



## **PAINEL FOTOVOLTAICO: VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL, EM COMPARAÇÃO COM OUTRAS FONTES DE ENERGIA**

SOUSA, Renata Esser de<sup>1</sup>  
RUSCHEL, Andressa Carolina<sup>2</sup>  
PINTO, Carolina Vitória<sup>3</sup>  
SCHWADE, Isabella Dorini.<sup>4</sup>

### **RESUMO**

A arquitetura sustentável tem ganhado um papel importante, com isso houve o surgimento de novas tecnologias para preservação do planeta. O presente trabalho trata-se de uma tecnologia que vem ganhando espaço nos projetos arquitetônicos, os painéis de energia solar fotovoltaicos. De fato, estes painéis utilizam da captação por energia solar transformada em energia elétrica, substituindo a energia elétrica vinda das corporativas. O trabalho apresenta a diferença entre os custos e a viabilidade do uso do painel solar fotovoltaico comparado com a energia elétrica transmitidas pelas redes elétricas. Contudo, interessa representar como o uso desse sistema se torna mais viável a longo prazo, e os benefícios que ele traz com relação ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema fotovoltaico, Sustentabilidade, Energia, Painéis, Célula fotovoltaica.

### **1. INTRODUÇÃO**

Este artigo tem como assunto uma pesquisa sobre o painel fotovoltaico, uma fonte de energia sustentável, limpa e abundante pois converte a energia solar, que é um recurso inesgotável, em energia elétrica, livre de poluições ou resíduos que prejudicam o meio ambiente.

Com isso foi definido o objetivo geral que será comparar o painel solar fotovoltaico com outras fontes de energia. Sendo os objetivos específicos: a) Analisar sua viabilidade econômica; b) Verificar seu impacto ambiental; c) Identificar os benefícios em comparação a outras fontes de energia.

---

<sup>1</sup> Arquiteta e Urbanista. Mestre em Arquitetura e Urbanismo UEM/UEL. Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG. E-mail:re\_esser@hotmail.com

<sup>2</sup> Arquiteta e Urbanista. Mestre em desenvolvimento Regional e Agronegócio – UNIOESTE. Professora do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário FAG. E-mail:ac.ruschel@hotmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo. E-mail:carolinavitoria10@hotmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de Arquitetura e Urbanismo. E-mail:isabella\_schwade@hotmail.com



Será abordado esse assunto pois as energias sustentáveis como a solar oferecem tanto benefícios para o planeta quanto para saúde por ser uma fonte de energia que produz baixo impacto para o meio ambiente, porém a energia solar é uma fonte renovável pouco explorado no mundo, devido ao elevado custo de implantação, mas que por outro lado de acordo com o IEA-International Energy Agency (2017) as fontes renováveis de energia, incluindo solar tiveram um ritmo de crescimento maior que gás e carvão.

A problematização da pesquisa será qual a viabilidade econômica e ambiental do painel solar fotovoltaico em comparação com outras fontes energia.

A energia solar fotovoltaico possui um custo de implantação mais elevado do que de energias convencionais, é uma fonte de energia que traz benefícios a longo prazo, porém sua maior vantagem é a redução de impactos causados no meio ambiente.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Quando a arquitetura renasceu após a II Guerra Mundial, começou a se preocupar com a sua integração com o clima local, visando a habitação direcionada com o conforto ambiental do ser humano e sua repercussão no planeta, surgindo o termo arquitetura bioclimática (CORBELLA e YANNAS, 2003).

De acordo com Corbella e Yannas (2003), a Arquitetura Sustentável é a continuidade mais natural da bioclimática, ao considerar também a sua integração com a obra à totalidade do meio ambiente, sendo assim torná-la um conjunto maior. A arquitetura a partir daí quer criar projetos maiores os quais envolvam seu entorno, com objetivo de melhorar a qualidade de vida do ser humano. Integrando características da vida e do clima local, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para diminuir a poluição do mundo para as futuras gerações.

A problemática da sustentabilidade assume neste novo século um papel central na reflexão sobre as dimensões do desenvolvimento e das alternativas que se configuram. O quadro socioambiental que caracteriza as sociedades contemporâneas revela que o impacto dos humanos sobre o meio ambiente tem tido consequências cada vez mais complexas, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos (JACOBI, 2003).

