



Vol 13, Nº 28, (junio/junho 2020)

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM MEIOS DE HOSPEDAGEM

Ellen Nishimoto¹

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
nishimotoellen@yahoo.com.br

Guilherme Fortes Drummond Chicarino Varajão²

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
guilhermefdcv@gmail.com

Helga Silva Espigão³

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
helga.silva@ufvjm.edu.br

Hugo Rodrigues Araujo⁴

Instituto Politécnico de Portalegre
hugoaraujo@msn.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Ellen Nishimoto, Guilherme Fortes Drummond Chicarino Varajão, Helga Silva Espigão y Hugo Rodrigues Araujo (2020): "Avaliação econômica de investimentos para implantação de energia fotovoltaica em meios de hospedagem", Revista Turydes: Turismo y Desarrollo, n. 28 (junio/junho 2020). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/turydes/28/implantacao-energia-fotovoltaica.html>

<http://hdl.handle.net/20.500.11763/turydes28implantacao-energia-fotovoltaica>

Resumo

O presente trabalho envolveu a análise econômica de investimentos para implantação do sistema solar fotovoltaico em meios de hospedagem de Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Os meios de hospedagem foram estudados, em 2017, por meio de um formulário estruturado cujos objetivos eram traçar um perfil energético, analisar o nível de conhecimento dos empresários sobre sustentabilidade e obter informações de consumo de energia elétrica. A atratividade econômica de investir nessa área foi revelada por meio da descrição dos custos de implantação e da avaliação econômica de investimentos para os meios de hospedagem de pequeno, médio e grande porte. Os resultados apontam que a implantação do sistema fotovoltaico é economicamente viável, apresentando o tempo de payback simples abaixo de cinco anos, uma taxa interna de retorno de no mínimo 20,61%, sendo superior, em duas vezes e meio, à taxa mínima de atratividade, definida em 8% ao ano, e valor presente líquido positivo.

Palavras-chave: energia fotovoltaica; avaliação econômica de investimentos; meios de hospedagem; desenvolvimento sustentável.

¹ Bacharel em Turismo pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

² Bacharel em Turismo pela Universidade Federal de Ouro Preto, Mestre em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais, professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

³ Bacharel em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Mestre em Administração pela Fundação Pedro Leopoldo, Doutoranda em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais com bolsa da CAPES, professora da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

⁴ Bacharel em Turismo e Mestre em Sustentabilidade pela Universidade Federal de Ouro Preto, Doutor em Turismo pela Universidade de Lisboa, professor do Instituto Politécnico de Portalegre.

ECONOMIC EVALUATION OF INVESTMENTS FOR IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC ENERGY IN LODGING FACILITIES

Abstract

The present work involved the economic analysis of investments for the implementation of photovoltaic solar system in lodging facilities in Diamantina, Minas Gerais, Brazil. The lodging facilities were studied in 2017, with a structured questionnaire. The objectives of the questionnaire were to establish an energy profile, analyze the entrepreneurs' knowledge on sustainability, and obtain information on electricity consumption. The economic attractiveness of investing in this area was identified by the description of the implementation costs and the economic evaluation of investments for lodging facilities of small, medium and large sizes. The results indicate that the employment of the photovoltaic system is economically viable. This includes, a simple payback time under five years, an internal rate return of at least 20.61%, which is two and a half times higher than the minimum acceptable rate of return, defined at 8% per year, and positive net present value.

Keywords: photovoltaic energy; economic evaluation of investments; lodging facilities; sustainable development.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE INVERSIONES PARA LA APLICACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN MEDIOS DE ALOJAMIENTO

Resumen

El presente trabajo incluyó el análisis económico de inversiones para la implantación del sistema solar fotovoltaico en instalaciones de alojamiento en Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Los medios de alojamiento se estudiaron, en 2017, a través de una forma estructurada cuyos objetivos eran dibujar un perfil energético, analizar el nivel de conocimiento de los emprendedores sobre sostenibilidad y obtener información sobre el consumo de electricidad. El atractivo económico de invertir en esta área se reveló a través de la descripción de los costos de implementación y la evaluación económica de las inversiones para instalaciones de alojamiento pequeñas, medianas y grandes. Los resultados muestran que la implementación del sistema fotovoltaico es económicamente viable, con un tiempo de recuperación simple por debajo de cinco años, una tasa interna de retorno de al menos 20.61%, siendo dos veces y media más alta que la tasa mínima de retorno atractivo, definida en 8% por año, y valor presente neto positivo.

Palabras clave: energía fotovoltaica; evaluación económica de inversiones; medios de alojamiento; desenvolvimiento sustentable.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, especialmente após a Eco 92 realizada no Rio de Janeiro, Brasil, observa-se na sociedade uma tendência para maior discussão política sobre a sustentabilidade, motivada, sobretudo, pela consciência crescente da ameaça das alterações climáticas (Goldemberg & Lucon, 2012). As mudanças climáticas são a maior ameaça ambiental do século XXI, com consequências profundas e transversais a várias áreas da sociedade: econômica, social e ambiental (Reis & Cunha, 2006).

Mudanças climáticas sempre ocorreram ao longo dos milhares de anos de existência do planeta Terra. Contudo, no último século, o ritmo entre estas variações climáticas sofreu forte aceleração, devido aos padrões de desenvolvimento adotados pelos países industrializados, que se baseia no uso intensivo de fontes energéticas não renováveis (Goldemberg & Lucon, 2012).

É sabido que o aumento do consumo de energia obtida a partir da queima de combustíveis fósseis, principalmente, o carvão mineral, gás natural e o petróleo, implicará em um processo de degradação ambiental irreversível. Todos os combustíveis fósseis, quando queimados, liberam gás carbônico na atmosfera, o que tem intensificado o problema do efeito estufa. Alguns emitem também grande quantidade de óxidos de enxofre que reagem com a

água da chuva e formam a chuva ácida. Quando ocorre a combustão incompleta dos combustíveis fósseis é liberado, na atmosfera, o monóxido de carbono, um gás extremamente venenoso. Além da poluição ambiental que causam, os combustíveis fósseis não são renováveis, ou seja, um dia irão esgotar-se (Reis, 2011).

Por outro lado, a existência de tecnologias mais limpas e renováveis mostra a possibilidade de conciliar energia e desenvolvimento (Reis & Cunha, 2006). A partir do Relatório de Brundtland, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU) (BRUNDTLAND, 1987), o conceito de desenvolvimento sustentável que envolve a responsabilidade que as gerações atuais devem ter para com as gerações futuras têm afetado todos os setores e colocado governos e empresários sob pressão para adotarem medidas de redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, criando assim um ambiente favorável para a utilização de fontes energias renováveis (Tomalsquim, 2016).

O crescimento da consciência crítica dos consumidores, principalmente relacionadas às questões ambientais e às práticas sustentáveis, tem influenciado, cada vez mais, na tomada de decisão de compra de um determinado produto ou serviço. Dessa forma, adotar práticas sustentáveis passa a ter um novo significado: torna-se, cada vez mais, fator de qualidade de vida e um diferencial dentro de um competitivo mercado consumidor (Dalton et al., 2008a).

O turismo, atualmente, considerado como parte essencial da vida moderna, bem como um fator inegável de desenvolvimento econômico, está também sob pressão para reduzir suas emissões de gases do efeito estufa (Scott, 2011). Espera-se que o número de chegadas internacionais chegue a 1,8 bilhões de turistas por ano até 2030, de acordo com as últimas previsões da Organização Mundial de Turismo - OMT (UNWTO, 2016). Esse crescimento trará muitas oportunidades, incluindo desenvolvimento socioeconômico e criação de empregos. Ao mesmo tempo, as emissões de gases de efeito estufa ligadas ao turismo também vão aumentar.

De acordo com a OMT, em 2016, as emissões relacionadas ao transporte do turismo contribuíram com 5% de todas as emissões de gases de efeito estufa provocadas pelo homem e devem aumentar para 5,3% até 2030. O aumento projetado representa um crescimento de 25%, passando de 1.597 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), relacionado ao transporte atribuível ao turismo em 2016, para 1.998 milhões de toneladas em 2030. Diante dessas constatações, é urgente que o setor de turismo adote medidas de redução do crescimento das emissões, a fim de garantir a sua contribuição para o Acordo de Paris⁵ e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas – ONU, especialmente relacionado ao número 13, que orienta “Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos” (UNWTO, 2016).

Segundo Scott (2011), o turismo pode desempenhar um papel significativo na abordagem das mudanças climáticas, se a capacidade de inovação e os recursos desse setor econômico forem direcionados para esse objetivo. A preocupação do setor de turismo, em relação ao desafio das mudanças climáticas, aumentou visivelmente nos últimos anos. Em 2003, em Djerba, na Tunísia, a OMT e várias organizações parceiras, incluindo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, convocaram a primeira conferência internacional sobre mudança climática e turismo. Esse evento foi um divisor de águas em termos de conscientização da comunidade internacional sobre as implicações da mudança climática sobre o turismo. A Declaração de Djerba reconheceu as complexas interligações, entre o setor de turismo e as mudanças climáticas, e estabeleceu uma estrutura para futuras pesquisas, além da elaboração de políticas sobre adaptação e mitigação (Hall & Higham, 2005).

