

ESTUDO DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO RESIDENCIAL COM INSERÇÃO DO MODELO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO *ON-GRID*

Emanuel Augusto Kluska¹

Laisla Lana Gusmão Tavares Borges²

Leonardo Augusto Matedi Amorim³

Lorena Cristina Ramos Silva⁴

Lucas Pinha Scardini⁵

Yago Brommenschenkel Barcellos Pinheiro⁶

RESUMO

A inserção da energia solar fotovoltaica na matriz energética mundial é realidade em muitos países, porém, o alto preço de investimento para obtenção desse modelo energético acaba sendo a principal limitação para sua maior difusão. O presente trabalho visou elaborar um projeto de uma residência no município de São Mateus, Espírito Santo, inserindo um sistema de energia solar fotovoltaica conectada à rede (*on-grid*) e dimensionar a quantidade de painéis fotovoltaicos que serão necessários, analisando a viabilidade econômica da implantação desse modelo energético explicitando assim o tempo de retorno financeiro. Para que o estudo fosse realizado, foi feita uma estimativa do consumo energético da residência projetada, onde foram utilizadas 6 residências de um mesmo padrão proposto e foi feita a média mensal referente a um ano de consumo (12 meses) dessas tarifas. O método adotado para análise da viabilidade econômica e do retorno financeiro foi o *payback* simples, método esse que não contém a valorização do dinheiro no tempo. Ao final do trabalho, foi definido a necessidade de usar-se 7 painéis fotovoltaicos para suprir a demanda energética da casa, foi elaborada uma planta de cobertura no programa Revit demonstrando a distribuição dos módulos fotovoltaicos dispostos no telhado e através do método de *payback* simples a recuperação do capital investido se dará ao longo de aproximadamente 9 anos com benefícios imensuráveis ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar Fotovoltaica. Construção Sustentável. Método Construtivo.

¹ Estudante de Graduação 10º período Engenharia Civil da MULTIVIX–Faculdade Norte Capixaba de São Mateus, emanuel.kluska@gmail.com;

² Estudante de Graduação 10º período Engenharia Civil da MULTIVIX–Faculdade Norte Capixaba de São Mateus, laislagtb@yahoo.com.br;

³ Estudante de Graduação 10º período Engenharia Civil da MULTIVIX–Faculdade Norte Capixaba de São Mateus, leonardo_amorim@live.com;

⁴ Estudante de Graduação 10º período Engenharia Civil da MULTIVIX–Faculdade Norte Capixaba de São Mateus, lorena-crs@hotmail.com;

⁵ Estudante de Graduação 10º período Engenharia Civil da MULTIVIX–Faculdade Norte Capixaba de São Mateus, lucas-scardini@hotmail.com;

⁶ Estudante de Graduação 10º período Engenharia Civil da MULTIVIX–Faculdade Norte Capixaba de São Mateus, yagoarapongas@gmail.com.

ABSTRACT

The inclusion of the photovoltaic energy in the global energy matrix is already a reality in many countries. However, the high investments needed to obtain this energy model poses a major limitation to its wider diffusion. The subject matter of this final paper is to elaborate the design for a house in São Matheus, Espírito Santo, Brazil, by implementing a photovoltaic solar energy system on-grid and assessing the required number of photovoltaic panel, considering the economic feasibility for the implementation of this energy source and therefore setting forth the time of its financial return. In order to carry out this study, an estimate of the energy consumption of the intended house was made, with 6 houses using the same assigned pattern, and the monthly average corresponding to one-year consumption (twelve months) with the same fees. The method employed to analyse the economic feasibility and the financial return was the simple payback, which does not include the valuation of the money over the time. As a conclusion, it was necessary to use seven photovoltaic panels in order to supply the energy demand to the house. A cover plant was created using the software Revit, showing the photovoltaic modules distribution over the roof and, using the simple payback method, the recovery of capital invested takes places over about nine years with measurable benefits to the environment.

KEY-WORDS: Photovoltaic Solar Energy. Sustainable Construction. Method of Construction.

1 INTRODUÇÃO

Muitas comunidades e vilarejos por serem afastados de grandes centros ou por não receberem investimentos por parte dos municípios/estados acabam não contendo condições que hoje são consideradas primordiais para ter-se uma moradia digna. Um bom exemplo da precariedade sofrida por parte dessas populações é a ausência ou mal funcionamento de serviços de eletricidade convencionais (SANTOS E MICHELS, 2011).

A tendência mundial é a busca por novas fontes de energia que possam atender a demanda, de forma não poluente e sustentável. Tem-se conhecimento que grande parte da matriz energética brasileira se dá através da geração de energia elétrica por meio de hidroelétricas, que utilizam a água para girar suas turbinas gerando assim a energia elétrica (MAUAD; FERREIRA E TRINDADE, 2017).

Apesar da predominância do sistema hidráulico brasileiro, devido ao fato da privilegiada abundância de recurso hídrico em grande parte do território, o Brasil

é um país privilegiado geograficamente e de riquezas ambientais para receber a exploração de outros recursos naturais, dentre esses a energia solar (MAUAD; FERREIRA E TRINDADE, 2017).

Atualmente, existem três grandes grupos de tecnologias que estão inseridos e dispostos no mercado de geração de energia proveniente do Sol. Deste relevante grupo podemos citar a arquitetura bioclimática, o efeito fototérmico e também o efeito fotovoltaico (SOUZA), [s.d.].

A geração de energia elétrica através do uso de módulos fotovoltaicos tem como princípio de funcionamento o efeito fotovoltaico que absorve a luz solar gerando uma diferença de potencial em um material semi condutor, esta corrente elétrica criada devido ao fluxo contínuo de elétrons é o que chamamos de Energia Solar Fotovoltaica. Este efeito foi relatado por Edmond Becquerel à Academia de Ciências de Paris (FERREIRA, 1993).

Machado e Miranda (2015) afirmam que a energia provida dos raios solares diariamente é capaz de sustentar diversas vezes toda a demanda energética mundial, porém, um dos fatores que impossibilitam a implantação dessa energia renovável é o alto preço dos equipamentos e mão de obra.

Contudo, afim de que a população insira esse modelo energético em suas residências e comércios, o Brasil criou incentivos fiscais nos impostos de ICMS (imposto sobre circulação de mercadorias e prestações de serviços) e IPI (imposto sobre produtos industrializados) para alguns equipamentos necessários para instalação da energia solar fotovoltaica (VARELLA; CAVALIERO e SILVA, 2008).

Buscando incentivar essa tecnologia o Governo Federal liberou no dia 4 de abril de 2018 uma linha de financiamento de energia solar para pessoas físicas através do banco do Nordeste, este programa se chama FNE Sol (POST, 2018). Mais recentemente, no dia 07 de junho de 2018, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também aprovou financiamento desses sistemas para pessoas físicas (BARBOSA, 2018).

Segundo Machado e Miranda (2015), no Brasil, em média, o retorno financeiro para a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica se dá entre 6 a 10 anos, período este avaliado como satisfatório visto que os equipamentos dos módulos fotovoltaicos (equipamentos mais custosos do sistema) em média possuem uma garantia de 25 anos.

