

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS NA COBERTURA DE ESTACIONAMENTOS

ARIEL MATIAS ALEIXO¹
UDIMARA ERICA MATTEI PREILIPPER²

RESUMO: A energia fotovoltaica é uma das principais fontes de energia limpa e sustentável atualmente, isso se deve ao fato de ser proveniente de um recurso considerado infinito, que é o caso do Sol. A conversão dessa energia se dá por meio de um sistema Fotovoltaico, e seu investimento exige um dispêndio de recursos financeiros que, por vezes, não corresponde à disponibilidade do empreendimento. Levando em conta o cenário de crescimento dos estudos e pesquisas no campo de eficiência energética e qualidade de energia, a pesquisa em questão tem como objetivo analisar a viabilidade da utilização de uma estratégia de geração de energia limpa e renovável, que consiste no uso de painéis fotovoltaicos empregados como coberturas de estacionamentos, através do desenvolvimento de uma pesquisa de campo, executada utilizando questionários, direcionada a discutir a relação entre empresas do estado de Mato Grosso e a aplicação deste sistema. Assim, mostrando as vantagens, desvantagens e até dificuldades encontradas na implantação deste sistema, segundo as empresas abordadas na pesquisa.

Palavras-chave: cobertura de estacionamentos, energia fotovoltaica, fontes de energia.

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC PLATES IN THE PARKING COVERAGE

ABSTRACT: The photovoltaic energy is now one of the main clean and maintainable sources of energy, that is due to the fact of being originating from a resource considered infinite, that is the case of the Sun. The conversion of that energy feels through a photovoltaic system, and your investment demands an expenditure of financial resources that, per times, it doesn't correspond to the readiness of the enterprise. Taking into account the scenery of growth of the studies and researches in the field of energy efficiency and quality of energy, the research in subject has as objective analyzes the viability of the use of a strategy of generation of clean and renewable energy, that consists of the use of photovoltaic panels used as coverings of parkings, through the development of a field research, executed using questionnaires, addressed to discuss the relationship between companies of the state of Mato Grosso and the application of this system. Like this, showing the advantages, disadvantages and even difficulties found in the implantation of this system, according to the companies approached in the research.

Keywords: covering of parkings, photovoltaic energy, sources of energy.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: ariel.aleixo@hotmail.com;

² Professora Mestre em Bioenergia, Curso de Engenharia Civil, UNIFASPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: udimara_89@hotmail.com;

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico de um país depende do seu potencial de energia disponível. A energia é uma força indispensável para todo o funcionamento de uma economia e a evolução da sua sociedade. Devido à crise do petróleo durante a década de 70, muitos países passaram por dificuldades energéticas e econômicas, inclusive o Brasil. Uma vez que sua matriz energética derivava predominantemente desse composto.

Neste cenário, as fontes de geração de energia renováveis tornaram-se uma ótima alternativa, se destacando nas políticas públicas no setor energético, buscando redução da necessidade de utilizar derivados de petróleo. No entanto, ao final de 2015, as fontes não renováveis, tal como o petróleo, permaneciam ocupando grande destaque na matriz energética mundial, tendo 76,3% da energia mundial produzida atribuídos a si. Apesar disso, há de se ressaltar que esse número sofre redução ano após ano.

De acordo com a ANEEL, por várias décadas, a principal fonte de geração elétrica brasileira tem sido a hidroeletricidade. Esse fato ocorre muito por sua alta competitividade econômica, tanto quanto pela abundância deste recurso energético no território nacional. Entretanto, mesmo sendo uma fonte renovável as hidrelétricas ainda acarretam um grande impacto ambiental. Na instalação e construção desse tipo de usina, grandes áreas são alagadas, o que afeta a vegetação natural, provoca assoreamento do leito dos rios e pode gerar também a extinção de algumas espécies de peixes por exemplo. Além de provocar diversos impactos sociais, o que prejudica principalmente a população indígena e ribeirinha.

Desta forma, se tornou muito importante o estudo de novas alternativas de energia renovável, buscar otimizar a utilização dos recursos naturais em abundância no território brasileiro e assim afetar sempre menos o meio ambiente. Atualmente, com todos os recursos tecnológicos e novos estudos desenvolvidos dia após dia, uma das opções que se mostra muito promissora, principalmente pelo clima tropical do nosso país, é a energia solar. Que proporciona, tanto benefícios econômicos, para a população, quanto ambientais para o Planeta.