⁵ Acordo de Paris é um tratado no âmbito da Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), que rege medidas de redução de emissão de gases estufa a partir de 2020. Tem objetivo de conter o aquecimento global abaixo de 2 °C, preferencialmente em 1,5 °C, e reforçar a capacidade dos países de responderem ao desafio, em um contexto de desenvolvimento sustentável. O acordo foi negociado em Paris durante a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, em 2015, e aprovado em 12 de dezembro de 2015.

Todavia, o setor vem atendendo lentamente as reivindicações impostas pela sociedade, com a implementação de iniciativas de eficiência energética e a adoção de fontes de energia renováveis (Reddy & Wilkes, 2012). Na maioria dos países ainda não há uma exigência legal que obrigue os agentes do turismo a adotarem fontes de energia renováveis (Hall et al., 2013). Sendo assim, as razões para a adoção dependem das preocupações éticas dos agentes do turismo com o meio ambiente e, sobretudo, de um estudo que assegure a viabilidade financeira do investimento (Michalena & Tripanagnostopoulos, 2010).

O gasto com a energia elétrica nos meios de hospedagem, por exemplo, representa uma parcela considerável nas despesas gerais, uma vez que envolve a utilização de aparelhos para aquecimento e, ou refrigeração de ambientes, manutenção de bares, restaurantes, piscinas térmicas, etc. Assim sendo, um planejamento energético é fundamental para assegurar a continuidade do abastecimento e/ou suprimento de energia ao menor custo, com o menor risco e, de preferência, com menos impactos socioeconômicos e ambientais negativos (Lopes, 2014).

Nos últimos anos, proprietários de meios de hospedagem vêm apostando em cadeias de valor ligadas ao conceito de turismo sustentável, com o intuito de atrair segmentos de mercado qualificados. Esse enfoque utiliza dos investimentos em fontes de energia renováveis enquanto ferramenta estratégica de marketing verde para aumentar a competitividade turística (Dalton et al., 2008a).

Nesse contexto, de acordo com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), o aproveitamento da energia gerada pelo sol, tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentar os desafios do desenvolvimento sustentável (CRESESB, 2014). No caso dos meios de hospedagem, quando a energia solar é aproveitada por meio da instalação de um sistema fotovoltaico, além de gerar economia de capital, propicia outros benefícios nos âmbitos social e, principalmente, ambiental, como a redução da emissão de gases de efeito estufa (Dalton et al., 2008b).

A eletricidade gerada diretamente a partir da luz solar é chamada de fotovoltaica, porque é a união de duas palavras: *foto*, que significa luz, e *voltaica*, que vem da palavra *volt* (CRESESB, 2014). Apesar do sistema fotovoltaico estar cada vez mais acessível, seu elevado custo de investimento continua sendo um dos principais problemas. De acordo com Nogueira (2016), a decisão do consumidor em adquirir um sistema fotovoltaico em sua empresa, em sua maioria, é resultado da análise comparativa do valor pago à distribuidora de energia e o montante necessário para a aquisição do sistema. Entretanto, segundo Dalton et al. (2008b), o investimento na energia solar fotovoltaica é estigmatizado, porque cria uma impressão preconcebida nos empresários de que é economicamente inviável.

Diante disso, este estudo teve por objetivo responder ao seguinte questionamento: o investimento em um sistema fotovoltaico é economicamente viável para os proprietários de meios de hospedagem?

A área de estudo escolhida foi Diamantina, em Minas Gerais, pois conforme levantamento preliminar realizado, nenhum meio de hospedagem desta cidade dispunha de um sistema de energia solar fotovoltaica até o ano de 2017. Os principais argumentos utilizados, para justificar esse fato, são que a maioria dos meios de hospedagem existentes nesta cidade se enquadram na categoria de pequeno e médio porte⁶; o que leva a crer que seja menor a capacidade de dispender recursos financeiros para o investimento em um sistema de energia solar fotovoltaica.

Além disso, a maioria dos meios de hospedagem concentram-se no centro colonial tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 1938 (IPHAN, 2013), e reconhecido como patrimônio cultural da humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (*United Nations Educational, Scientific and*

⁶ Lopes (2014) apresenta a seguinte classificação: pequeno porte, até 20 unidades habitacionais (UHs); médio porte, de 21 a 40 UHs; e grande porte, mais de 40 UHs.

Cultural Organization – UNESCO), em 1999. Por se tratar de uma área tombada, para qualquer intervenção, reforma ou restauração, dentro desse perímetro, é exigida a aprovação prévia do projeto pelo IPHAN⁷. Dessa forma, cada projeto de implantação precisa obrigatoriamente ser avaliado individualmente pelo IPHAN, conforme critérios estabelecidos por este órgão (IPHAN, 2010).

2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

A energia solar fotovoltaica é obtida por meio da conversão direta da luz do sol em eletricidade, chamado de efeito fotovoltaico (Brito & Silva, 2006). O efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839, por Edmond Becquerel, que constatou que placas metálicas, de platina ou prata, mergulhadas num eletrólito, produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz. Mais tarde, em 1877, W. G. Adams e R. E. Day, utilizaram as propriedades fotocondutoras do selênio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz. Porém, o desenvolvimento de células solares com maior potencial ocorreu somente em 1954, quando D. M. Chapin e demais colaboradores do *Bell Laboratory*, nos Estados Unidos, publicaram o primeiro artigo sobre células solares em silício (Hersch & Zweibel, 1982).

A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão. A geração de energia elétrica pelas células fotovoltaicas é um processo físico-químico, no qual as características elementares dos materiais que compõem as células liberam elétrons ao receberem radiação luminosa (Hersch & Zweibel, 1982).

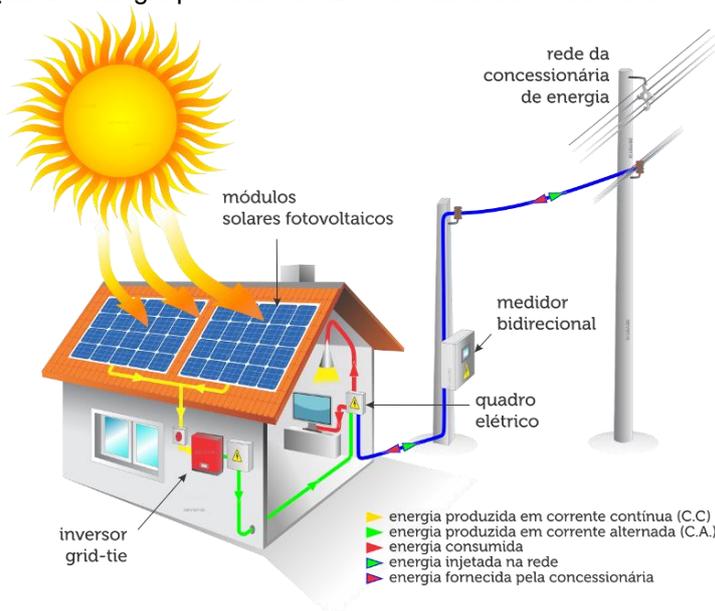
A matéria-prima mais utilizada na fabricação das células fotovoltaicas é o silício (Si), que, curiosamente, é o segundo elemento mais abundante na Terra, ficando atrás apenas do oxigênio (O₂). O silício tem sido explorado de diferentes formas: monocristalinos, policristalinos ou *thin-film*. A diferença entre os três tipos de células fotovoltaicas não se restringe somente a uma questão visual, mas principalmente às diferentes taxas de eficiência, manufaturas e custos associados. Quanto maior a pureza, maior será a eficiência das células fotovoltaicas e, conseqüentemente, menor será a quantidade de painéis solares necessários (Brito & Silva, 2006).

Todavia, a ação das células fotovoltaicas é sempre a mesma, isto é, captar a energia solar (*photons*) emitida a partir da luz solar e convertê-la em energia elétrica. Por meio da energia solar é gerada uma energia elétrica DC (*Direct Current*) que poderá ser armazenada em baterias ou passar por inversores que a transformarão em energia AC (*Alternating Current*). Essa energia vai direto para o quadro de luz e em seguida é distribuída pela casa para ser usada para ligar televisores, computadores, eletrodomésticos e qualquer outro aparelho que precise de energia para funcionar. O excesso de energia gerada pelo sistema solar fotovoltaico é injetado na rede da distribuidora, resultando em “créditos de energia” (Figura 1). Cada distribuidora de energia tem as suas regras e exigências para conectar o seu sistema de energia solar fotovoltaica na rede elétrica⁸.

⁷ Consulte Portaria nº 420, de 22 de dezembro de 2010 Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria_n_420_de_22_de_dezembro_de_2010.pdf

⁸ No Brasil, a RN482/12, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, estabelece as condições gerais para a conexão dos sistemas de energia solar fotovoltaica na rede de energia elétrica.