Baseado nisso, o presente trabalho teve a intenção de fornecer um estudo da inserção de um sistema de energia solar fotovoltaica *on-grid* na elaboração do projeto de uma residência de classe média alta com 4 moradores localizada no município de São Mateus – Espírito Santo e avaliar a viabilidade técnica e econômica da inserção desta fonte de energia elétrica, considerando as alterações nos métodos construtivos para maximizar a eficiência energética que consequentemente afetará no desempenho do sistema solar e no tempo de retorno do investimento. Para isso foram coletados dados *in loco* e em fontes governamentais de informação.

Ao longo desse artigo abordamos as metodologias da pesquisa que foram utilizadas, as referências que dão base teórica ao tema, discutimos e analisamos as soluções encontradas e apresentamos os resultados alcançados.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para alcance dos objetivos do presente trabalho a pesquisa possui cunho exploratório, devido a necessidade de se obter resultados e informações verídicas que não se baseiam somente em hipóteses ou fiquem respaldadas apenas em teorias, com isso foram realizadas entrevistas e pesquisas *in loco* com intuito de levantar dados de forma mais precisa, segundo Gil (1999)

“As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Devido aos procedimentos de coleta e as fontes de informação a pesquisa é definida como modelo de revisão bibliográfica em virtude de todo embasamento

teórico ter sido adquirido de outras bibliografias que segundo Conforto, Amaral e Silva (2011, p.1) “A revisão bibliográfica sistemática é um método científico para busca e análise de artigos de uma determinada área da ciência”, e também classificado como uma pesquisa documental, devido alguns dados serem captados sem prévio tratamento, cujo Marconi e Lakatos (2003) definem essa modelo de pesquisa como coleta de dados que estão restritas a documentos, constituída de fontes primárias, escritas ou não, podendo ser realizada no momento da ocorrência do fato, ou após.

O Método utilizado, segundo a natureza dos dados, é o método quantitativo cuja abordagens foram realizadas em forma de estatísticas, numéricas e também através de análises gráficas, que segundo Gatti (2004, p. 14) “A quantificação abrange um conjunto de procedimentos, técnicas e algoritmos destinados a auxiliar o pesquisador a extrair de seus dados subsídios para responder à(s) pergunta(s) que o mesmo estabeleceu como objetivo(s) de seu trabalho”.

Como fonte de dados para critérios de inclusão e exclusão, os materiais utilizados são compostos por artigos acadêmicos publicados em jornais e revistas de divulgação científicas, artigos, trabalhos de conclusão de curso aprovados disponíveis em sites de faculdades e livros disponíveis em plataformas digitais.

A técnica de amostragem aplicada e utilizada foi a não-probabilística pois a escolha dos elementos de amostra não foram simplesmente coletados de uma forma aleatória sem que critérios fossem adotados. Elas foram selecionadas de modo intencional.

De acordo com a demanda do mercado imobiliário, as propostas de edificações mais comerciáveis são os duplex. Este tipo de edificação visa atender o cenário atual de famílias de classe média alta que são compostas por uma média de 4 pessoas. A escolha por 2 pavimentos acontece devido à uma considerável área construída que se consegue atingir, obtendo ainda boa parte do terreno com área livre para uso comum e lazer.

O projeto foi iniciado com a definição do local do lote o qual seria construída a edificação, determinando em média a quantidade de moradores que ocupariam

a casa, logo após, foi elaborado todo projeto 2D e 3D visando a implantação da energia solar fotovoltaica e destinando área livre no telhado para comportar os módulos fotovoltaicos que posteriormente foram calculados.

Adiante, foi realizada uma média entre 6 residências localizadas no bairro Guriri, município de São Mateus no estado do Espírito Santo de mesmo padrão (4 moradores e classe média alta) em que foram utilizadas faturas emitidas pela concessionária local, EDP, dos últimos doze meses de cada residência para verificar o consumo de energia elétrica, medido em kWh, e obter uma média de demanda energética.

Utilizando a bibliografia da Blue e Sol, foram realizados todos os cálculos a fim de dimensionar a quantidade de painéis fotovoltaicos que seriam necessários para o consumo definido. Realizou-se então um orçamento com a empresa Lux Energia Solar e Automação afim de obter-se o valor total do projeto de implantação de energia solar através de painéis fotovoltaicos. Para análise de viabilidade econômica, foi aplicado o método de *payback* simples para estimar o tempo de retorno financeiro deste investimento.

Ao final do trabalho, foram apresentados os projetos arquitetônicos com a locação dos painéis fotovoltaicos já realizados e os resultados de viabilidade técnica e financeira do sistema de energia solar fotovoltaica, demonstrando assim há viabilidade para execução do projeto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ENERGIA

A energia que consumimos no nosso cotidiano é gerada através da transformação de alguma outra fonte energética em energia elétrica. A energia não é criada e sim transformada, ou seja, há uma conservação de energia entre os sistemas envolvidos. Durante este processo energético uma parte é convertida em energia não aproveitada e a outra, com maior percentual é a nossa energia útil (BUCUSSI, 2007).

A palavra energia é definida como:

1. Maneira como se exerce uma força.
2. Força moral; firmeza: Notável a energia de seu caráter: Tem agido com grande energia.
3. Vigor, força: Com a idade, perdeu a energia.
4. Filo. Segundo Aristóteles (v. aristotélico), o exercício mesmo da atividade, em oposição à potência da atividade e, pois, à forma.
5. Fís. Propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho. A energia pode ser variada como, (calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, mecânica, potencial, química, radiante), transformáveis umas nas outras, e cada uma capaz de provocar fenômenos bem determinados e característicos nos sistemas físicos. Em todas as transformações de energia existe uma completa conservação dela, i. e., a energia não pode ser criada, mas apenas transformada (primeiro princípio da termodinâmica). A massa de um corpo pode se transformar em energia, e a energia sob forma radiante pode transformar-se em um corpúsculo com massa [símb.: E] (FERREIRA, p 265, 1999).

A energia pode ser classificada de uma forma geral em: energia térmica (combustíveis sólidos, líquidos e gasoso), hidráulica, da Terra (geotérmica, vapor, líquido e geopressão), nuclear, oceanos (térmica e maremotriz), solar e eólica (HADDAD, 2004).

As fontes de energias são divididas como renováveis e não renováveis. Energia renovável provém de fontes, infinitas, que possuem seus recursos reabastecidos pela natureza ao tempo hábil esperado pelo ser humano. Dentre elas, podemos citar algumas fontes, como a energia hidráulica originada pela força da água, a energia eólica que conta com o movimento de rotação das hélices de sua torre sob estímulo da força do vento, fontes de biomassa que partem da decomposição de animais e materiais orgânicos e pôr fim a energia do Sol, através de captação térmica (para usinas termelétricas ou geração de calor para outros usos) ou fotovoltaica (geração elétrica direta) (PACHECO, 2006).