Esse cenário possibilitou a expansão e o desenvolvimento da geração de energia através de fontes alternativas, como a energia solar por exemplo, gerada por meio da utilização de placas fotovoltaicas.

Segundo o Atlas brasileiro da energia solar, a exploração do recurso solar no Brasil se mostra como uma excelente escolha para compor fontes de energia convencionais já consolidadas como o caso das hidrelétricas. O aproveitamento do recurso solar beneficia o controle hídrico nos reservatórios, principalmente em períodos de menor incidência de chuvas, e viabiliza a otimização e planejamento de novos investimentos em transmissão, distribuição da energia e geração.

A tecnologia fotovoltaica faz uso de materiais como o silício que são semicondutores para transformar raios solares em eletricidade. O avanço constante desta tecnologia proporciona no mundo todo, o aumento da capacidade de fornecimento de energia elétrica, possibilitando considerar a energia solar fotovoltaica como uma escolha limpa, viável, renovável e com manutenção mínima. Atualmente a energia solar fotovoltaica, depois da hidráulica e eólica, é a terceira mais importante fonte de energia renovável se tratando de capacidade instalada no mundo. Já é utilizada atualmente em mais de 100 países. Entretanto, no Brasil a energia solar caracteriza menos de 1% da energia total produzida (ANEEL, 2017).

A demanda crescente de energia e o aumento de seu custo de geração resultou no aumento da busca por formas de geração de energia alternativas e mais baratas. Dentre elas, existe a geração fotovoltaica, alcançada por meio de projetos de instalações fotovoltaicas compondo edificações e conectadas à rede elétrica. Após a aceitação da Resolução nº 482 da

ANEEL em 2012, é possível conectar os sistemas fotovoltaicos à rede elétrica, ocasionando a popularização dos projetos deste caráter e proporcionando maior viabilidade para o usuário final. Além disso, houve uma queda substancial dos preços dos módulos fotovoltaicos nos últimos anos. Nesse cenário, o presente estudo consiste em um projeto para instalação de um sistema conectado à rede, que irá gerar energia através da irradiação solar sobre um estacionamento coberto por placas solares.

Neste contexto será desenvolvido um questionário relacionado a energia solar e o uso de painéis solares fotovoltaicos, por empresas, como cobertura de estacionamentos, afim de gerar energia elétrica. Assim, serão discutidas e demonstradas as vantagens e desvantagens desta forma de uso dos painéis solares, além de analisar quais fatores implicam na adesão deste meio de cobertura por parte das empresas e apresentar alternativas para o uso de forma viável de coberturas com painéis fotovoltaicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário energético brasileiro

A maior bacia hidrográfica existente no mundo pertence ao território brasileiro, o que influencia na produção de energia elétrica, que provém principalmente de usinas hidrelétricas. No ano de 2010, a energia de origem hidráulica caracterizava cerca de 74% da oferta interna do Brasil (MME, 2011^a). Porém, apesar de se caracterizar uma fonte limpa de geração de energia, tais usinas provocam certos prejuízos para o meio ambiente, como desmatamentos, inundações de áreas de mata e diversos outros males à fauna e a flora. Assim, é preciso que sejam ampliados os investimentos em outras fontes de energia sustentável, para reduzir a dependência do país, deste tipo de fonte de energia.

Porém, grande parte do potencial hidráulico das concentrações urbanas, já foi aproveitado. O que demanda maiores investimentos na distribuição e transmissão de energia elétrica, desencadeando o aumento no custo de sua geração. Tornando cada vez mais vantajosa a expansão de outras fontes de energia renovável.

No Brasil, cerca de 86% da eletricidade é originária de fontes renováveis, somando as importações, que substancialmente também tem origem renovável (MME,2011^a).

Houve um crescimento de 9,9% no consumo de energia elétrica pelo setor industrial e 6,6% no setor residencial. Já nos demais setores, como o comercial, público, agropecuário e transportes, ocorreu cerca de 4,4% de variação em relação a 2009. (MME,2011^a).

