I. M. P. A.; ZOTES, L. P. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

Caderno Temático sobre Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica da ANEEL (2005)

CAPRIOLI, G. IGP-M fecha 2013 com alta de 5,51%. Valor econômico, São Paulo, 27 de dezembro de 2013. Disponível em <http://www.valor.com.br/brasil/3381038/igp-m-fecha-2013-com-alta-de-551>. Acesso em 05 de setembro de 2014.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CGEE, Centro de Gestão de Estudos Estratégicos: Redes elétricas inteligentes: contexto nacional, Organização Social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, Brasília, 2012.

CHIMISSO, S. H. Leasing e arrendamento mercantil: alternativa de financiamento de longo prazo para empresas brasileiras. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Revista de Administração, 2013.

CLEMENTE, A.; SOUZA, A.; NEVES, C.; FRUET, E.B.; FERNANDES, E.; SCATOLIN, F.D; CUNHA, J.C; WEFERLIN, J.E; MADERNA LEITE, J.G; FAMINOW, M.D; SOARES DA ROSA, R.J; BULGACOV, S. **Projetos empresariais e públicos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Nota técnica da EPE: Análise de inserção da geração de energia solar na matriz de energia elétrica brasileira. Disponível em: http://www.epe.gov.br/geracao/documents/estudos_23/nt_energiasolar_2012.pdf. Acesso em 9 de setembro de 2014.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética: Anuário Estatístico de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, 2013.

ESCHENBACH, T. G. **Engineering economy**: applying theory to practice. 2. ed. Oxford University Press, 2003.

GONÇALVES, T. J. M; MADEIRA-JÚNIOR, A. G; RIBEIRO, A. C. **Avaliação de projeto para implantação de um sistema de VOIP**: um caso na indústria de alimentos. Revista Produção Online, v. 11, n. 3, 2011.

GRAHAM, JOHN; HARVEY, CAMPBELL. “**How do CFOs make capital budgeting and capital structure decisions?**”. Journal of Applied Corporate Finance, vol. 15, n. 1, 2002.

IEA, International Energy Agency. Technology Roadmap: smart grids, França, 2011, disponível em < <http://www.iea.org/>> Acesso em 11 de julho de 2014

LONGUINI, M; DANA, S. Saiba como o título prefixado LTN funciona. Folha de São Paulo, São Paulo, 12 de outubro de 2012. Disponível em <http://carodinho.blogfolha.uol.com.br/2012/10/12/ltn-letras-tesouro-nacional-parte-1/>. Acesso em 07 de setembro de 2014.

MCPE, Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico. ANEEL, versão 09. Disponível

em

<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/Altera%C3%A7%C3%B5es_no%20MCPSE-v9.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2014;

MOTTA, R. R; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos:** tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2002.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica; ELETROBRÁS, Centrais Elétricas Brasileiras SA. Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, classe residencial ano base 2005. Eletrobrás, Rio de Janeiro, julho de 2007. Disponível em: <[PWC, PricewaterhouseCoopers LLC. Perspectives for solar securitization: a promising financing opportunity for solar developers, November, 2013.](http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=¶ms=itemID={99EBBA5C-2EA1-4AEC-8AF2-5A751586DAF9};&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>.</p></div><div data-bbox=)

RAI, Varun; SIGRIN, Benjamin. Economics of Individual Decision-Making: Buy vs. Lease Differences in the Adoption of Residential Solar. USAEE, Novembro, 2012.