Energia não renovável é considerada finita, pelo fato de levar anos para que seja recomposta, podendo tornar-se escassa devido ao esgotamento ocasionado pela sua contínua exploração. Podemos citar o carvão mineral, o petróleo e elementos químicos usufruídos por usinas atômicas como combustíveis fósseis que além de correrem o risco de acabar são altamente prejudiciais ao meio ambiente devido as chances de contaminação e poluição que estes materiais podem propagar (PACHECO, 2006).

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2016, conforme mostrado na Figura 1, que analisa os dados do ano de 2015, no Brasil a maior parcela da energia elétrica é gerada com as usinas hidrelétricas e chega a fornecer aproximadamente 64% da eletricidade consumida pela população, porém, a energia eólica e a solar são as que mais cresceram em relação ao ano anterior, como mostrado na Tabela 1, crescendo 56,2% e 42,3%, respectivamente (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

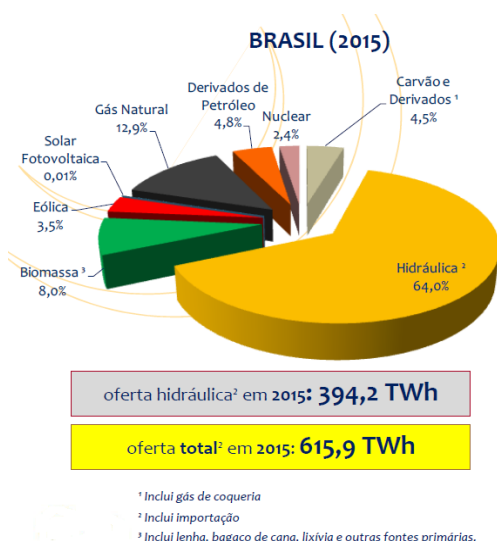


Figura 1 – Matriz Elétrica Brasileira
 Fonte: Ministério de Minas e Energia, p.34, 2016.

Tabela 1 – Capacidade instalada 1 (MW)

Fonte	2015	2014	Δ15/14
Hidroelétrica	91.650	89.193	2,80%
Térmica ¹	39.564	37.827	4,60%
Nuclear	1.990	1.990	0,00%
Eólica	7.633	4.888	56,20%
Solar	21	15	42,30%
Capacidade disponível	140.858	133.914	5,20%

¹ incluiu biomassa, gás, petróleo e carvão mineral
 Fonte: Ministério de Minas e Energia, p. 36, 2016.

3.2 ENERGIA SOLAR

O Sol emite radiação a todo o momento, sendo ele então uma indispensável e importante fonte de calor e de luz. Grande parte desta energia chega ao Planeta Terra em maior escala, atingindo uma escala de aproximadamente vinte mil vezes a mais do que se é necessário (FERNANDES; GUARONGHI), [s.d.].

Indiretamente o sol está presente nas outras fontes de energia, por exemplo, é a partir do sol que acontece a evaporação, iniciando o ciclo da água que em determinado momento irá mover as turbinas de uma usina hidrelétrica; aquece o ar fazendo com que este circule, o ar quente é mais leve que o ar frio, induzindo a circulação do ar atmosférico fazendo com que o sistema eólico gere energia; o petróleo, carvão e gás natural foram gerados através da sedimentação de plantas e animais que precisaram do sol para realizar o seu desenvolvimento (FERREIRA, 1993).

A energia solar não é poluente, não interfere no efeito estufa, não necessita de turbinas ou geradores para sua produção de energia elétrica ou térmica, é praticamente inesgotável, pode-se considerar gratuita, além de ser uma energia limpa. Porém, durante a noite há a interrupção da radiação e tem um elevado grau de investimento para uso em massa (GOERCK, 2008).

Ao passar dos anos os custos dos projetos de energia solar vêm diminuindo e podem chegar a uma redução de até 60% na década de 20 conforme citou o chefe da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, na sigla em inglês). No começo de 2018 o Brasil passou a fazer parte da IRENA, fato este muito importante porque irá apoiar e incentivar cada vez mais as fontes de energia renováveis (ECYCLE, 2017 e ANSA, 2018).

Podemos usufruir e aproveitar o calor que é originado e fornecido pelo Sol de diversas formas, umas delas é convertendo, através de processos físicos e biológicos, a energia proveniente do Sol em energia elétrica direta, se baseando em três modos, sendo eles, a arquitetura bioclimática, o efeito fototérmico e o efeito fotovoltaico (SOUZA), [s.d.].

A arquitetura bioclimática é o mais simples, e faz-se o uso arquitetônica das construções para aproveitar o máximo da energia do sol, economizando em outras formas de energias, por exemplo, aproveitar o máximo do sol para evitar ficar acendendo lâmpadas durante o dia, usar calor da irradiação solar para secar as roupas e etc (SOUZA), [s.d.].

O efeito fototérmico consiste em capturar a irradiação solar e converter em calor, transferindo este calor para um fluido, em geral é a água, por exemplo, aquecer

a água que pode ser utilizada para higiene pessoal, em piscinas, entre outros. Este método possui um sistema bem simples, completamente eficaz e barato (PORTAL ENERGIA, 2004).

O efeito fotovoltaico foi relatado por Edmond Becquerel à Academia de Ciências de Paris em 1839, e é: “O aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor produzido pela absorção de luz” (FERREIRA, p.24,1993).

Para o bom funcionamento de qualquer sistema que irá gerar energia através do sol teremos que analisar a Radiação Solar daquele local. No núcleo do Sol ocorre reações de fusão que transformam sua massa em energia, que é irradiada em todas as direções. A Radiação Solar viaja pelo espaço e uma pequena parte chega a superfície terrestre. Essa radiação que será captada pelos coletores solares (placas fotovoltaicas) (SOUZA), [s.d.].

3.3 SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Um sistema de fotovoltaico é identificado como fonte de potência elétrica, cuja células fotovoltaicas transformam a radiação solar em energia elétrica através do efeito fotovoltaico. Estes sistemas têm alta confiabilidade e podem ser instalados em qualquer localidade que tenha radiação solar suficiente para gerar um potencial elétrico, sendo uma alternativa para levar energia em locais de difícil acesso, como: desertos, selvas, regiões remotas, postes de luz, fazendas e etc. A diferença básica entre os sistemas instalados em locais diferentes é a taxa de irradiação que depende da localização (SOUZA), [s.d.].

Os sistemas fotovoltaicos não utilizam combustíveis, não possuem partes móveis, são resistentes e tem baixa manutenção, deve-se apenas precaver para não ter sombra ou algum tipo de galho, folha ou algo que impeça a radiação solar incidir sobre as placas. Durante o seu funcionamento não produzem ruído acústico ou eletromagnético, não emitem gases tóxicos ou outro tipo de poluição ambiental (SOUZA), [s.d.].