O potencial brasileiro de aproveitamento da energia solar tem muito destaque. De acordo com o Atlas Solarimétrico do Brasil (2000), a região Nordeste do território brasileiro tem números de radiação diária, média anual semelhante às melhores regiões do mundo.

Segundo Rütther (2012), somente 0,045% da área total do Brasil, ou seja, 3.844 Km² em painéis fotovoltaicos seriam suficientes para gerar a quantidade nacional de energia consumida em 2010, que marcou 455,7 TWh.

2.2 Energia Solar Fotovoltaica

A exploração da energia solar é uma das opções de fontes energéticas mais promissoras para acabar com parte dos problemas enfrentados pela população mundial, em relação a escassez de energia.

O efeito fotovoltaico, realizado por meio de dispositivos fotovoltaicos, é denominado pela obtenção de energia solar diretamente através da conversão da luz em eletricidade.

De acordo com o físico Edmond Becquerel, em 1839, tal efeito se relata como o surgimento de uma divergência de potencial nos extremos de uma estrutura constituída de material semicondutor, gerada por meio da luz absorvida, ou seja, no instante em que ocorre interação da radiação com o material, há a movimentação e liberação de elétrons pelo material, assim, ocasionando tal divergência de potencial (CRESESB, 2004).

A transformação da energia solar para eletricidade é sucedida silenciosamente, sem emissão de gases, e não necessita a presença de um operador para que o sistema funcione.

Unicamente o componente luminoso da energia solar é empregado na conversão fotovoltaica. O componente térmico é aproveitado com outras finalidades, como aquecedor de água ou até mesmo gerador de energia elétrica através de sistemas termo-solares agregados a concentradores (LAMBERTS, 2010).

A amplificação da tecnologia fotovoltaica começou a ser alavancada pelas empresas no setor de telecomunicações, buscando alternativas de fontes de energia para sistemas localizados em regiões remotas e também visando vantagens na corrida espacial, já que a células fotovoltaica é caminho mais favorável no fornecimento de energia necessária para permanência no espaço por grandes períodos, tendo custo e peso reduzidos (CRESESB, 2004).

Decorrente da crise energética mundial em 1973/1974, aumentou-se a preocupação de desenvolver novas maneiras de produzir energia, fazendo com que o uso das células fotovoltaicas fosse cada vez mais visado para uso terrestre e não somente por fins espaciais.

Contudo o emprego da energia solar fotovoltaica em grandes escalas era impossibilitado pelo seu custo exorbitante, US\$ 600/W para uso no programa espacial (CRESESB, 2004).

Devido a ampliação dos mercados e das empresas direcionadas à produção de células fotovoltaicas, o valor médio de um módulo fotovoltaico na Europa, no ano de 2011, era cerca de 1,2 €/W⁹, aproximadamente 70% menor que há uma década, quando era ofertado a 4,2 €/W (EPIA, 2012).

2.3 Características do local de instalação

É essencial conhecer o local de instalação antes de planejar um sistema fotovoltaico para avaliar as condições existentes a princípio como consumo de energia, cálculo do custo global do sistema afim de evitar erros de produção

Vários parâmetros podem afetar o desempenho dos módulos, sendo a radiação solar o principal deles, dependendo essencialmente de sua inclinação e orientação, além da localização geográfica da instalação.

Outros fatores que influenciam no rendimento do sistema são o sombreamento parcial, a temperatura dos painéis, a resistência dos condutores, o descasamento entre os painéis de um mesmo string e o estado de limpeza dos painéis (RÜTHER, 2004).

Existem condições consideradas ideais para a disposição dos painéis fotovoltaicos, nas quais apresenta-se uma produção otimizada.

Como regra geral, considerando-se a latitude local é possível obter a inclinação ótima em relação à horizontal para incidência solar máxima em regime anual.

A melhor orientação é quando a superfície está voltada para o equador que representa o norte geográfico em instalações no hemisfério sul e o sul geográfico em instalações localizadas no hemisfério norte.

No entanto, em circunstâncias menos favoráveis, onde se impossibilita seguir esta regra, também há capacidade de alcançar uma geração satisfatória.

Um gerador fotovoltaico apresenta seu melhor rendimento quando é possível uma iluminação homogênea na superfície dos módulos.