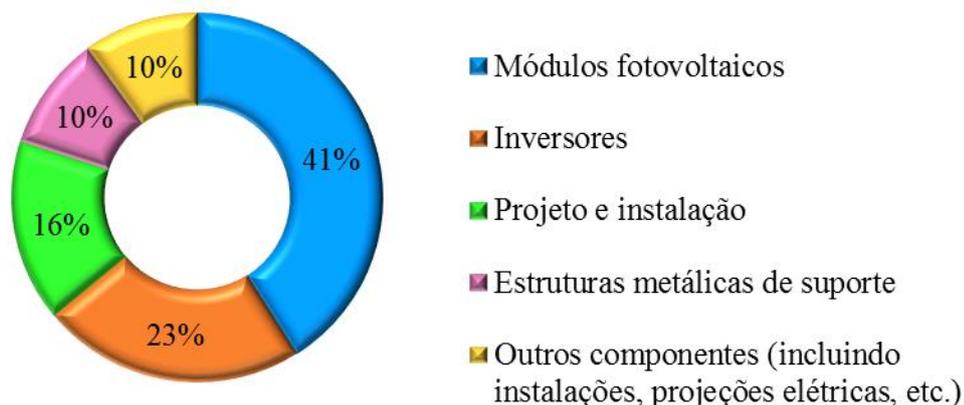
Figura 1. Produção de energia por meio de um sistema solar fotovoltaico



Fonte: <http://www.smienergiasolar.com.br>

O custo total do sistema fotovoltaico é composto pelos painéis solares, também denominado de módulos fotovoltaicos, inversor, componentes elétricos e estruturais, bem como os custos de planejamento e instalação. De acordo com a pesquisa realizada por Mighelão et al. (2018), os módulos fotovoltaicos ainda representam o componente mais caro de uma instalação, conforme se observa no Figura 2.

Figura 2. Composição do custo total da instalação de um sistema fotovoltaico.



Fonte: adaptado de Mighelão et al. (2018).

O alto custo de instalação do sistema fotovoltaico torna o aproveitamento da energia solar ainda pouco acessível para a população em geral. Entretanto, a vida útil dos painéis solares é, em média, de 25 anos. Após esse período o sistema vai gradativamente reduzindo sua eficiência, mas não deixa de gerar energia. Além disso, seu custo de manutenção é baixo, pois demanda basicamente a limpeza ocasional dos painéis (Cabral & Vieira, 2012).

De acordo com Brito e Silva (2006), o sistema fotovoltaico é um dos investimentos em energias renováveis que melhor se enquadra na atual realidade urbana, onde o espaço é cada vez mais escasso e valorizado. Os painéis solares, também podem se tornar parte integrante do imóvel e ajudar a reduzir o custo da obra, substituindo outros materiais de construção, como

por exemplo, o telhado. Além do baixo impacto ambiental na instalação, o sistema fotovoltaico reduz as perdas na transmissão e distribuição de energia, pois a eletricidade é consumida no mesmo local onde é produzida. Em lugares remotos, de difícil acesso, a energia solar é excelente alternativa, pois sua instalação em pequena escala não obriga investimentos elevados em linhas de transmissão (Nogueira, 2016).

Por outro lado, o sistema solar fotovoltaico é suscetível à situação climática do local. Chuvas, neve e nuvens interferem diretamente na quantidade de energia que é produzida. Além disso, à noite, quando não há incidência de luz solar, a produção de energia é cessada. Nesse caso, em locais onde os painéis fotovoltaicos não estejam ligados à rede de transmissão de energia, são necessários meios de armazenamento da energia produzida durante o dia. No inverno, em locais em latitudes médias e altas, como Nova Zelândia, Islândia e Finlândia, ocorrem quedas acentuadas de produção devido à menor incidência diária de energia solar (CRESESB, 2014). Não obstante, apesar dessas desvantagens, há diversos estudos que demonstram que o aproveitamento da energia solar é a solução para os atuais desafios energéticos da sociedade (Brito & Silva, 2006; Cabral & Vieira, 2012).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa consistiu em duas etapas principais. A primeira etapa foi de caráter exploratório, envolvendo o levantamento de dados junto aos meios de hospedagem (MHs) de Diamantina, Minas Gerais, em 2017. Os empresários dos 39 MHs existentes na época da pesquisa foram contatados, por meio de ligação telefônica, e convidados a participar da pesquisa. Desse universo, 13 MHs se dispuseram a participar da pesquisa, o que representa 33% do total.

A coleta de dados foi feita por meio de entrevista pessoal com os empresários, realizada *in loco*, utilizando um questionário estruturado, adaptado a partir do trabalho de Lopes (2014), que avaliou o potencial de inserção da energia solar fotovoltaica no setor hoteleiro de Armação de Búzios–RJ, Brasil. O questionário foi elaborado para obter as seguintes informações: instalações e equipamentos do empreendimento; conhecimento dos empresários sobre sustentabilidade e energia fotovoltaica; interesse na instalação do sistema fotovoltaico; e dados sobre o consumo energético do empreendimento.

Já a segunda etapa da pesquisa consistiu na avaliação da viabilidade econômica de investimento no sistema fotovoltaico nos MHs de Diamantina. Para a avaliação da viabilidade econômica de investimento deve-se possuir o fluxo de caixa do projeto, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e utilizar as técnicas de avaliação de projetos. O fluxo de capital de um projeto realiza a projeção de receitas e despesas para implantação da proposta (Grosso, 2013). Assim, é possível simular o quanto a empresa terá no caixa ao final de cada ano quando da implantação do projeto. A TMA representa o quanto de rentabilidade os proprietários das empresas almejam ganhar quando da implantação de um projeto considerando os riscos (Gitman, 2010; Grosso, 2013). A TMA é denominada também como taxa K. Grosso (2013) orienta a utilização de três técnicas na avaliação de projetos: o *Payback*; a Taxa Interna de Retorno (TIR); e o Valor Presente Líquido (VPL).

Payback significa o tempo de retorno do investimento (Gitman, 2010; Grosso, 2013). No caso da implantação do sistema de energia fotovoltaica, significa quanto tempo os proprietários dos meios de hospedagem recuperarão o valor investido na aquisição do sistema. Há dois tipos de *payback*: o simples e o descontado. No *payback* simples não se realiza nenhum tipo de ajuste. O *payback* descontado trabalha com a atualização dos dados. Nesse trabalho, optou-se por utilizar o *payback* simples, que tem como fórmula de cálculo:

$$\text{Payback simples} = \text{investimento inicial} / \text{resultado médio do fluxo de caixa}$$

O resultado do *payback* simples, para viabilizar o projeto de implantação, deverá ser inferior aos 25 anos estimados de vida útil dos painéis solares.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) “de um projeto consiste na rentabilidade periódica esperada com base no investimento inicial efetuado (I_0) e do fluxo de caixa projetado durante sua vida útil” (GROSSO, 2013, p.23). Seu cálculo é feito por meio da fórmula (Grosso, 2013):

$$I_o = \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1 + TIR)^t}$$

Sendo:

I_0 – investimento inicial;

FCt – fluxo de caixa esperado do projeto para o período t ;

n – vida útil do projeto

Para que um projeto seja viável, a TIR deverá ser superior à taxa mínima de atratividade estimada pelos empresários.

Por fim, o Valor Presente Líquido (VPL) informa se o projeto implantado cria valor para a empresa, ou seja, se a implantação do projeto é lucrativa aos empresários. Seu cálculo ocorre por meio da seguinte fórmula (Grosso, 2013):

$$VPL = \frac{\sum_{t=1}^n FCt}{(1 + K)^t} - I_0$$

Sendo:

VPL – Valor Presente Líquido;

I_0 – investimento inicial;

FCt – fluxo de caixa esperado do projeto para o período t ;

K – Taxa de Atratividade Mínima

n – vida útil do projeto

O VPL maior do que zero informa que o projeto é economicamente viável. Se houver, hipoteticamente, dois projetos em avaliação e os resultados do cálculo, do *payback* e da TIR, forem idênticos, será o maior resultado no cálculo do VPL que indicará qual o projeto mais rentável.

Para a montagem do fluxo de caixa para implantação do sistema de energia fotovoltaica, primeiramente, foi calculado o custo de implantação do sistema fotovoltaico com base nos preços de seus componentes (módulo, inversor, projeto e instalação), em quantidade necessária para atender ao consumo médio mensal de energia elétrica (kW), informado pelos proprietários dos 13 MHs investigados. Em seguida, foi analisada a viabilidade econômica da implantação do sistema fotovoltaico, por meio do cálculo do tempo de retorno do valor do investimento, utilizando as técnicas de *Payback* simples, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), com base na média de 25 anos de vida útil dos módulos fotovoltaicos. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi baseada na taxa básica de juros do Banco Central do Brasil (Taxa Selic⁹) do mês de setembro de 2017, estipulada em 8% ao ano. Trata-se da rentabilidade média de investimentos conservadores no mercado brasileiro. Este cálculo desconsiderou outros fatores que possam influenciar o preço do equipamento fotovoltaico, como inflação, alterações de leis de importação, dentre outros aspectos.