O painel fotovoltaico é composto por um conjunto de módulos fotovoltaicos que são formados pela associação de várias células fotovoltaicas de silício (Si). De

forma sucinta o funcionamento do painel fotovoltaico acontece da seguinte forma:

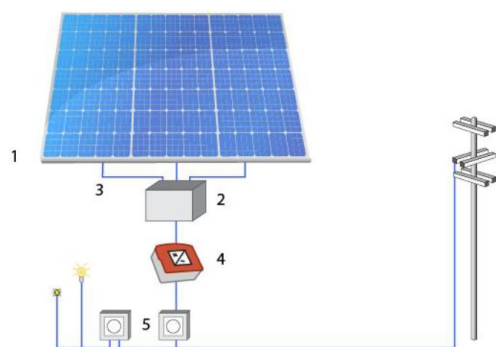
No processo das partículas de luz do sol, os fótons, ao entrar em contato com a célula fotovoltaica, fazem com que os elétrons dos átomos de silício se energizem e desprendam-se, sendo transportados do lado negativo para o lado positivo, dessa forma criando-se uma corrente elétrica contínua (SOUZA, 2016, p. 01).

Os sistemas fotovoltaicos são classificados de que modo a geração ou entrega da energia elétrica acontece, cujo existem dois principais sistemas, o isolado e o conectado à rede.

Os sistemas isolados acumulam a energia gerada em baterias recarregáveis assim a depender da demanda ou do horário do dia, os equipamentos serão alimentados com esta energia. Neste sistema, é fundamental ter o regulador de carga e descarga, que irá atuar no processo de carga e descarga garantindo a proteção, confiabilidade e uma vida útil maior dos acumuladores (BITTENCOURT; BASSACO, 2013).

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR) também chamados de sistemas fotovoltaicos *on-grid*, normalmente não possuem acumuladores de energia, pois a energia produzida é consumida pelas cargas ou é fornecida à rede de distribuição de energia para ser consumida por outras unidades que estejam conectadas ao sistema de distribuição. Neste sistema o gerador de energia fotovoltaico (placas fotovoltaicas) trabalha em conjunto com a rede de distribuição de energia, se o sistema gerar energia a mais do que o consumo do estabelecimento, o excesso é injetado na rede de distribuição, caso contrário a rede alimenta o estabelecimento com a diferença entre a demanda de energia versus a quantidade desta energia que está sendo gerada pelo sistema fotovoltaico (PINHO; GALDINO, 2014 e ARAMIZU, 2010).

Por funcionarem em paralelo com a rede, os SFCR possuem um componente essencial que chamamos de inversor interativo, responsável pelo gerenciamento da energia gerada e aplicada à rede de distribuição como exemplificado na Figura 2. Vale lembrar que o SFCR depende da rede elétrica, não funciona como sistema *backup* de energia (PINHO e GALDINO, 2014; ARAMIZU, 2010).



1. Painel fotovoltaico;
2. Caixa de Junção do painel fotovoltaico;
3. Cabeamento;
4. Inversor *Interativo*;
5. Medidor(es) de energia.

Figura 2 – Componentes de um sistema fotovoltaico *on-grid*

Fonte: Souza, p.17, s.d.

Estes sistemas conectados à rede dependem de uma regulamentação e legislação favorável pois usam a rede de distribuição das concessionárias para o escoamento da energia gerada, e posterior retorno desta energia para o consumidor. O órgão que regulamenta esse serviço é a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e através da resolução normativa nº 482 de 2012 e nº 787 de 2015 aprovou a possibilidade de acumular créditos relativos ao excedente de energia elétrica produzida que não fosse consumida na conta de energia (ANEEL, 2012).

4 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

O imóvel projetado será construído na Rua Horácio Barbosa Alves, local denominado Jardim Caiçaras, quadra 04, lote 18, balneário de Guriri – São Mateus – ES, conforme a planta do loteamento registrado no Cartório do 1º Ofício “Arnaldo Bastos”. Segundo os dados disponibilizados pela *Google Maps* o terreno encontra-se a uma latitude de -18.727035° e -39.747782° ; segue abaixo a Figura 3 com fragmento da planta do loteamento e imagem de satélite do lote.



Figura 3 – Planta do Loteamento / Imagem aérea do lote via satélite.
 Fonte: Teixeira, 2015 / *Google Maps*.

O projeto arquitetônico da residência atende a arquitetura moderna como pode ser visto nas Figuras 4 e 5, a escolha da cobertura da edificação foi telhado não aparente, que se caracteriza por ser envolto por platibandas. O método construtivo foi telhado embutido com telhas de fibrocimento onduladas com 8 milímetros de espessura. Para um maior aproveitamento do espaço destinado as instalações de painéis solares e faixa de circulação de pelo menos 60cm em torno dos conjuntos solares para facilitar a manutenção, o telhado terá 2 águas, sendo a maior delas voltada para o Norte, visando maximizar a irradiação solar, tornando o sistema mais eficiente. Outra alteração será a altura da platibanda, que foi projetada com 10cm afim de evitar sombreamento sobre os painéis solares e impedir ou prejudicar o seu funcionamento. O acesso ao telhado para içar os módulos fotovoltaicos poderá ser feito pela área externa da residência, através de andaimes ou cintas de elevação.

O telhado possui uma área total de 119,43 metros quadrados, possibilitando a instalação de até 12 placas solares. O fabricante recomenda no manual de instalação, que as telhas deverão ser instaladas com a inclinação mínima de 5° e máxima de 75° (ETERNIT, 2018). Para abrigar o inversor de frequência (inversor interativo) sem que houvesse agravante na distribuição arquitetônica do empreendimento foi projetado uma área coberta com fácil acesso sobre o telhado denominada de área técnica, com 14,30 metros quadrados possibilitando a circulação de pessoas e equipamentos em casos de manutenções e dispõe de uma parede com dimensões 1,91 x 2,00 metros, que é suficiente para passagem de cabos que vão interligar todo o sistema e para circulação de ar em torno do equipamento, ajudando no resfriamento através da

troca de calor e consequentemente na sua eficiência. A figura 6 mostra um exemplo de um modulo inversor de frequência instalado em uma residência da região.

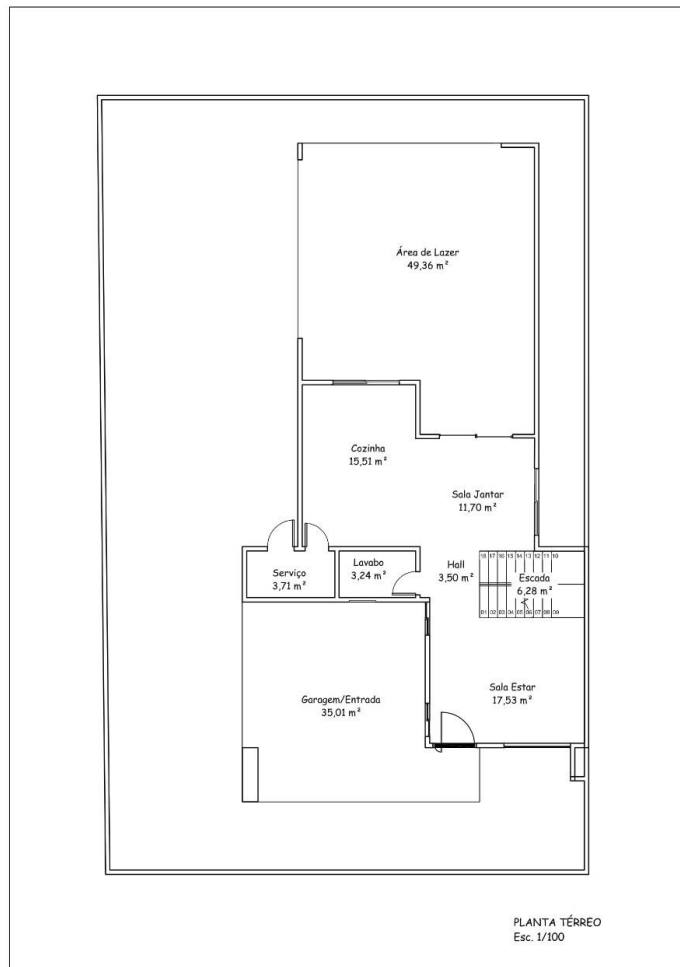


Figura 4 – Planta baixa do pavimento térreo
Fonte: Autoria própria.