Dando importância ao fato de que a maioria dos módulos fotovoltaicos são construídos por meio de células solares individuais conectadas em série, uma pequena ausência de luz sobre a superfície de uma destas células, como a sombra gerada por uma antena, pode reduzir significativamente o rendimento do sistema como um todo.

Isto compete ao fato de que a célula que determinará a corrente, e conseqüentemente a potência, de operação de todo o conjunto a ela conectado em série, é a célula submetida à quantidade mais baixa de radiação. (RÜTHER, 2004).

Os tipos de sombreamento são diversos, dentre eles podem ser citados:

O sombreamento temporário que resulta da existência de folhas, detritos deixados por pássaros, fuligem e pó nas áreas industriais. A eficácia do funcionamento do sistema de autolimpeza dos painéis, que ocorre através da água da chuva, é responsável pela solução deste problema. Portanto, para que isto se torne possível, os painéis devem ser dispostos com um ângulo mínimo de inclinação de 12 ° (IST; DGS ; UE, 2004).

O sombreamento decorrente da localização que envolve todo o sombreamento produzido em torno do edifício, ou seja, árvores, prédios situados na vizinhança, cabos da rede elétrica (IST; DGS ; UE, 2004).

O sombreamento produzido pelo edifício consistindo em todas as sombras provenientes do próprio edifício, como caixas d'água, antenas, para-raios, etc (IST; DGS ; UE, 2004).

2.3 Radiação solar

O Planeta Terra, anualmente descreve um plano inclinado a aproximadamente 23,5° em trajetória elíptica, com relação ao plano equatorial, em seu movimento em torno do Sol. Tal inclinação caracteriza a elevação do Sol no horizonte, originando as estações do ano.

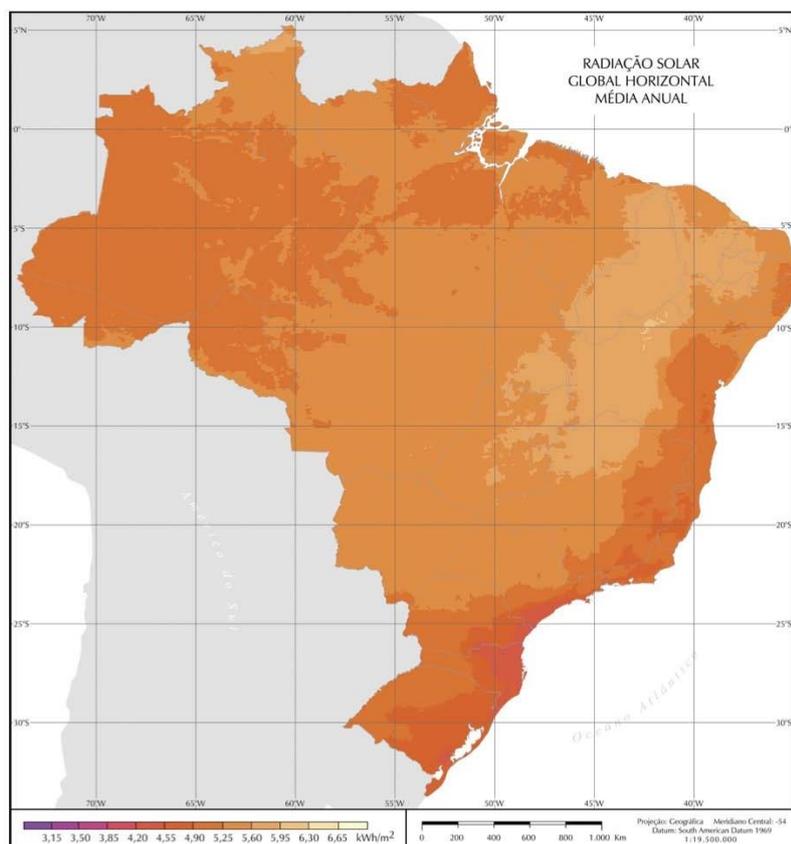
Como definida pela norma ABNT NBR 10899:2006, a radiação solar representa um meio de transferência de energia proveniente do sol por meio da propagação de fótons ou ondas eletromagnéticas. Diferente da irradiação solar, descrita como quantidade de radiação presente em uma superfície e integrada durante um período específico, geralmente uma hora ou um dia. Já a irradiância solar é a quantidade de radiação solar que incide em uma superfície considerando a unidade de área, simbolizada por "G" é geralmente medida em W/m². Usa-se este parâmetro para o cálculo estimativo da capacidade de produção de um sistema fotovoltaico.