⁹ A Taxa Selic é a taxa básica de juros da economia brasileira. É o principal instrumento de política monetária utilizado pelo Banco Central (BC) para controlar a inflação e estimular a atividade econômica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

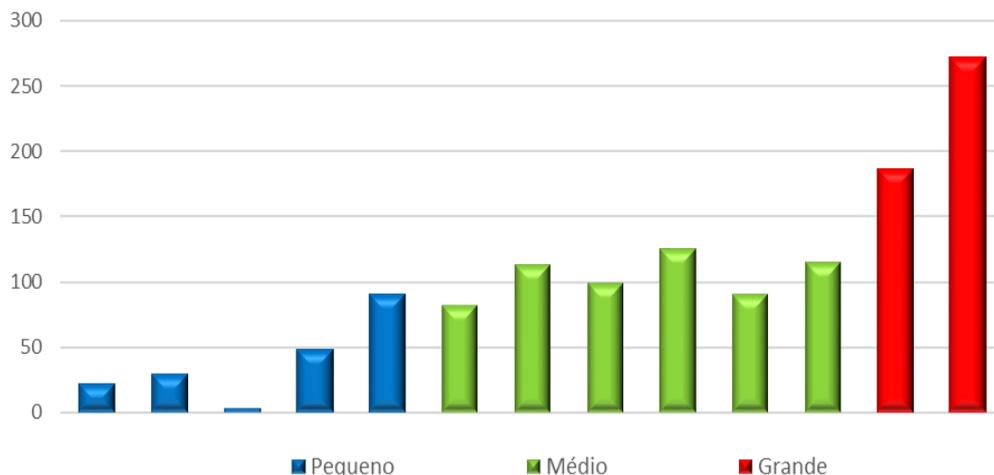
4.1 Análise da pesquisa aplicada aos meios de hospedagem de Diamantina

Nesta seção serão apresentados os resultados da pesquisa aplicada junto aos proprietários e, ou administradores de 13 meios de hospedagem de Diamantina. Inicialmente, os meios de hospedagem foram classificados de acordo com o número de unidades habitacionais (UHs), para definir o seu porte. Assim sendo, baseado na classificação de Lopes (2014), há cinco meios de hospedagem de pequeno porte (com até 20 UHs), seis de médio porte (com 21 a 40 UHs), e 2 de grande porte (com mais de 40 UHs).

Foram contabilizados os eletroeletrônicos disponíveis nas UHs como televisor, frigobar, ar condicionado, ventilador, chuveiro elétrico e a quantidade de aparelhos elétricos utilizados na cozinha/salão dos estabelecimentos. A Figura 3 indica o somatório dos eletroeletrônicos existentes, nas UHs e cozinha/salão, por porte, enquanto a Figura 4 demonstra o consumo médio mensal de energia (kWh) dos MHs de acordo com seu porte.

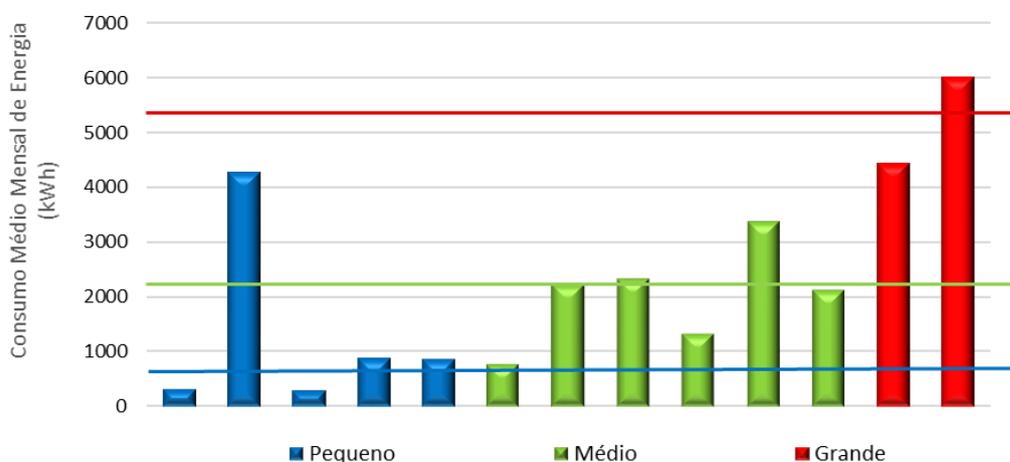
A discrepância observada em alguns MHs quanto à quantidade de aparelhos eletroeletrônicos (Figura 3) e ao consumo energético mensal (Figura 4), se justifica, entre outros aspectos, devido à terceirização da higienização dos enxovais e, ou pela utilização de outra fonte de energia complementar, como o aquecimento de água por gás ou pelo sistema solar.

Figura 3. Total de eletroeletrônicos dos MHs por porte



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 4. Consumo médio mensal de energia dos MHs por porte



Fonte: dados da pesquisa.

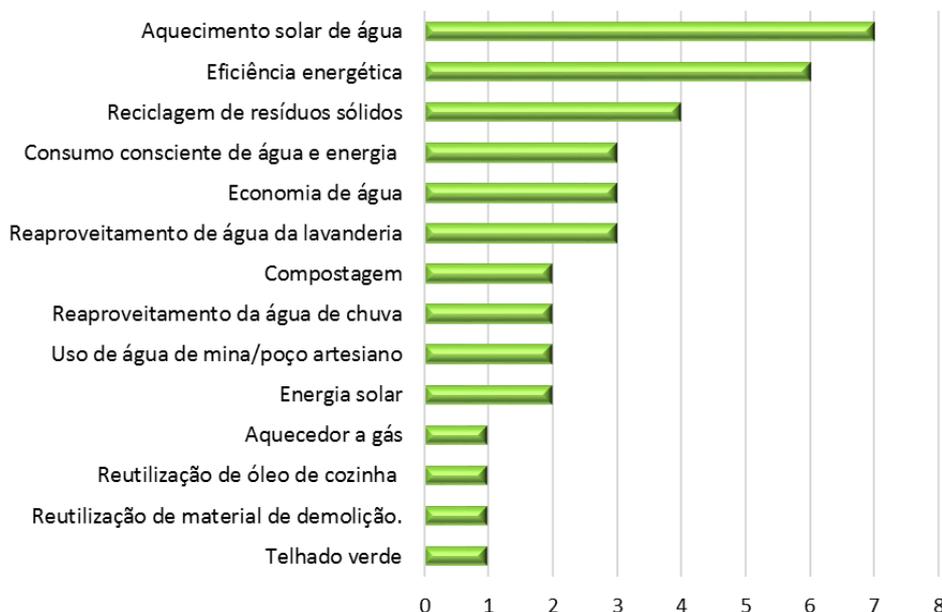
Com exceção de um estabelecimento, desconsiderado dentro da sua categoria a fim de não descaracterizar o consumo dos demais, as médias de consumo mensal de energia classificadas por porte são de 577,01kWh, 2.034,41 kWh e 5.226,83 kWh, para os estabelecimentos de pequeno, médio e grande porte, respectivamente.

A pesquisa mostrou que 69% dos estabelecimentos, ou nove MHs, mantêm o serviço de lavanderia dos enxovais no próprio local, de forma que os outros 31%, 4 MHs, terceirizam esse serviço ou realizam em outro endereço. Apesar do serviço de lavanderia não ser realizado no próprio MH, três não se configuram entre os 4 estabelecimentos com menor consumo energético; ou seja, além da despesa com a energia, ainda se somam às despesas totais os valores referentes ao serviço em outro local.

Os equipamentos/comodidades elétricas disponíveis aos hóspedes, em outros setores do estabelecimento fora da UH, não são considerados aparelhos com alto consumo energético como, por exemplo, computadores, câmeras de segurança, sinalização de emergência, entre outros. Quer dizer, não alteram significativamente o consumo energético desses três estabelecimentos. Os demais equipamentos/comodidades identificados, como sauna e piscina aquecida, utilizam outros meios energéticos, como o sistema a gás e o sistema de aquecimento solar, de forma que não influenciam o consumo de energia elétrica desses estabelecimentos.

A Figura 5 demonstra o conhecimento dos empresários/administradores sobre práticas sustentáveis que podem ser aplicadas aos MHs. Durante a entrevista foi solicitado que citassem todas as práticas sustentáveis que conhecessem, sendo aceitas múltiplas respostas por empresário, ou administrador.

Figura 5. Práticas sustentáveis em MHs conhecidas pelos empresários/administradores.



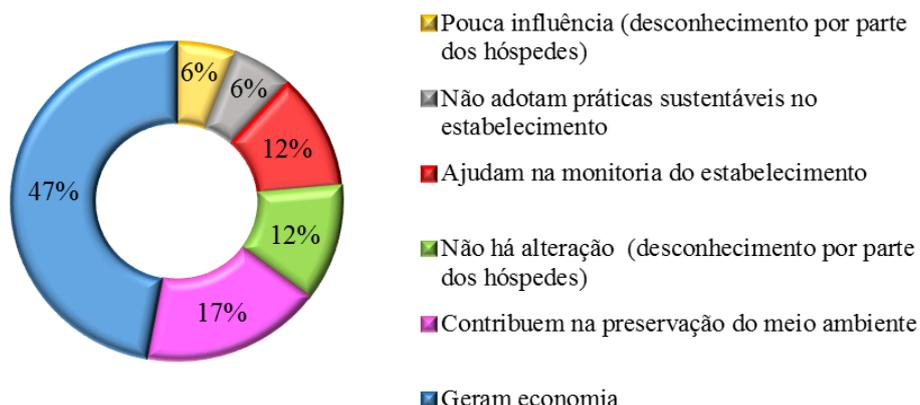
Fonte: dados da pesquisa.