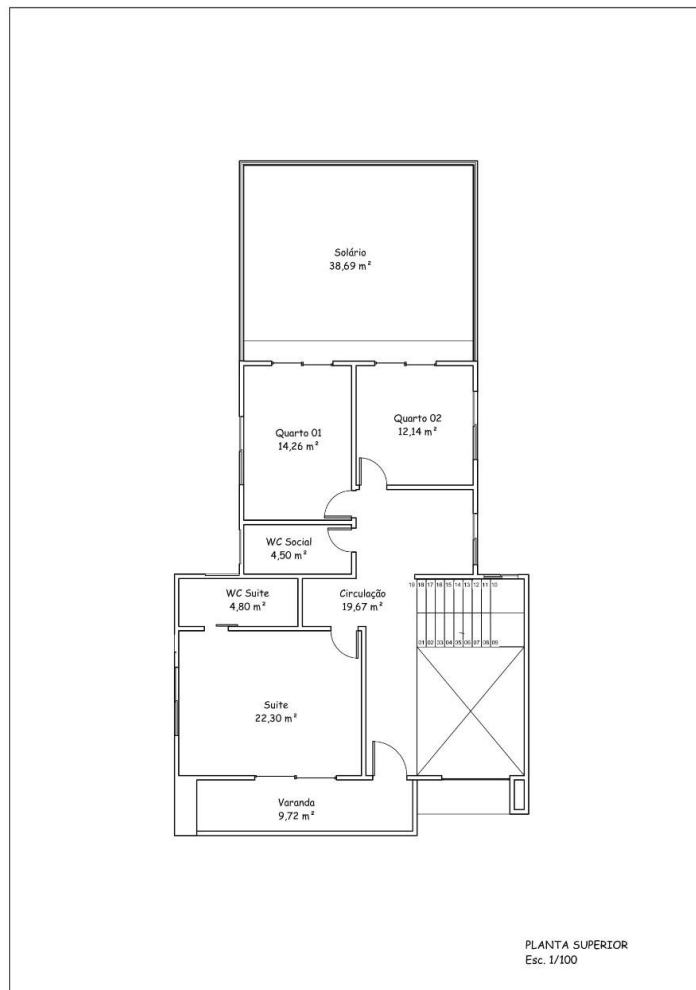


Figura 5 – Planta baixa do pavimento superior
Fonte: Autoria própria.



Figura 6 – Exemplo de um módulo inversor de frequência
Fonte: Autoria própria.

O dimensionamento do sistema de energia solar iniciou-se com a análise das faturas de energia elétrica cujo foram utilizadas 6 faturas de residências de um mesmo padrão proposto e assim calculada a média mensal referente a um ano, conforme explicitado na Tabela 2:

Tabela 2 – Relação do consumo (kWh) das 6 amostras

	AGUIMAR	CARLA	LAERTE	MARGARETE	NELSON	MARILENE
out/17	217	220	391	287	373	218
nov/17	219	215	389	304	305	219
dez/17	298	380	416	278	386	469
jan/18	441	403	450	322	343	434
fev/18	565	345	473	362	372	474
mar/18	565	218	449	301	473	521
abr/18	441	244	540	364	366	471
mai/18	394	267	479	323	455	465
jun/18	401	296	419	334	381	501
jul/18	528	340	403	319	389	528
ago/18	527	315	465	469	360	550
set/18	426	273	345	373	401	521
MÉDIA	417,67	293	434,92	336,33	383,67	447,58
MÉDIA TOTAL: 385,53						

Fonte: Autoria própria.

Após este estudo descontou-se a quantidade referente ao custo de disponibilidade que segundo ANEEL (2010) é o valor referente a taxa mínima a ser cobrada cujo está previsto no artigo 98 da resolução normativa Nº 414, de 9 de Setembro de 2010. Assim, seguindo o valor estabelecido na Tabela 3, realizou-se a compensação para encontrar um valor preciso de energia demandada.

Tabela 3 - Relação entre Custo de Disponibilidade e Padrão de Ramal de Entrada

Tipo de ligação	Custo de disponibilidade
Monofásico	30 kWh/mês
Bifásico	50 kWh/mês
Trifásico	100 kWh/mês

Fonte: Resolução Normativa Nº 414, 2010.

A plataforma do CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio Brito) fornece os valores ideais de inclinação dos módulos fotovoltaicos e a irradiação solar do local. (CRESESB, 2018). A direção dos módulos fotovoltaicos leva em consideração para onde estão orientados, ou seja, norte, sul, leste ou oeste. Devido ao Brasil está situado abaixo da linha do Equador,

Ângulo	Inclinação	Irradiação Solar diária média mensal [kWh/m ² , dia]												
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Plano Horizontal	0° N	6,4	6,49	5,61	4,65	4,04	3,67	3,81	4,54	5,25	5,47	5,5	6,23	5,14
Ângulo igual a latitude	19° N	5,81	6,19	5,71	5,1	4,75	4,47	4,57	5,14	5,5	5,33	5,09	5,59	5,27
Maior média anual	16° N	5,93	6,27	5,72	5,06	4,66	4,36	4,47	5,07	5,49	5,38	5,18	5,72	5,28

hemisfério Sul, para maximizar a energia coletada do Sol, os geradores solares fotovoltaicos devem ser orientados para o norte. (SIQUEIRA, 2015).

Inseridos os dados de latitude e longitude na plataforma do CRESESB, verificou-se que a Irradiação Solar Média do local é de 5,28 kWh/m².dia, considerando uma inclinação de 16° Norte, a qual fornece a maior média anual. Estes dados referem-se a estação de Conceição da Barra que é a localidade mais próxima do terreno adotado neste projeto, conforme explicitado no Quadro 1. Sendo assim, adotamos esta inclinação para o telhado afim de evitar a utilização de suportes para os módulos fotovoltaicos que estarão inclinados também em 16° e voltados para o norte.

Estação: Conceição da Barra

Município: Conceição da Barra, ES – Brasil

Latitude: 18,701° S

Longitude: 39,749° O

Distância do ponto de ref. (18,727035° S, 39,747782° O): 2,9 km

Quadro 1 – Irradiação Solar.