A energia provida pelo Sol anualmente, corresponde a 10.000 vezes a energia consumida durante o mesmo período no mundo todo, a qual chega a ordem de 1,5 x 10¹⁸ kWh. Levando em consideração somente a superfície terrestre útil para instalação de geradores de energia solar, esta energia passa para 10,8 x 10¹¹ GWh/ano. Indicando que, além de responsável pela conservação da vida no planeta Terra, radiação gerada pelo Sol é uma infinita fonte energética com capacidade de uso de sistemas de conversão e captação em diferentes formas de energia, tais como elétrica e térmica (RÜTHER, 2004).

Para que seja possível quantificar os dados de radiação e produção de energia de instalações solares, se faz necessário conhecer a localização exata do Sol, que pode ser definida pelo seu azimute e pela sua altura em qualquer local. Se tratando de energia solar, o Sul é geralmente tratado como $\alpha = 0^\circ$. O sinal negativo é agregado a ângulos posicionados a Leste (Leste: $\alpha = -90^\circ$) e o sinal positivo a ângulos pertencentes a Oeste (Oeste: $\alpha = 90^\circ$) (IST; DGS ; UE, 2004).

A irradiância solar carece da altura na qual o Sol se encontra, que é calculada partindo de uma base horizontal. A altura do Sol muda constantemente durante o dia e também durante o ano, devido à sua trajetória.

Todavia, considerando alguns aspectos como reflexão, absorção e dispersão, somente uma parte da radiação solar total é capaz de atingir a superfície terrestre. Ao meio-dia, o nível de irradiância presente na Terra chega a atingir aproximadamente 1.000 W/m^2 em um cenário onde há ocorrência de boas condições climáticas, independentemente da localidade. A irradiação anual global pode ser calculada em kWh/m^2 e varia significativamente de acordo com cada região, como apresentado no mapa que mostra a irradiação solar global horizontal média anual para o Brasil.

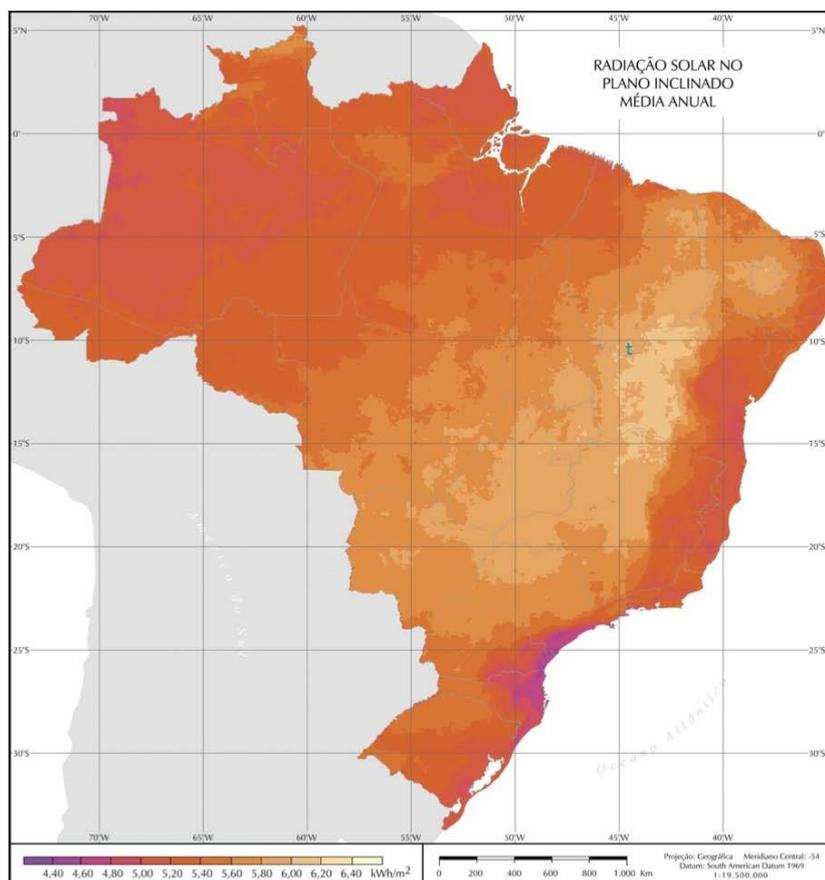


Mapa brasileiro de irradiação solar global horizontal média anual
(Fonte: PEREIRA, 2006)