Destaca-se na Figura 5 que a prática sustentável mais citada, por sete vezes, se refere ao aquecimento solar de água, seguida pela eficiência energética dos equipamentos, citada seis vezes, e pela reciclagem de resíduos, citada quatro vezes. Consumo consciente de água e energia se referem à utilização dos enxovais por mais de um dia pelos hóspedes, sendo citado três vezes, assim como o reaproveitamento de água da lavanderia. A compostagem, o reaproveitamento de água de chuva, o uso de água de mina/poço artesiano e a energia solar fotovoltaica foram citados duas vezes. As demais práticas, como telhado verde e a reutilização do óleo de cozinha e de madeira de demolição, foram citadas apenas uma vez. Observou-se o equívoco, de um dos empresários, ao associar o aquecedor a gás com práticas sustentáveis, tendo em vista que é uma fonte de energia não renovável.

A Figura 6 indica como as práticas sustentáveis influenciam no gerenciamento do estabelecimento, segundo os empresários e, ou administradores. A maior parte, 47%, associou as práticas à economia de recursos. Todavia, 24% acreditam que não há alteração no gerenciamento, desconhecem ou, simplesmente, não adotam práticas sustentáveis. Para 17% dos entrevistados, acreditam que essas práticas contribuem para o menor impacto ambiental.

Outro ponto interessante observado, ainda nos resultados da Figura 6, é o fato de 18% dos empresários, somatório das alternativas “pouca influência” e “não há alteração”, afirmarem que seus hóspedes desconhecem as práticas sustentáveis adotadas pelo estabelecimento; ou seja, mesmo a maioria considerando importante ou extremamente importante a sustentabilidade na escolha do estabelecimento, percebe-se uma deficiência na utilização dessas práticas como peças publicitárias chave ou comunicativas dos estabelecimentos.

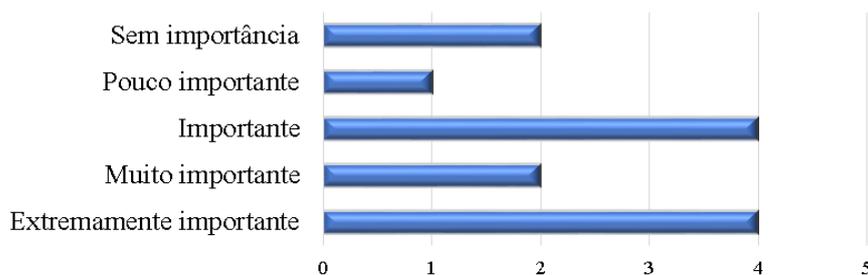
Figura 6. Influência das práticas sustentáveis no gerenciamento do estabelecimento.



Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 7 apresenta a opinião dos empresários a respeito da importância do fator sustentabilidade para os clientes na escolha de um MH. Dez dentre os 13 gestores entrevistados consideram, entre importante e extremamente importante, o fator sustentabilidade para o cliente¹⁰. Porém, afirmam que na prática esse não é um fator que influencia o comportamento do cliente na escolha do mesmo. Apenas um gestor considera que as práticas sustentáveis do estabelecimento exercem influência para os consumidores.

Figura 7. Importância do fator sustentabilidade para os clientes na escolha de um MH, na opinião dos empresários

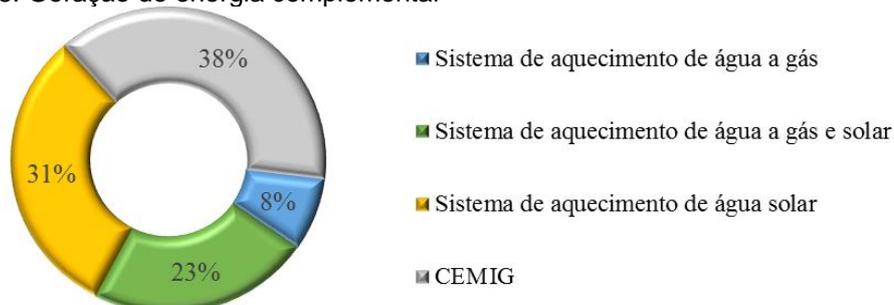


Fonte: dados da pesquisa.

Foi também pesquisado se os meios de hospedagem possuem algum sistema de geração de energia que substitua ou complemente a fornecida pela rede distribuidora de energia elétrica (Figura 8). Identificou-se que 38% utilizam apenas a energia fornecida pela Companhia Energética de Minas Gerais S.A (CEMIG), 31% utilizam o sistema de aquecimento solar de água, 23% utilizam o sistema de aquecimento de água solar e também a gás, e 8% utilizam o aquecimento de água a gás.

¹⁰ Para mensurar a importância do fator sustentabilidade para os clientes na escolha de um meio de hospedagem, utilizou-se a Escala de Likert, que consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância, permitindo variações na pontuação, a critério do pesquisador (Júnior & Costa, 2014).

Figura 8. Geração de energia complementar



Fonte: dados da pesquisa.

Os motivos, em ordem de importância, levados em consideração na decisão de implantar um sistema complementar de geração de energia, conforme dados da pesquisa, foram respectivamente:

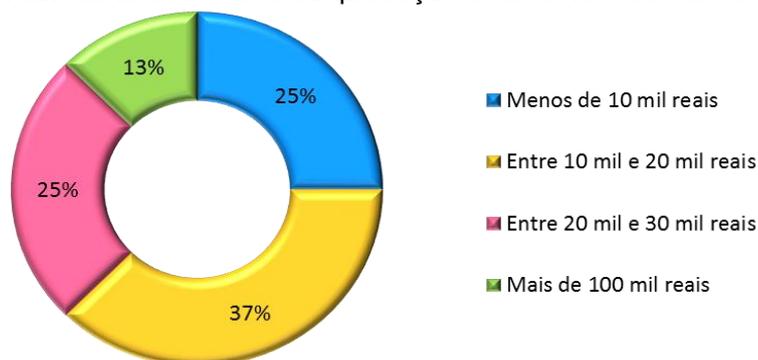
- obter redução do custo da energia elétrica;
- possibilidade de oferecer maior conforto aos clientes;
- praticar sustentabilidade ambiental;
- possuir independência da rede de energia elétrica;
- instabilidade no fornecimento de energia elétrica.

Em relação ao uso da energia solar fotovoltaica, 62% dos entrevistados responderam que conhecem esta forma de geração de energia. Quando questionados se conheciam algum estabelecimento que a utilizam, apenas 2 afirmaram conhecer, porém, um deles afirmou que “vários MHS de Diamantina” fazem uso da energia solar fotovoltaica, quando, na verdade, nenhum meio de hospedagem em Diamantina utilizava a energia solar fotovoltaica em 2017, e sim a energia solar para aquecimento de água. Portanto, observou-se que existe falta de clareza, entre alguns empresários, sobre as diferenças entre energia solar fotovoltaica e aquecimento solar de água.

Ao longo da entrevista, foi explicado que o sistema de energia fotovoltaica permite a redução da fatura de energia elétrica de 90% a 95%, que existem linhas de financiamentos em bancos específicos para o setor de turismo, como o Banco do Nordeste, Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, dentre outros, e cujo tempo de retorno do investimento é de cinco a dez anos, com garantia do sistema por aproximadamente 25 anos. Assim, foi perguntado se haveria interesse por parte dos gestores, ou empresários, na instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica. Dos participantes, 42% responderam que não teriam interesse, sendo a principal justificativa, apontado pela maioria dos entrevistados, o alto valor do investimento. Os demais, 58% dos participantes, declararam que instalariam o sistema fotovoltaico, apontaram a economia como o principal motivo para adotá-lo, sendo que a grande maioria respondeu que gostaria que 100% da energia utilizada pelo estabelecimento fosse gerada pelo sistema.

Os entrevistados interessados em instalar o sistema de energia solar responderam qual seria a faixa de valores que estariam dispostos a investir na implantação da energia fotovoltaica, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9. Faixa de investimento na implantação do sistema fotovoltaico.



Fonte: dados da pesquisa.

Além do alto custo de implantação do sistema, principal empecilho apontado pela maioria dos entrevistados, outros fatores foram citados, tais como:

- imóvel antigo e localizado dentro do perímetro tombado pelo IPHAN e UNESCO, prevendo problemas com a aprovação do projeto;
- já possuírem placas de aquecimento solar de água;
- imóvel alugado.

Considerando a alta concentração dos meios de hospedagem no centro histórico colonial tombado, e as burocracias e possíveis contratempos para conseguirem a aprovação do projeto pelo IPHAN, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica¹¹, criado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e a utilização do autoconsumo remoto¹², são alternativas para aqueles empresários que possuem outro imóvel fora do perímetro tombado.