A sustentabilidade tem como objetivo encontrar meios de produção, distribuição e consumo dos recursos existentes, economicamente eficaz e ecologicamente viável. Porém um dos desafios da



sustentabilidade ambiental urbana é a conscientização de que esta é um processo a ser construído e não algo concreto. A busca por um conceito na área urbana sustentável traz consigo uma série de proposições e estratégias que procuram atuar em níveis tanto locais quanto globais. Priorizando o desenvolvimento social e humano com capacidade ambiental, gerando cidades produtoras com atividades que podem ser acessadas por todos é uma forma de valorização do espaço incorporando os elementos naturais e sociais (BARBOSA, 2008).

Com isso, segundo Barbosa (2008), foi surgindo tecnologias preocupadas com a sustentabilidade nos projetos. Uma das tecnologias que diminuem o uso da energia é a utilização de placas solares fotovoltaicas.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse artigo será uma pesquisa de artigos e teses, por meio de uma pesquisa básica fundamental que de acordo com Ander-Egg (1978, apud MARCONI E LAKATOS, 2002, p.19) esse tipo de pesquisa é aquele que busca o progresso científico, sem a preocupação de utiliza-los na prática. É uma pesquisa formal, tendo em conta generalizações, princípios e leis. Tem por objetivo o conhecimento por conhecimento. Contudo também a pesquisa é apresentada de forma qualitativa na qual a finalidade é compreender os fenômenos através da coleta de dados narrativos, estudando as particularidades e experiências individuais.

### 4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Ao decorrer desse tópico será abordado o surgimento do sistema fotovoltaico, explicando de que forma e como ele funciona, apontando a problemática dos impactos ambientais, seus benefícios à comparando com outras fontes de energia, como é o funcionamento desse sistema no Brasil e a viabilidade econômica.

#### 4.1 HISTÓRICO

De acordo com Vallêra e Brito (2006), em 1839, um físico Edmond Becquerel, observou pela primeira vez que placas metálicas de platina ou prata imersas em um eletrólito, quando expostas à



luz, produziam uma pequena diferença de potencial. A este resultado, deu-se o nome de efeito fotovoltaico. A primeira célula solar surgiu em 1953, após o químico Calvin Fuller dos Laboratórios Bell desenvolver um processo de difusão para introduzir impurezas em cristais de silício, produzindo uma barra de silício dopado com uma pequena concentração de gálio, que o torna condutor, sendo as cargas móveis positivas (chamado silício do “tipo p”).

O físico Gerald Pearson, colega de Fuller, mergulhou esta barra de silício dopado num banho quente de lítio, criando assim na superfície da barra uma zona com excesso de eletrons livres, carregados com carga negativa (chamado silício do “tipo n”). Na região onde o silício “tipo n” fica em contato com o silício “tipo p”, surge um campo elétrico permanente que quando exposta à luz, produz uma corrente elétrica. Porém só após outros estudos que a primeira célula solar foi apresentada na reunião anual da National Academy of Sciences, em Washington, e anunciada numa conferência de imprensa no dia 25 de abril de 1954 (VALLÊRA e BRITO, 2006).

#### 4.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Imhoff (2007) afirma que a energia solar fotovoltaica, conversão de energia solar em eletricidade, é uma fonte de energia sustentável limpa e silenciosa que possui curto prazo de instalação e operação, e também baixa necessidade de manutenção, por ser uma fonte não poluente, provoca baixo impacto na natureza e pode ser facilmente integrada as construções, produz eletricidade sem a necessidade de linhas de transmissão que geram perdas e alto impacto ambiental. Por dependerem de condições climáticas favoráveis, esses sistemas fotovoltaicos possuem a necessidade de um sistema de armazenamento de energia, onde um banco de baterias é utilizado para atender as necessidades das cargas durante a noite ou em períodos de baixa ou nenhuma insolação.

Porém Machado e Miranda (2015) enfatizam que a utilização de baterias vai em desacordo com a ideia de sustentabilidade, pois são compostas de elementos extremamente tóxicos, como cádmio e chumbo. Portanto as baterias adequadas para sistemas fotovoltaicos são as de chumbo-ácido.

A energia gerada pelos painéis fotovoltaicos é disponibilizada nos terminais dos painéis na forma contínua (CC), podendo esses painéis serem conectados diretamente em cargas CC, como motores, lâmpadas e alguns refrigeradores. Entretanto o autor sustenta que, os equipamentos que funcionam a partir de uma fonte de carga, possuem um alto custo além de serem bastante limitados



no mercado. Por este motivo, há necessidade de os painéis possuírem um sistema de conversão para transformar esta energia CC na forma alternada (CA) de maneira eficaz (IMHOFF, 2007).