Nota-se que o estado da Bahia, principalmente ao norte, com características climáticas semiáridas, baixa precipitação ao decorrer do ano e a média anual de cobertura de nuvens mais baixa do Brasil, é o que dispõe do maior valor de irradiação global, $6,5 \text{ kWh/m}^2$. Já a menor irradiação solar global, $4,25 \text{ kWh/m}^2$ se encontra no litoral de Santa Catarina, onde

a precipitação é distribuída de forma equilibrada ao longo do ano. Em qualquer região brasileira, são encontrados níveis de irradiação solar global incidentes superiores à vários países da União Europeia, como França, Alemanha e Espanha, onde a implementação de projetos que utilizam os recursos solares recebem fortes incentivos do governo (PEREIRA, 2006).

Mapa brasileiro de irradiação solar no plano inclinado média anual



(Fonte: PEREIRA, 2006)

O mapa acima se refere à média anual de irradiação diária incidente em um plano com inclinação semelhante à latitude local. Tal configuração possibilita a maior captação de energia solar incidente possível, pois a irradiação solar no plano inclinado mostra influência forte do albedo da superfície.

Os máximos valores de irradiação no plano inclinado estão presentes na faixa que vai do Nordeste até o Sudeste no período da Primavera e os mínimos valores de todas as regiões brasileiras ocorrem no período do Inverno (PEREIRA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Método científico pode ser determinado como uma série de etapas e instrumentos pelo qual o pesquisador científico, guia seu projeto de trabalho com critérios de cunho científico para atingir dados que suportam ou não sua teoria inicial (CIRIBELLI, 2003).

3.1 Caracterização do tipo de pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa de campo, através da aplicação de questionários com método qualitativo. As pesquisas caracterizadas por métodos qualitativos fornecem descrições detalhadas de fenômenos complexos, incluindo seus aspectos contextuais, ou focam em análises aprofundadas envolvendo poucos indivíduos. Dessa maneira, seus resultados não são generalizáveis. Já as pesquisas que se constituem por métodos quantitativos costumam examinar a associação entre variáveis que podem ser generalizadas para uma população por meio de inferências estatísticas. Focam na análise de grandes amostras, porém, seus achados não levam à compreensão de processos individuais (GALVÃO et al., 2018). O presente estudo trata-se de uma pesquisa de campo com abordagem qualitativa. De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa.

3.2 Caracterização do local da pesquisa

Embora ter levado em consideração todo o estado do Mato Grosso, para a realização da pesquisa, foram usados majoritariamente dados obtidos na cidade de Sinop, sem descartar informações adquiridas em outras cidades.

3.3 Caracterização do sujeito da pesquisa

Para realização da pesquisa, foram escolhidas tanto empresas que se caracterizavam como consumidoras do sistema de cobertura abordado no trabalho, quanto empresas que atuam como fornecedoras desta forma de projeto e execução de sistemas de painéis fotovoltaicos.

3.4 Instrumento de coleta de dados

Um questionário é um mecanismo de pesquisa formado por uma série de questões relacionadas a um tema específico. De acordo com Amaro et al. (2005), um questionário é um instrumento de investigação com intuito de obter informações baseando-se, geralmente, na inquirição de um grupo representativo da população em estudo. Para tal, coloca-se uma série de questões que abrangem um tema de interesse para os investigadores, não havendo interação direta entre estes e os inquiridos.