Dessa forma, foi questionado aos entrevistados sobre a existência de outro imóvel pertencente ao mesmo proprietário do MH e que tenha a CEMIG como concessionária de energia, bem como se conheciam o sistema de compensação de energia a fim de utilizá-lo ou usar autoconsumo remoto. A pesquisa apontou que 54% dos entrevistados desconheciam o sistema de compensação de energia, 15% afirmaram conhecer mais ou menos, ou já ouviram falar, e 31% afirmaram já conhecer o sistema de compensação.

Pretendia-se nesta pesquisa, inicialmente, traçar um perfil energético dos estabelecimentos. Todavia, observou-se durante a pesquisa grande dificuldade de obter informações coerentes, como a taxa de ocupação hoteleira ou o percentual representativo da energia elétrica nas despesas gerais dos MHs, havendo, assim, discrepância de alguns dados com a realidade observada e a impossibilidade de traçar um perfil energético fidedigno. Não obstante, com base no histórico de consumo dos MH cedido pelos entrevistados, foi possível fazer a avaliação econômica de investimentos exposta a seguir.

¹¹ O Sistema de Compensação de Energia Elétrica, originária da Resolução Normativa nº 482/2012, permite que o excedente de energia elétrica gerada pela unidade consumidora seja injetado na rede da distribuidora. Esse excedente injetado é transformado em créditos de energia (kWh), válidos por 60 meses (ANEEL, 2016).

¹² Segundo a ANEEL (2016), também é possível a utilização desses créditos de energia em outras unidades consumidoras, em diferentes localidades, desde que estejam cadastradas dentro da mesma área de concessão. Nesse caso, o autoconsumo remoto é caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma pessoa física ou pessoa jurídica, incluídas matriz e filial.

4.2 Avaliação econômica de investimentos para implantação do sistema fotovoltaico nos MHs de Diamantina

Para a estimativa da produção de energia nos meios de hospedagem, em Diamantina-MG, foi utilizado o *software RETScreen Plus*¹³ que se baseia em dados climáticos de satélites da NASA. A busca é feita pelo país, estado e cidade, e o programa apresenta dados relativos à localização, como latitude, longitude, elevação e dados climáticos, como a temperatura do ar, humidade, a radiação solar diária, a pressão atmosférica e a velocidade do vento, dentre outros. Dessa forma, a irradiação solar diária média utilizada será de 5,24 kWh/m² dia.

Tendo em vista que este estudo não contemplou um meio de hospedagem específico, mas uma amostra contendo diferentes portes de MHs, não foi levado em consideração a área disponível para a instalação do sistema, tampouco as especificidades de cada estabelecimento, como, por exemplo, a inclinação e direção do telhado, áreas de sombreamento e outras especificidades. Contudo, foi dimensionado a área mínima necessária para a instalação, bem como a quantidade necessária de módulos.

Assim sendo, foram selecionados três tipos diferentes de módulos fotovoltaicos para o cálculo do investimento, levando em consideração os modelos disponíveis no mercado na loja virtual da NeoSolar Energia¹⁴. Na Tabela 1, os modelos selecionados estão especificados, além das diferenças entre o preço, a potência e a área necessária para alocação dos mesmos. Observa-se que o preço do módulo é diretamente proporcional à potência, área e peso.

Tabela 1. Especificações dos módulos fotovoltaicos utilizados na avaliação econômica.

Modelo	Preço (und.)	Potência (W)	Área (m ²)	Peso (kg)
SunEdisonF330EZD	R\$ 763,00	330	1,96	22,000
Canadian Solar - CS6U-320P	R\$ 715,00	320	1,94	22,400
Seraphim Solar - SRP-6PB	R\$ 565,00	265	1,63	19,000

Fonte: NEOSOLAR ENERGIA, 2017.

O tipo de inversor utilizado para a análise econômica se refere ao tipo *String*¹⁵, que é próprio para utilização em pequena escala e conectado à rede. Os inversores adotados para o estudo foram selecionados considerando três níveis de potência, o tipo de rede, e o custo de aquisição, conforme apresentado na Tabela 2 (NEOSOLAR ENERGIA, 2017):

Tabela 2. Características dos inversores escolhidos para a avaliação econômica.

Modelo	Tipo de rede	Potência (W)	Preço do inversor
Fronius Primo 6.0-1	Monofásico	6 kW	R\$ 11.890,00
Fronius Symo 15.0-3-M	Trifásico	15 kW	R\$ 20.390,00
Fronius Symo 20.0-3-M	Trifásico	20 kW	R\$ 22.890,00

Fonte: NEOSOLAR ENERGIA, 2017.

De acordo com Liosmar Moura, proprietário da Sollio¹⁶, os valores correspondentes aos componentes elétricos, estruturais, projeto e instalação podem variar significativamente devido a vários fatores como, por exemplo, o local onde o sistema será instalado, se em solo ou em telhados, qual o tipo de telhado, se cerâmica, amianto ou concreto, a inclinação do telhado, a quantidade de módulos fotovoltaicos, entre outras variáveis (MOURA, 2017).

¹³ O *RETScreen (Renewable Energy Technology Screen)* é um *software* desenvolvido pela *Natural Resources Canada (NRCAN) CANMET Energy Technology Centre*, para o gerenciamento de energia baseado em ferramentas do *Windows*, que permite aos proprietários do projeto verificar facilmente o desempenho energético de suas instalações.

¹⁴ Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/loja/>. (Acesso em: 17 set. 2017).

¹⁵ Os inversores *String* são utilizados em instalações residenciais e comerciais, são modelos de baixa potência, conectado em um pequeno grupo de módulos, e podem ser monofásicos ou trifásicos (Tolmasquim, 2016).

¹⁶ A Sollio é uma empresa de planejamento e instalação de sistemas fotovoltaicos localizada no município de Diamantina-MG.

Para se ter um parâmetro dos valores correspondentes às estruturas metálicas, a Sollio disponibilizou uma tabela de preços aproximados para instalação em telhados, dimensionados para pequeno, médio e grande porte, classificados segundo o consumo energético (Tabela 3).

Tabela 3. Valor aproximado referente à estrutura de instalação por porte energético – out/2017

Porte energético	Valor aproximado (R\$)
Pequeno (até 500kWh)	1.780,50
Médio (até 2000kWh)	3.685,00
Grande (até 5200 kWh)	12.427,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Ressalta-se que a classificação energética, apresentada na Tabela 3, foi estabelecida conforme a média de consumo de energia elétrica dos MHs apresentada na Figura 4, de acordo com o porte dos estabelecimentos. Os valores referentes à instalação, projeto e demais componentes elétricos foram baseados no percentual identificado por Hahn e Mighelão (2017), considerando 16% do total do investimento para os componentes eletrônicos e 10% referente ao projeto e instalação (Figura 2).

Para a avaliação econômica de investimentos para implantação do sistema fotovoltaico nos MHs, definiu-se três perfis de acordo com o porte dos mesmos. As estimativas de tempo de *Payback* simples, TIR e VLP, para os três portes, considerou o tempo de 25 anos, ou seja, tempo médio de vida útil do sistema, e uma TMA de 8% a.a., simulando uma aplicação conservadora baseada na Taxa Selic do mês de setembro de 2017. Os preços calculados dos sistemas fotovoltaicos por meio dos valores de mercado e das estimativas feitas, para cada um dos três portes definidos, são apresentados na Tabela 5:

Tabela 5. Valor estimado dos sistemas fotovoltaicos por porte dos MHs.

Porte do MH	Consumo médio (kW/mês)	Potência do Projeto (kW)	Valor médio da conta de energia (R\$/mensal)	Valor do sistema fotovoltaico (R\$)
Pequeno	577,01	3,03	438,53	25.294,96
Médio	2.034,41	12,31	1.546,15	64.709,32
Grande	5.226,83	32,61	3.972,39	161.039,42

Fonte: dados da pesquisa.

O valor médio do kWh pago à concessionária, em 2017, é de R\$ 0,76. Este valor foi multiplicado pela média do consumo por porte, sendo 577,01 kW/mês, 2.034,41 kW/mês e 5.226,83 kW/mês para pequeno, médio e grande porte, respectivamente, a fim de se obter o valor médio da conta de energia. Esse valor foi a base das entradas do fluxo de caixa, de modo a não alterar o peso referente à energia elétrica nas despesas gerais. Foi desconsiderada a Taxa de Iluminação Pública (TIP)¹⁷, as possíveis variações no valor do kWh e das bandeiras tarifárias ao longo dos 25 anos.

Considerando os parâmetros supracitados na Tabela 5, o *payback* simples para o investimento no sistema fotovoltaico, para MHs de pequeno porte, é de 4,81, ou seja, seriam necessários 4 anos e 10 meses para recuperar/quitar todo o investimento (Tabela 6).

¹⁷ Taxa de Iluminação Pública (TIP) é um imposto com a denominação de contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública.

Tabela 6 – Fluxo de Caixa ao longo de 25 anos para meios de hospedagem de pequeno porte.