Brito e Silva (2006) sustentam que a célula fotovoltaica é o elemento principal da conversão da radiação solar em energia elétrica. Cada célula isoladamente, com cerca de 100mm<sup>2</sup>, produz aos seus terminais uma tensão entre 0.5V e 1V, com uma corrente em curto circuito de algumas dezenas de miliamperes.

Esta intensidade da corrente é razoável, mas a tensão é pequena, portanto Imhoff (2007) comenta que para atender a demanda de energia da maioria dos equipamentos elétricos, é preciso a associação de várias células, por meio de ligações em serie ou paralelo, formando os painéis fotovoltaicos (imagem 1). A quantidade de células em um painel é definida pelas necessidades de tensão de cada corrente da carga a ser alimentada. Um modulo fotovoltaico é formado por cerca de 33 a 36 células ligadas em série, provindo tensão suficiente para alimentar uma bateria de 12V.

Imagem 1: Paine Solar Fotovoltaico

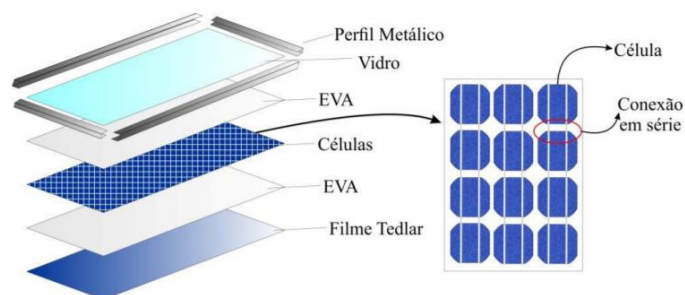


Fonte: Terra e Sol (2018)

Para a formação dos módulos comercializáveis dos painéis fotovoltaicos Machado e Miranda (2015) sustentam que, as células são conectadas em serie por meio de filamentos condutores e encapsulados em folhas de acetato de vinil etileno (EVA), recebendo uma cobertura frontal de vidro temperado e uma proteção, na parte posterior, de um filme de fluoreto de polivinila (PVF), conhecido como Tedlar. Esse composto laminado é montado em um perfil metálico, normalmente de alumínio. Formando a estrutura observada na imagem 2.



Imagem 2: Módulo Fotovoltaico.



Fonte: Revista Virtual de Química (2014).

As células fotovoltaicas presentes atualmente no mercado, são a células de silício, no qual de acordo com Machado e Miranda (2015), são encontradas nos tipos: silício cristalino, que se subdivide em monocristalino e policristalino, ou podem ser de silício amorfo.

#### 4.2.1 Silício Monocristalino

A uniformidade da estrutura molecular do silício monocristalino resultante do uso de um cristal único é ideal para potencializar o efeito fotovoltaico. É o tipo mais utilizado na composição das células fotovoltaicas, alcançando cerca de 60% do mercado, porém a produção de silício ainda é cara, sendo seu rendimento máximo atingido em laboratório aproximadamente 24%, na qual em na utilização pratica se reduz cerca de 15% (CASTRO, 2002).

#### 4.2.2 Silício Policristalino

Castro (2002) considera o silício policristalino composto por um número elevado de pequenos cristais da espessura de um cabelo humano, no qual atingi aproximadamente 30% do mercado. Porém a descontinuidade da estrutura molecular complica o movimento dos elétrons e incentivam a recombinação com as lacunas, reduzindo a potência de saída. Em função disso, os rendimentos em laboratório e em utilização prática não ultrapassam os 18% e 12%, respectivamente. Por outro lado, o processo de fabricação é mais barato do que o silício cristalino.



#### 4.2.3 Silício Amorfo

O silício amorfo não possui estrutura cristalina, por consequência apresenta defeitos estruturais que em princípio, impossibilitariam sua utilização em células fotovoltaicas, já que aqueles defeitos potencializavam a recombinação dos pares elétron-lacuna. Contudo Castro (2002) sustenta, se for adicionado ao silício amorfo uma pequena quantidade de hidrogênio, por meio de um processo de hidrogenação, os átomos de hidrogênio combinam-se quimicamente de modo a minimizar os efeitos negativos dos defeitos estruturais. Esse tipo de silício possui uma maneira de absorver a radiação solar de uma forma muito mais eficiente do que o silício cristalino, sendo capaz depositar uma fina película de silício amorfo sobre um substrato (plástico, metal ou vidro). Este método de fabricação é ainda mais barato comparado ao silício policristalino. Em laboratório é possível atingir rendimentos de ordem de 13%, mas os rendimentos diminuem para aproximadamente 6% pois as propriedades conversoras do material deterioram-se por conta da utilização. Os equipamentos solares domésticos como calculadora e relógio são usualmente feitos com células de silício amorfo e representam cerca de 4% do mercado.