Fonte: CRESESB, 2018.

Estes valores de irradiação solar diária média mensal também é definido pela literatura como Horas de Sol Pleno que segundo Siqueira (2015, p.21) “As Horas de Sol Pleno (HSP) é definida como o intervalo de tempo, em horas, em que se concentraria, ao longo do dia, uma hipotética radiância solar constante de 1000 W/m²”.

Ou seja, a quantidade de radiação solar recebida é equivalente a um dia que tem 5,28 horas de incidência solar a 1000 W/m^2 (máxima radiação solar) e o resto do dia totalmente escuro, ou simplesmente, 5,28 HSP (SIQUEIRA, 2015).

Como parâmetro para veracidade do estudo, todo processo de dimensionamento dos painéis solares foi retirado da bibliografia da “Análise Preliminar de Projeto” (SOUZA, 2015).

O custo de disponibilidade de distribuição de energia elétrica, será relacionado a uma ligação trifásica, visto que a carga instalada para essa residência, é superior a 15 kW, o que segundo as normativas da concessionária local caracteriza uma ligação trifásica, portanto é importante “não gerar toda a energia consumida”, mas somente um valor (energético) acima da quantia relativa ao “Custo de Disponibilidade”. Logo, utiliza-se a Equação 1:

$$E_c = CMM - CD \quad (1)$$

Em que:

E_c = Energia de Compensação em Média Mensal – em kWh/mês;

CMM = Consumo de Energia em Média Mensal – em kWh/mês;

CD = Custo de Disponibilidade (conforme Tabela 3) – em kWh/mês.

Aplicando-se esta Equação 1, teremos:

$$E_c = 385,53 - 100$$

$$E_c = 285,53 \text{ kWh/mês}$$

Será projetado um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede que seja capaz de gerar, em média, o valor aproximado de 285,53 kWh/mês, já que a instalação elétrica será trifásica, terá uma média de 100 kWh/mês a ser consumido da distribuidora de energia elétrica porque sempre haverá o pagamento referente a esse “consumo mínimo”.

Como a base de dados adotada neste artigo disponibiliza o valor da Irradiação Solar por dia, transforma-se o valor de Energia de Compensação Média Mensal para Média Diária, conforme a Equação 2 abaixo:

$$Ecd = \frac{Ec}{30} \quad (2)$$

Em que:

Ecd = Energia de Compensação em Média Diária – em kWh/dia;

Ec = Energia de Compensação em Média Mensal (Equação 1) – em kWh/mês;

30 = constante relativa à quantidade de dias do mês, em média.

Aplicando a Equação 2 a nossa unidade consumidora, teremos:

$$Ecd = \frac{Ec}{30}$$

$$Ecd = \frac{285,53}{30}$$

$$Ecd = 9,52 \text{ kWh/dia}$$

Assim, determinamos, a potência ideal do SFCR, que consiga, ao final de um dia médio, gerar em torno de 9,52 kWh.

De posse dos valores de “Energia de Compensação Média Diária” e da média diária da Radiação Solar, podemos, então, esboçar o projeto do SFCR que atenderá a este imóvel.

Para determinar a potência-pico ideal do SFCR, utilizamos a Equação 3:

$$P_{peak} = \frac{Ecd}{HSP} \quad (3)$$

Em que:

P_{peak} = Potência-pico do SFCR – em kWp (quilowatts-pico – referente à potência em condições de laboratório dos módulos fotovoltaicos);

Ecd = Energia de Compensação em Média Diária (Equação 2) – em kWh/dia;

HSP = valor médio anual da radiação solar (Quadro 1) – em kWh/m²/dia (quilowatt hora por metro quadrado por dia).

Assim, ao receber a radiação solar diária, o SFCR vai gerar a sua potência-pico conforme a Equação 3 abaixo:

$$P_{peak} = \frac{E_{cd}}{HSP}$$

$$P_{peak} = \frac{9,52}{5,28}$$

$$P_{peak} = 1,803 \text{ kWp ou } 1803,0 \text{ Wp}$$

Este valor de 1801,1Wp (1801,1 watts-pico) é referente a geração de energia que será consumida por esta casa.

De posse deste, o valor de potência-pico do SFCR, calculamos a quantidade de módulos fotovoltaicos necessária:

$$Nm = \frac{P_{peak}}{Wp} \quad (4)$$

Em que:

Nm = número de módulos fotovoltaicos a serem utilizados;

Ppeak = potência-pico do SFCR (Equação 3) – em Wp;

Wp = potência-pico do modelo de módulo fotovoltaico – em Wp (watt-pico).

Para este projeto, utilizou-se o módulo fotovoltaico com potência-pico de 330 Wp e eficiência de 80%, os dados técnicos podem ser vistos na Tabela 4, a escolha do módulo e do valor da eficiência se deu por meio de pesquisa, foram feitas entrevistas com fornecedores locais e entre os equipamentos disponíveis no mercado, escolhemos o mais comum na região, e adotamos a eficiência média considerada pelos fornecedores locais, conforme a Equação 5.

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA SOLAR CONECTADO À REDE

Sistema Solar de 1,803 kWp

Módulo Fotovoltaico Canadian*	Inversor Interativo Canadian*	Estrutura de Fixação*
Modelo: CS6U-330P	Modelo: CSI-3K-TL	Modelo: K2 SYSTEM
Potência: 330 W	Potência: 3.0 kW	Tipo: Telhado embutido
Quantidade: 7 módulos	Quantidade: 1 inversor	Quantidade: 1 Kit
Garantia Fábrica: 10 anos	Garantia Fábrica: 5 anos	Perfil: Alumínio
Garantia (Geração*): 25 anos	Eficiência: 97,00%	

Dimensões: 1954x982x40 mm	Dimensões: 271x320x142 mm
Peso: 22 kg	Peso: 8,8 Kg
Tipo de Célula: Policristalina	Grau Proteção: IP65 Monitoramento

**Garantia de 80% da Geração*

Tabela 4 – Características do Sistema Solar Conectado à Rede.

Fonte: LUX Energia Solar e Automação.

$$Nm = \frac{P_{peak}}{Wp * 0,8} \quad (5)$$

$$Nm = \frac{1803,0}{330 * 0,80}$$

$$Nm = 6,83 \text{ unidades}$$

Logo, foram necessários 7 módulos fotovoltaicos com as características descritas acima para compensar aproximadamente 285,53 kWh/mês de energia elétrica consumida.

A área do telhado destinada a instalação desses 7 módulos solares que irão atender a demanda dessa residência possui 14 metros de comprimento, por 3,20 metros de largura acomodando os módulos e uma faixa de circulação em torno deles de pelo menos 60 cm.

Para uma melhor visualização do projeto, segue abaixo a planta de cobertura e o 3D do telhado com os módulos fotovoltaicos, conforme a Figura 7, 8 e 9 respectivamente.