Taxa Mínima de Atratividade -TMA (a.a):			Valor médio da conta de energia (mensal):		Valor pago à concessionária durante um ano:		
8%			R\$ 438,53		R\$ 5.262,33		
Ano	Valor do investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo (R\$)	Ano	Valor do investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo (R\$)
0	- 25294,957	- 25.294,96	- 25.294,96	13	-	5.262,33	43.115,35
1	-	5.262,33	- 20.032,63	14	-	5.262,33	48.377,68
2	-	5.262,33	- 14.770,29	15	-	5.262,33	53.640,01
3	-	5.262,33	- 9.507,96	16	-	5.262,33	58.902,34
4	-	5.262,33	- 4.245,63	17	-	5.262,33	64.164,67
5	-	5.262,33	1.016,70	18	-	5.262,33	69.427,00
6	-	5.262,33	6.279,03	19	-	5.262,33	74.689,34
7	-	5.262,33	11.541,36	20	-	5.262,33	79.951,67
8	-	5.262,33	16.803,69	21	-	5.262,33	85.214,00
9	-	5.262,33	22.066,02	22	-	5.262,33	90.476,33
10	-	5.262,33	27.328,36	23	-	5.262,33	95.738,66
11	-	5.262,33	32.590,69	24	-	5.262,33	101.000,99
12	-	5.262,33	37.853,02	25	-	5.262,33	106.263,32
Payback Simples:			TIR:		VPL :		
4,81 anos			20,61%		R\$ 30.879,25		

Fonte: dados da pesquisa.

A TIR projetada é de 20,61%, o que significa que, frente aos 8% de TMA, o investimento na aquisição do sistema fotovoltaico renderia 12,61% a mais durante o período de 25 anos; resultando num parecer favorável ao projeto. Considerando o fluxo de caixa no valor presente e TMA de 8% ao ano, o VPL de R\$ 30.879,25 representa a riqueza gerada para a empresa; isto significa que, em termos de valor presente, o projeto é viável uma vez que é maior que zero.

Para MHs de médio porte o *payback* simples, para o investimento no sistema fotovoltaico, é de 3,50, ou seja, seriam necessários 3 anos e 6 meses para recuperar/quitar todo o investimento. A TIR projetada é de 28,50%, o que significa que, frente aos 8% de TMA, o investimento na aquisição do sistema fotovoltaico renderia 20,50% a mais durante o período de 25 anos; resultando num parecer favorável ao projeto. Considerando o fluxo de caixa no valor presente e TMA de 8% ao ano, o VPL de R\$ 133.084,15 representa a riqueza gerada para a empresa; isto significa que, em termos de valor presente, o projeto também é viável (Tabela 7).

Tabela 7 - Fluxo de Caixa ao longo de 25 anos para meios de hospedagem de médio porte.

Taxa Mínima de Atratividade -TMA (a.a):			Valor médio da conta de energia (mensal):		Valor pago à concessionária durante um ano:		
8%			R\$ 1.546,15		R\$ 18.553,82		
Ano	Valor do investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo (R\$)	Ano	Valor do investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo (R\$)
0	- 64.973,72	- 64.973,72	- 64.973,72	13	-	18.553,82	176.225,93
1	-	18.553,82	- 46.419,90	14	-	18.553,82	194.779,75
2	-	18.553,82	- 27.866,08	15	-	18.553,82	213.333,57
3	-	18.553,82	- 9.312,26	16	-	18.553,82	231.887,39
4	-	18.553,82	9.241,56	17	-	18.553,82	250.441,21
5	-	18.553,82	27.795,38	18	-	18.553,82	268.995,03
6	-	18.553,82	46.349,20	19	-	18.553,82	287.548,85
7	-	18.553,82	64.903,02	20	-	18.553,82	306.102,67
8	-	18.553,82	83.456,83	21	-	18.553,82	324.656,48
9	-	18.553,82	102.010,65	22	-	18.553,82	343.210,30
10	-	18.553,82	120.564,47	23	-	18.553,82	361.764,12
11	-	18.553,82	139.118,29	24	-	18.553,82	380.317,94
12	-	18.553,82	157.672,11	25	-	18.553,82	398.871,76
Payback Simples:			TIR:		VPL :		
3,5 anos			28,50%		R\$ 133.084,15		

Fonte: dados da pesquisa.

Por fim, o *payback* simples para o investimento no sistema fotovoltaico para MHs de grande porte é de 3,38 anos, quer dizer, seriam necessários 3 anos e 5 meses para recuperar/quitar todo o investimento. A TIR projetada é de 29,55%, o que significa que frente aos 8% de TMA, o investimento na aquisição do sistema fotovoltaico renderia 21,55% a mais durante o período de 25 anos, superando largamente a taxa de investimento conservadora. Considerando o fluxo de caixa no valor presente e taxa de 8% ao ano, o VPL de R\$ 347.813,17 define a riqueza gerada para a empresa durante os 25 anos; ou seja, em termos de valor presente, o projeto é altamente viável, capaz de gerar capital acima do que a maioria dos investimentos financeiros (TABELA 8).

Tabela 8 Fluxo de Caixa ao longo de 25 anos para meios de hospedagem de grande porte.

Taxa Mínima de Atratividade -TMA (a.a):			Valor médio da conta de energia (mensal):		Valor pago à concessionária durante um ano:		
8%			R\$ 3.972,39		R\$ 47.668,69		
Ano	Valor do investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo (R\$)	Ano	Valor do investimento (R\$)	Fluxo de caixa (R\$)	Saldo (R\$)
0	- 161.039,42	- 161.039,42	- 161.039,42	13	-	47.668,69	458.653,54
1	-	47.668,69	- 113.370,73	14	-	47.668,69	506.322,23
2	-	47.668,69	- 65.702,05	15	-	47.668,69	553.990,92

3	-	47.668,69	- 18.033,36	16	-	47.668,69	601.659,61
4	-	47.668,69	29.635,33	17	-	47.668,69	649.328,30
5	-	47.668,69	77.304,02	18	-	47.668,69	696.996,99
6	-	47.668,69	124.972,71	19	-	47.668,69	744.665,68
7	-	47.668,69	172.641,40	20	-	47.668,69	792.334,37
8	-	47.668,69	220.310,09	21	-	47.668,69	840.003,06
9	-	47.668,69	267.978,78	22	-	47.668,69	887.671,75
10	-	47.668,69	315.647,47	23	-	47.668,69	935.340,44
11	-	47.668,69	363.316,16	24	-	47.668,69	983.009,13
12	-	47.668,69	410.984,85	25	-	47.668,69	1.030.677,82
Payback Simples:		TIR:		VPL:			
3,38 anos		29,55%		R\$ 347.813,17			

Fonte: dados da pesquisa.

A Tabela 9 apresenta a síntese dos resultados das técnicas de avaliação econômica de investimentos para implantação de energia fotovoltaica para cada porte de meio de hospedagem.

Tabela 9. Síntese dos resultados das técnicas de avaliação econômica de investimentos para implantação de energia fotovoltaica em meios de hospedagem.

Porte do MH	Técnica	PAYBACK (em anos)	TIR (%)	VPL (em R\$)
Pequeno		4,81	20,61%	30.879,25
Médio		3,50	28,50%	133.084,15
Grande		3,38	29,55%	347.813,17

Fonte: elaborado pelos autores.

Observa-se que, para todos os portes de meios de hospedagem, a implantação do projeto avaliado pelos três critérios de avaliação econômica de investimentos se mostraram favoráveis à implantação, apresentando tempo de *payback* simples inferior a cinco anos, TIR acima de 20%, frente aos 8% de TMA, e VLP positivo. Nesse sentido, a tendência verificada foi: quanto maior for o porte do estabelecimento, menor é o tempo para o retorno do investimento e maior é a riqueza gerada para o empreendimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adotar práticas sustentáveis no setor turístico, especificamente na hotelaria, é desejável não apenas por questões ambientais e sociais, mas pela vantagem competitiva que estas proporcionam aos empreendimentos e aos destinos. Todavia, apesar do diferencial de mercado que as certificações e as rotulagens ambientais podem proporcionar, este estudo demonstrou que a maioria dos empresários dos meios de hospedagem (MHs) de Diamantina, que já adotam práticas sustentáveis, não as divulgam comercialmente. De certa forma, perdem a chance de se diferenciarem no mercado, mesmo a maioria considerando importante ou extremamente importante a sustentabilidade para o cliente.

Alinhando as necessidades de atender uma demanda cada vez maior de fontes de energia de renovável, reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa e contribuir para o desenvolvimento sustentável do turismo, foi feita a avaliação econômica de investimentos para implantação de sistemas fotovoltaicos em MHs de Diamantina.

A pesquisa demonstrou que, para todos os três portes de MHs (pequeno, médio e grande), a implantação do sistema fotovoltaico é, para além do financeiramente viável, em muitos casos, economicamente rentável. O tempo de retorno do investimento (payback simples) para os três portes ficaram abaixo de 5 anos. Quando considerado o valor presente líquido (VPL), todos os três projetos apresentaram VPL positivo superiores a 30 mil reais. A taxa interna de retorno (TIR) para os três portes se apresentou acima de 20%, cerca de duas a três vezes mais do que a taxa mínima de atratividade estabelecida em 8% ao ano.