#### 4.3 POTENCIAL DE FUNCIONAMENTO

Os sistemas fotovoltaicos são usados em um amplo conjunto de aplicações, no qual de acordo com Castro (2002) são destacados em aplicações de média potência (dezenas ou centenas de quilowatt) e pequena potência (décimas ou unidades de quilowatt), em que na de média potência em área rural funciona como complemento ou abastecimento de cargas domésticas em locais remotos com ou sem rede, bombagem de água e irrigação, e produção descentralizada ligada a rede. E a de pequena potência se aplica em relógios, calculadoras, acessórios de veículos automóveis, sinais rodoviários (móveis e estáticos), parquímetros telefones de emergência, transmissores de TV e de tele móvel e frigoríficos médicos em locais remotos. Em muitas dessas aplicações, esse sistema fotovoltaico supri com vantagem outros meios de produções alternativas.



#### 4.3.1 Aplicação de Média Potência

Em certos locais remotos, os sistemas fotovoltaicos, sejam sozinhos ou em associação com outras renováveis, já são mais viáveis que as fontes alternativas convencionais (gerador diesel ou rede elétrica) que claramente apresentam resultados ambientais negativo e são inferiores do ponto de vista econômico (CASTRO, 2002).

#### 4.4 PROBLEMÁTICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Se tratando de crise energética, Cabral e Vieira (2012) apontam que impactos ambientais causados por uso de fontes de energias poluentes, geram um potencial de escassez dos recursos naturais aumentando a demanda pela procura de oferta de energia. Diante dessa problemática, difundiu-se, ao longo dos anos, uma preocupação ambiental que tem se consolidado e ganhado espaço na sociedade, a partir da qual se observa um processo de busca por fontes alternativas de energia que promovam o uso racional dos recursos energéticos, redução dos impactos ambientais e ampliação de energia em áreas isoladas. A energia solar fotovoltaica vem sendo procurada cada dia mais no mercado devido ao grande benefício que gera em longo prazo. Nesse sentido os autores enfatizam sobre o assunto que:

[...] a energia solar – fonte renovável proveniente do sol – vem se apresentando como uma excelente energia alternativa às fontes não renováveis para atender a crescente demanda energética e expandir o acesso à energia em locais onde a implantação da rede elétrica convencional é técnica e economicamente inviável, principalmente nas áreas rurais. É importante destacar que o Brasil é um país com alto potencial de produção de energia solar, pois é beneficiado pela abundante radiação solar predominante em quase todos os meses do ano (CABRAL e VIEIRA, 2012, p.2-3).

#### 4.5 BENEFÍCIOS DO SISTEMA

De acordo com Santos (2009), a utilização da energia solar fotovoltaica apresenta vários benefícios, destacando a característica de fonte de energia limpa, que contribui para a sustentabilidade ambiental do planeta, e também os benefícios ligados às suas características de geração de energia.



Entre eles a geração no próprio local de consumo, a possibilidade de integração às edificações e a geração durante o horário comercial. Existem algumas instalações fotovoltaicas integrada às edificações que estão interligadas à rede elétrica convencional. Estes sistemas geradores de energia funcionam somente durante as horas de sol, injetando na rede elétrica o excedente de energia produzido durante o dia e a noite retirando da rede convencional a energia necessária para seu consumo. Isto permite que não sejam utilizados sistemas de armazenamento, como baterias, que limitam a autonomia de produção e também diminuem a eficiência do sistema. Nos sistemas conectados à rede elétrica tradicional, geralmente há uma tarifa paga à energia gerada pelo sistema fotovoltaico e injetada na rede, que é superior ao preço pago pela energia consumida em outros horários. Isto faz com que aumente o interesse por parte dos consumidores em instalar sistemas fotovoltaicos em suas edificações e também possibilita uma diminuição do tempo de retorno do investimento de compra do sistema. O autor identifica que:

Em conjunto, os painéis solares fotovoltaicos integrados às edificações permitem que a geração de energia ocorra de forma distribuída, sendo produzida próxima aos pontos de consumo, diminuindo assim os custos de transmissão e de distribuição. Além disso, a integração também é vantajosa por se apropriar de uma área já construída e por não comprometer áreas livres para outros fins. Outra vantagem da energia fotovoltaica é a geração energética em um período diurno concomitante com a demanda de energia das atividades que ocorrem em período comercial. Assim, seria possível que, uma vez instalada, a geração fotovoltaica participasse com parte do consumo diurno, economizando água dos reservatórios das hidrelétricas, e cabendo à geração convencional o excedente do diurno e a da demanda total nos períodos noturnos (SANTOS, 2009, p2).