Para a coleta de dados, foram utilizados dois questionários, um voltado as empresas consumidoras do sistema de cobertura abordado no estudo e outro direcionado às empresas fornecedoras do sistema, cada um com 5 e 3 questões respectivamente. Sendo questões relacionadas ao conhecimento do uso de placas fotovoltaicas como cobertura de estacionamentos, por parte das empresas consumidoras, e também sobre os fatores que implicam, ou implicaram (no caso de a empresa questionada já fazer uso do sistema), para a adesão do sistema por essas empresas. Os questionários foram distribuídos entre os dias 06 de novembro e 10 de novembro do ano de 2020, e suas respectivas respostas completamente recolhidas no dia 13 de novembro do mesmo ano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram da pesquisa empresas usuárias ou possíveis usuárias do sistema abordado na pesquisa, assim como empresas de energia solar, que fornecem e executam este tipo de sistema de coberturas. Grande parte dos participantes da pesquisa relataram que inicialmente existe uma grande falta de conhecimento, por parte das empresas que querem adotar este sistema, em relação a energia solar, suas formas de utilização e seus benefícios financeiros. Esta falta de conhecimento se mostrou na pesquisa, o principal motivo para que não haja mais empresas utilizando este tipo de sistema de geração de energia. Outro motivo que justifica o número relativamente baixo de empresas utilizando o sistema, levando em consideração empresas menores, é a possível dificuldade de conseguir financiamentos para realizar o investimento, consideravelmente alto.

Em relação às empresas que já utilizam esta forma de cobertura para estacionamentos, ficou nítido que o fator primordial para que houvesse interesse e até a implantação do sistema, foram os benefícios financeiros, podendo assim ter um investimento seguro com aproveitamento do espaço dos estacionamentos. Ainda em relação a causa do interesse pelo sistema, foi questionado sobre as vantagens em relação ao meio ambiente, e a princípio, apesar de ser um ponto muito positivo, a ajuda que o sistema gera ao meio ambiente não se mostra um fator decisivo na decisão de executar sua instalação.

Uma questão também levantada, foram as possíveis desvantagens da implantação das placas fotovoltaicas em relação à arquitetura. De acordo com as empresas que participaram da pesquisa, a implantação das placas não interfere negativamente na arquitetura do projeto, se tratando de cobertura de estacionamentos.

Ao final dos questionários utilizados no trabalho, as empresas que fazem o uso deste sistema de coberturas se mostraram muito satisfeitas com o investimento até a data da pesquisa, e as empresas que não utilizavam o sistema, demonstraram grande interesse em aprofundar seus conhecimentos sobre o assunto, e começar a pensar no uso de placas solares para cobertura de estacionamentos, como uma boa maneira de investimento.

4. CONCLUSÃO

Atendendo aos objetivos da pesquisa, o estudo mostrou que, além da geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos instalados como meio de cobertura de estacionamentos veiculares se mostrar uma forma de investimento, a médio e longo prazo, muito vantajosa financeiramente aos seus usuários, é também uma opção muito promissora no cenário de energia limpa e renovável na região do Mato Grosso, apesar da falta de informação sobre o assunto, pela parte dos usuários, o que se mostra um dos principais empecilhos para que haja o aumento de sistemas empregados nas empresas, independentemente de seu porte.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10899:2006 - Energia solar fotovoltaica - Terminologia. 2006

ANEEL, C. T. Micro e minigeração distribuída. Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Brasília, DF, Brasil: Centro de Documentação–Cedoc, 2014.

CEPEL. Mapas Solarimétricos. CEPEL, 2017. Disponível em: <<https://plenosol.com/2010/09/20/290/#jp-carousel-297>>.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro, CRESESB, 2004

CRESESB. Potencial Solar - SunData. Cresesb, 2017. Disponível em: <<https://plenosol.com/2010/09/20/290/#jp-carousel-297>>.

IST; DGS; UE. Energia fotovoltaica, manual sobre tecnologias, projecto e instalação. 2004, Janeiro. Disponível em:<

<http://www.greenpro.de/po/fotovoltaico.pdf>> Acesso em 14 de abril de 2011.

LAMBERTS, R. et al. Casa eficiente: consumo e geração de energia. Vol. 2. Florianópolis: UFSC, LabEEE. Florianópolis, 2010.

MME. Ministério de Minas e Energia. Estudo e propostas de utilização de geração fotovoltaica conectada à rede, em particular em edificações urbanas. Relatório do Grupo de Trabalho de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos – GT – GDSF. Brasília, 2009.

ROSA, P.; SANTOS, E. *Apostila de Instalação de Sistemas Fotovoltaicos: Módulo 1*. [S.l.]: ECODOT, 2016.

RÜTHER, R. Edifícios solares fotovoltaicos. *Florianópolis: Editora UFSC/LABSOLAR*, 2004.