Portanto, não resta dúvida quanto ao retorno do investimento, principalmente quando há alta demanda de energia, como é o caso dos meios de hospedagem em geral, e que quanto maior a demanda por energia, ou quanto maior o gasto com energia, menor será o tempo de retorno do investimento e, conseqüentemente, maior serão os benefícios gerados durante os 25 anos. A atratividade do investimento acompanha o porte do estabelecimento; quanto maior for o MH, menor será o tempo de retorno do investimento e maior será a riqueza gerada ao longo da vida útil do sistema.

Além disso, a possibilidade de transformar o excedente de energia gerado em créditos, que podem ser abatidos nas contas dos 60 meses subsequentes, ou utilizados para abater o consumo em outro posto tarifário, autoconsumo remoto, torna ainda mais atraente a instalação do sistema solar fotovoltaico nos MHs. Isso significa que a sazonalidade do turismo deixa de ser um obstáculo, pois a geração excedente nos meses de baixa demanda pode ser utilizada para compensar os gastos nos períodos de alta procura.

As restrições de intervenção paisagística, e outras limitações de espaço para instalar as placas fotovoltaicas, devido ao fato da maioria dos MHs estar situada no conjunto arquitetônico tombado de Diamantina, também não são impeditivos, uma vez que os proprietários dos MHs podem gerar energia em outro imóvel no estado de Minas Gerais, desde que esteja sob administração da mesma concessionária.

Embora existam algumas ferramentas de cálculo oferecidas por prestadores de serviço de sistemas fotovoltaicos, tais utilidades não estão adaptadas, em sua grande maioria, às demandas particulares dos MHs e não contemplam as especificidades existentes em Diamantina, como condições climáticas, nível de radiação, restrições legais, dentre outros. A avaliação econômica de investimentos de energia fotovoltaica, elaborada para os MHs de Diamantina, revelou-se extremamente promissora, podendo servir como base de cálculo para outros municípios com características análogas.

Tendo em vista que já houve significativa redução dos custos totais de um sistema fotovoltaico nos últimos anos, e com a queda acentuada da taxa Selic, referência para a taxa mínima de atratividade, a tendência é que os sistemas de geração de energia fotovoltaica se popularizem rapidamente, com ampla difusão no território nacional, conforme já constatado por Nishimoto e Varajão (2018). Trata-se de fenômeno análogo ao que ocorreu com o sistema solar de aquecimento de água, largamente utilizado em residências e meios de hospedagem. Em Diamantina, por exemplo, observou-se que 31% dos MHs adotam o sol como principal fonte de aquecimento de água.

A alteração do marco regulatório para a geração de energia solar está em tramitação na esfera legislativa brasileira. A Agência Nacional de Energia Elétrica tem a proposta de taxar os produtores pelo uso das linhas de transmissão, o que não é consenso entre os agentes envolvidos. Estuda-se manter os benefícios para os produtores atuais e criar segurança jurídica. Não obstante, estima-se que, mesmo com as alterações que poderão vir, a geração de energia continuará atraente para os grandes consumidores, como os meios de hospedagem de grande porte. Em um futuro não distante, a diminuição do custo, aliado ao aumento da eficiência das baterias, viabilizarão investimentos *off grid*, ou seja, produção de energia com armazenamento no próprio local, sem estar conectada às concessionárias de energia elétrica e, portanto, não podendo ser taxada.

Diante da possibilidade de conciliar a sustentabilidade, dentro da lógica da responsabilidade social e ambiental, e as vantagens financeiras, ou publicitárias - marketing

verde, acredita-se que, nos próximos anos, poucos serão os empresários que não estarão interessados em gerar sua própria energia por meio do sistema solar fotovoltaico.

6. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. (2016): **Micro e minigeração distribuída. Sistema de compensação de energia elétrica.** ANEEL, Brasília-DF.

BRITO, M. e SILVA, J. (2006):: **Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade.** Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

BRUNDTLAND, G. (1987). **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.** United Nations General Assembly document A/42/427. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Consultado em 25/03/2020 às 12:00.

CABRAL, I. e VIEIRA, R. (2012): **Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente.** In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia-GO, Brasil. Disponível em : <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/X-003.pdf>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito – CRESESB. (2014): **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.** Edição Revisada e Atualizada, Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

DALTON, G. J.; LOCKINGTON, D. A.; BALDOCK, T. E. (2008a): Feasibility analysis of stand-alone renewable energy supply options for a large hotel. **Renewable energy**, vol. 33, nº 7, pp. 1475-1490. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.09.014>

DALTON, G. J.; LOCKINGTON, D. A.; BALDOCK, T. E. (2008b): A survey of tourist attitudes to renewable energy supply in Australian hotel accommodation. **Renewable energy**, vol. 33, nº 10, pp. 2174-2185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.12.016>

GITMAN, L. (2010): **Princípios de administração financeira.** Pearson Prentice Hall, São Paulo.

GOLDEMBERG, J. e LUCON, O. (2012): **Energia, Meio ambiente & Desenvolvimento.** Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GROSSO, L. M. P. (2013): **Gestão financeira.** Grupo IBMEC Educacional, Rio de Janeiro.

HALL, C. M. e HIGHAM, J. (Eds.). (2005): **Tourism, recreation and climate change.** Channel View Publications, Clevedon, UK.

HALL, C. M., SCOTT, D. e GÖSSLING, S. (2013): The primacy of climate change for sustainable international tourism. **Sustainable Development**, vol. 21, nº 2, pp.112-121. DOI: <https://doi.org/10.1002/sd.1562>

HERSCH, P. e ZWEIBEL, K. (1982): **Basic photovoltaic principles and methods.** Solar Energy Research Inst., Golden-CO, USA.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2013). **Lista dos Bens Culturais Inscritos nos Livros do Tombo (1938-2012).** Rio de Janeiro: IPHAN.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN. (27 de março 2017): **Portaria Nº 420, de 22 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno. 2010. Disponível em: <https://goo.gl/FqYc1k>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina - IDEAL. (2017): **O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica em 2017**. Instituto IDEAL. Disponível em: <https://institutoideal.org/o-mercado-brasileiro-de-geracao-distribuida-fotovoltaica-edicao-2017/>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00. JÚNIOR, S. D. S. e COSTA, F. J. Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase Completion. **PMKT–Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, v. 15, n. 1-16, p. 61, 2014. Disponível em: http://www.revistapmkt.com.br/Portals/9/Volumes/15/1_Mensura%C3%A7%C3%A3o%20e%20Escalas%20de%20Verifica%C3%A7%C3%A3o%20uma%20An%C3%A1lise%20Comparativa%20das%20Escalas%20de%20Likert%20e%20Phrase%20Completion.pdf. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

LOPES, M. P. C. (2014): **Avaliação do potencial de inserção da energia solar fotovoltaica no setor hoteleiro de Armação de Búzios-RJ**. COPPE, Programa de Planejamento Energético, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Mariana_Padilha_Camp_s_Lopes.pdf. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

MICHALENA, E. e TRIPANAGNOSTOPOULOS, Y. (2010): Contribution of the solar energy in the sustainable tourism development of the Mediterranean islands. **Renewable Energy**, vol. 35, nº 3, pp. 667-673. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.08.016>.

MIGHELÃO, T.R. et al. (2018). O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica. Edição 5. 74p, Disponível em: https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/estudofv2018_digital3. Acesso em 31 de mar. 2020.

MOURA, L (2017). **Depoimento** [15 set. 2017]. Entrevistadora: Ellen Nishimoto. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

NeoSolar Energia. (27 de março 2017): **Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica e Seus Componentes**. Disponível em: <https://goo.gl/U6vPkR>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00

NISHIMOTO, E. e VARAJÃO, G. F. D. C. (2018). Energia solar fotovoltaica em meios de hospedagem no Brasil: nicho de mercado ou tendência à massificação? **CULTUR: revista de cultura e turismo**, v. 12, p. 148-168. Disponível em: <http://periodicos.uesc.br/index.php/cultur/article/view/2020>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

NOGUEIRA, P. C. (2016): **Análise da inserção de geração solar fotovoltaica em grandes consumidores do Rio de Janeiro: um estudo de caso**. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/29308/29308.PDF>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

REDDY, M. V. e WILKES, K. (2012): **Tourism, Climate Change and Sustainability**. Routledge, New York, USA.

REIS, L. B. e CUNHA, E. C. N. (2006): **Energia Elétrica e Sustentabilidade: Aspectos tecnológicos, socioambientais e legais**. Editora Manole, São Paulo-SP, Brasil.

REIS, L. B. (2011): **Geração de Energia Elétrica**. Editora Manole, São Paulo-SP, Brasil.

SCOTT, D. (2011): Why sustainable tourism must address climate change. **Journal of Sustainable Tourism**, vol. 19, nº 1, pp. 17-34. DOI: 10.1080/09669582.2010.539694.

TOLMASQUIM, M. (2016): **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>. Consultado em 31/03/2020 às 12:00.

World Tourism Organization - UNWTO. **Sustainable Development of Tourism: Climate Change & Tourism**. Disponível em: <https://goo.gl/4hfpAV> >. Aceso em: 24 ago. 2016.