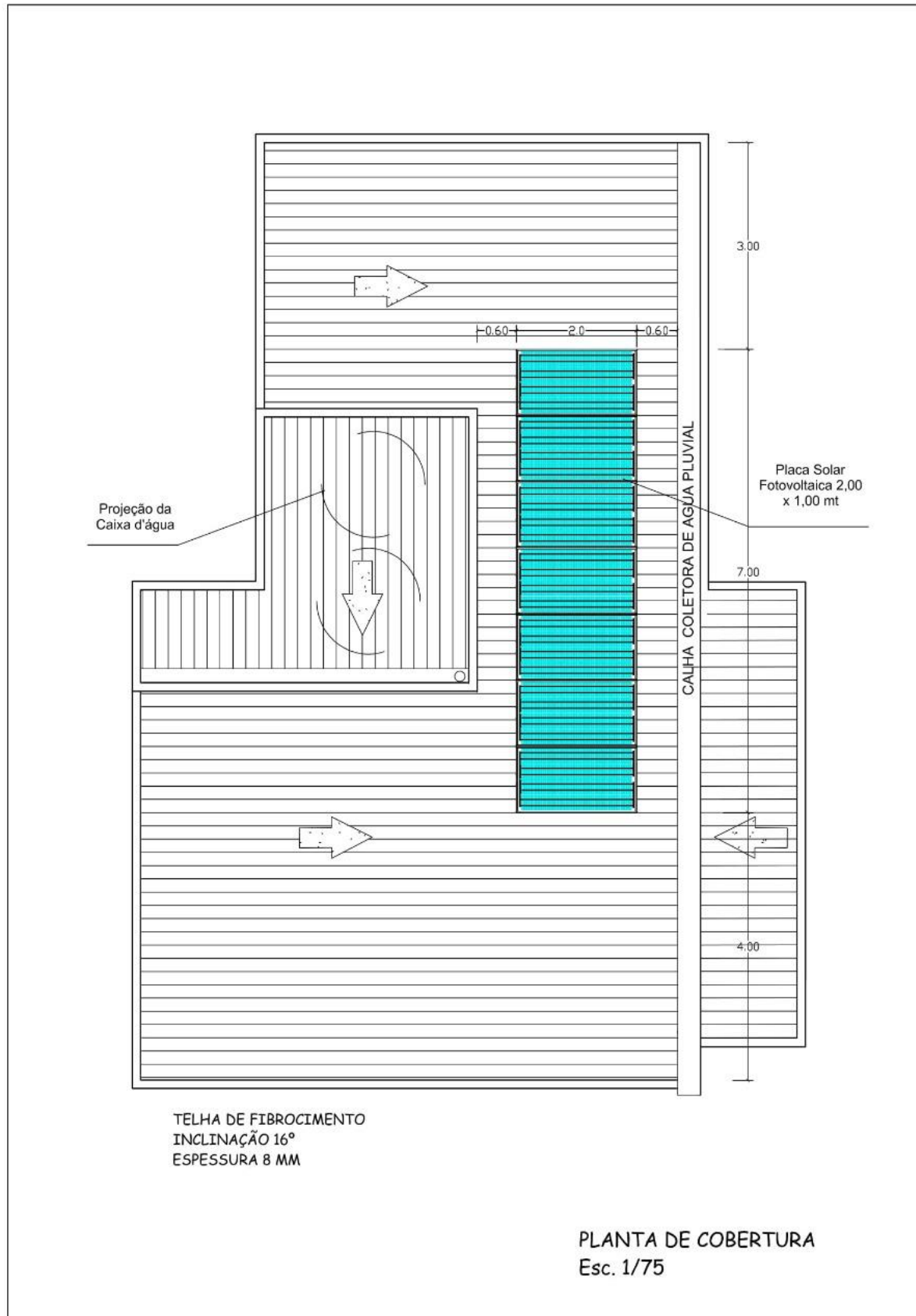


Figura 7 – Planta de cobertura.
Fonte: Autoria própria



Figura 8 – Vista superior da cobertura.
Fonte: Autoria própria.



Figura 9 – Vista inclinada da cobertura.
Fonte: Autoria própria.

Este sistema completo com os demais acessórios e os 7 módulos fotovoltaicos custa R\$17.048,76 segundo orçamento realizado pela empresa LUX Energia Solar e Automação, como está demonstrado no Quadro 2:

PROPOSTA COMERCIAL DE INVESTIMENTO	
Sistema fotovoltaico	
Quantidade	Equipamentos
7	Módulo Fotovoltaico Canadian Solar 330W
1	Inversor Interativo Canadian 3.0 Kw
1	Estrutura de Fixação
1	Kit de Materiais Elétricos de Instalação
Serviços	
Projetos de Engenharia, Instalação, Solicitação de Acesso à rede e Frete.	
TOTAL: R\$ 17.048,76 à Vista	

Quadro 2 - Orçamento sistema fotovoltaico.
 Fonte: LUX Energia Solar e Automação.

Tendo como referência a fatura de energia elétrica da concessionária local EDP do mês de Outubro/2018, o custo do kWh foi de aproximadamente R\$0,562. Utilizando o método de *payback* simples o investimento terá um retorno em aproximadamente 9 anos, conforme a Equação 6:

$$T = \frac{I}{E_c * T_x * 12} \quad (6)$$

Em que:

E_c = Energia de Compensação em Média Mensal – em kWh/mês;

T_x = Custo do kWh – em reais;

T = Tempo de retorno do investimento – em anos;

I = Custo do sistema fotovoltaico (Quadro 2) – em reais.

$$C = \frac{17.048,76}{285,53 * 0,562 * 12}$$

$$C = 8,85 \text{ Anos}$$

Com dados que foram levantados e indicados por Tabelas, Equações e cálculos foi possível definir parâmetros como inclinação do telhado e realizar dimensionamentos para elaboração da planta de cobertura evidenciando a quantidade de módulos solares necessários e sua devida disposição para

posterior instalação, constatando também o retorno do investimento dentro de um tempo satisfatório.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi possível verificar que existem métodos construtivos que viabilizam a instalação de um sistema de geração de energia elétrica a partir de módulos fotovoltaicos, tais como, alteração da altura da platibanda para não gerar zonas sombreadas sobre os painéis, inclinação, direção e forma do telhado para maximizar a captação da irradiação solar e evitar custos adicionais de instalação, sem que haja alterações significantes na arquitetura, estética e estrutura do imóvel.

Também foi verificado que é uma oportunidade de investimento que poderá gerar benefícios ao longo do tempo, baseando-se através do método de *payback* simples e considerando apenas o custo da energia consumida descontado todos encargos, teremos o retorno do investimento aproximadamente em 9 anos, tempo considerado satisfatório, considerando a vida útil e a garantia de geração dos módulos fotovoltaicos que ao término do 25º ano ainda estarão produzindo 80% de sua capacidade.

Como a principal fonte de energia da matriz energética brasileira são as usinas hidroelétricas que causam grandes impactos ambientais e depende de um recurso que vem se tornando cada vez mais escasso, a água, a energia proveniente do Sol tornou-se uma alternativa a ser inserido no quadro energético do país reduzindo de forma significativa, impactos ambientais além de ser uma fonte inesgotável.

Contudo, o trabalho atingiu o objetivo inicialmente proposto, demonstrando que no município de São Mateus – Espírito Santo, há possibilidade de inserção de sistemas fotovoltaicos de geração de energia elétrica com viabilidade econômica satisfatória, afirmando também a possibilidade de alterar elementos construtivos já que a edificação foi projetada desde os estudos preliminares para receber esse sistema de energia solar, maximizando a captação de raios solares melhorando assim o desempenho de todo o sistema.

As limitações presentes neste trabalho não atrapalham os resultados obtidos, porém, pesquisas futuras podem aperfeiçoar as análises realizadas. Podem ser realizados estudos sobre a redução do impacto ambiental visando substituir a matriz hidroelétrica por fonte fotovoltaica e estudo sobre viabilidade técnica e econômica da aplicação da tecnologia fotovoltaica para iluminação pública.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 414, 9 de Setembro de 2010.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em 20 ago. 2018.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 482, 17 de Abril de 2012.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em 20 ago. 2018.

ANSA. Brasil adere à Agência Internacional de Energia Renovável. **Revista Época**, São Paulo, 22 jan. 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/01/brasil-adere-agencia-internacional-de-energia-renovavel.html>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

ARAMIZU, J. **Modelagem e Análise de Desempenho de um Sistema Fotovoltaico em Operação Isolada e em Paralelo com uma Rede de Distribuição de Energia Elétrica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. 112p.

BARBOSA, Vanessa. BNDES anuncia financiamento de energia solar para pessoa física. **Revista Exame**, São Paulo, 07 jun. 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/bndes-anuncia-financiamento-de-energia-solar-para-pessoa-fisica/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

BITTENCOURT, C.; BASSACO, R. L. T. **Estudo do desempenho do sistema fotovoltaico conectado à rede: estudo de caso:** escritório verde da Universidade Tecnológica do Paraná – campus Curitiba. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. 114p.

BUCUSSI, A. A. **Introdução ao conceito de energia.** Dissertação (Mestrado Profissional em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. 32p.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**, Porto Alegre, v.1, n. 8, p. 1-12, 2011.

CRESESB. Potencial Solar - SunData v 3.0. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica de Sérgio Brito**, Rio de Janeiro, 25 jan. 2018. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em 11 set. 2018.

eCycle. **Queda nos preços deve tornar energia solar mais competitiva**. São Paulo, 30 out. 2017. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/38-no-mundo/6054-queda-preco-energia-solar-menor-custo-energetico.html>>. Acesso em: 17 set. 2018.

EDP - **Energia de Portugal**. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/>>. Acesso em: 17 out. 2018.

Eternit. Telha Ondulada Regras Práticas Para Instalação. **Eternit A marca da coruja**. São Paulo, 27 abr. 2018. Disponível em: <https://www.eternit.com.br/downloads/regras%20praticas/2018/2872_REGRAS_PRATICAS_ONDULADA_10X52_C.pdf>. Acesso em: 17 set. 2018.

FERNANDES, C. A. O.; GUARONGHI, V. M. Energia Solar. **Site da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp**, Campinas. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html>>. Acesso em: 19 set. 2018.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa: dicionário eletrônico**. Versão 3.0. São Paulo: Nova Fronteira, 1999.

FERREIRA, M. J. G. **Inserção da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.168p.

GATTI, B. A. **Estudos quantitativos em educação**. São Paulo, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n1/a02v30n1.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999

GOERCK, M. **Determinação do potencial energético de um coletor solar fototérmico na região do Vale do Taquari-RS Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2008. 92p.

GOOGLE MAPS. **Imagem aérea do lote via satélite**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Guriri,+São+Mateus+-+ES/@-18.727197,-39.7482116,144m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xca13a4c6587b43:0x6d4e85606613178f!8m2!3d-18.7430856!4d-39.7601032>>. Acesso em 30 out. 2018.

HADDAD, J. **Energia Elétrica: Conceitos, Qualidade e Tarifação**. Rio de Janeiro, dez. 2004. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Energ_Elet_Conceitos_Qu_alid_Tarif_Eletr_Procel-04.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.

LUX. Energia Solar Fotovoltaica. **Lux Energia Solar e Automação**. Belo Horizonte, jan. 2018. Disponível em: <<http://luxenergia.com.br/>>. Acesso em: 17 out. 2018.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v.7, n. 1, p. 126-143, 2015.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310p.

MAUAD, F, F; FERREIRA, L. C.; TRINDADE, T. C. G. **Energia Renovável no Brasil**: Análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras. São Paulo: São Carlos, 2017. 349p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2016**: Relatório Síntese ano base 2015. Rio de Janeiro, jun. 2016. Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/img/63socios7.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

PACHECO, F. **Energias Renováveis**: breves conceitos. Salvador, out. 2006. Disponível em: <https://pet-quimica.webnode.com/_files/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Grupo de Trabalho de Energia Solar, 2014. 530p.

PORTAL ENERGIA. **Energia Solar Térmica**: Manual sobre tecnologias, projecto e instalação. Portugal: Guarda, 2004. 262p.

POST, Monólitos. Governo Federal, por meio do BNB, libera financiamento de energia solar para pessoas físicas. **Site Monólitos Post**, Quixadá, 04 abr. 2018. Disponível em: <<http://www.monolitospost.com/2018/04/04/governo-federal-por-meio-do-bnb-libera-financiamento-de-energia-solar-para-pessoas-fisicas/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

SANTOS, J.; MICHELS, R. Influência de fatores ambientais sobre o desempenho de um sistema de bombeamento fotovoltaico: um estudo de caso. **Revista Agroambiental**, Minas Gerais: Pouso Alegre, v.3, n. 3, p. 51-55, 2011.

SIQUEIRA, L.M. **Estudo do Dimensionamento e da Viabilidade Econômica de Microgerador Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais: Juiz de Fora, 2015. 52p.

SOUZA, R. Análise preliminar de projeto. **Blue Sol Energia Solar**. São Paulo: Ribeirão Preto, jan. 2015. Disponível em: <<https://bluesol.com.br/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

SOUZA, R. **Introdução a Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica**. Ribeirão Preto: Blue Sol Energia Solar.

SOUZA, R. Painel solar (placa solar): A verdade sobre o preço e como funciona. **Blue Sol Energia Solar**. São Paulo: Ribeirão Preto, dez. 2016. Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/painel-solar-preco-e-como-funciona/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

TEIXEIRA, F. K. C. **Loteamento Jardim Caiçaras**. São Mateus, jul. 2015. Disponível em: <<https://cartorio1saomateus.com.br/uploads/arquivos/2015/07/14-planta-jardim-das-caicaras-caicaras-emp-imobiliaris-ltda-guriri.pdf>>. Acesso em 30 out. 2018.

VARELLA, F. K. O. M.; CAVALIERO, C. K. N. C.; SILVA, E. P. Energia solar fotovoltaica no Brasil: incentivos regulatórios. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 9-22, 2008.