#### 4.6 COMPARAÇÃO COM OUTRAS FONTES DE ENERGIA

Em comparação com outras energias Shayani et al (2006) afirmam que a energia solar, por outro lado, não necessita ser extraída, refinada e nem transportada para o local da geração, o qual é próximo à carga, evitando também os custos com a transmissão em alta tensão. Utiliza células solares, responsáveis pela geração de energia, e um inversor para transformar a tensão e frequência para os valores nominais dos aparelhos. Este processo é mais simples, sem emissão de gases poluentes ou ruídos e com necessidade mínima de manutenção. Deste modo, os custos que envolvem esse sistema



e o diferencia dos outros, exige uma comparação entre esta forma renovável de obter eletricidade possuindo vantagens econômicas desde seu funcionamento.

#### 4.7 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NO BRASIL

O sistema de energia fotovoltaica no Brasil funciona como uma forma de troca com as redes de energia elétrica, como mostra Shayani et al (2006) estes sistemas distribuídos e interligados à rede elétrica convencional utilizam painéis solares para atender à demanda energética de um edifício ou de uma residência, em conjunto com a rede elétrica. Quando a energia solar é superior ao consumo, o excedente é injetado na rede e, caso seja inferior, é complementado pelo sistema interligado. Ou seja, quando a energia fotovoltaica é produzida em maior quantidade e não é utilizada toda a caixa onde está armazenada, ela pode ser vendida, ou trocada com as redes elétricas, de forma que, quando a energia fotovoltaica não consiga suprir a necessidade da residência, esse valor gerado em excesso em outra vez, possa ser utilizado da rede elétrica convencional.

#### 4.8 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA E SEUS CUSTOS

As fontes de energia de origem solar apresentam processo de geração de eletricidade mais simples do que a obtenção de energia através de combustíveis fósseis ou nucleares. Sua utilização de forma distribuída apresenta as vantagens de diminuição de gastos com os sistemas de transmissão e distribuição, além de permitir desenvolvimento social para localidades que não possuem energia elétrica. O fornecimento de energia deve ocorrer através de linhas de transmissão e distribuição gerando uma incoerência, porque existem projetos que visam concentrar a energia solar, naturalmente dispersa, para depois distribuí-la por um sistema interligado, deixando assim de aproveitar seus benefícios. O preço da energia solar é comparado com o valor pago pelos consumidores em suas residências, uma vez que a energia final consumida chega a ser 5 vezes mais caro que o valor cobrado pela usina convencional. O custo para a implantação de um sistema solar isolado pode chegar a 50 vezes o valor de uma pequena central hidrelétrica de mesma capacidade, portanto fazendo o cálculo considerando a energia gerada durante a vida útil do equipamento solar, de aproximadamente 30 anos, é obtido o valor correspondente à 10 vezes o custo da energia entregue ao consumidor. Considerando um sistema interligado à rede, a relação passa de 10 para 3. Ao serem agregados os impostos, custos



ambientais e sociais, a energia solar fotovoltaica passa a ser, em um futuro breve, economicamente competitiva (SHAYANI, 2006).

A Energia Solar pode ser assim considerada, uma alternativa para superação dos desafios de expansão de Energia para localidades isoladas, especificamente no meio rural, às quais a rede convencional, geralmente, não possui acesso. Contudo algumas tecnologias de geração de energia solar sejam sensivelmente mais caras, como a fotovoltaica, os possíveis benefícios socioambientais trazidos desta fonte de energia, como o alcance de áreas isoladas, a geração de empregos, a não emissão de gases de efeito estufa e, de modo geral, a redução de impactos ao meio ambiente, compensam o seu valor. Dessa forma, além de incentivos nacionais, é fundamental o fortalecimento de laços internacionais para disseminação de fontes renováveis que trazem benefícios ao meio ambiente, de modo que as ações voltadas para o desenvolvimento sustentável não sejam centralizadas, mas atuem dentro de um contexto mundial (CABRAL e VIEIRA, 2012).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal a problematização deste trabalho refere-se à viabilidade econômica e ambiental dos painéis de energia solar fotovoltaicos em comparação com outras energias.

Levando-se em consideração esses aspectos, é correto afirmar que é uma energia que traz benefícios a longo prazo, pois seu custo de início acaba sendo bem mais elevado do que de energias convencionais. Porém os benefícios socioambientais trazidos por essa fonte de energia, como o alcance de áreas isoladas, a geração de empregos, a não emissão de gases de efeito estufa e, de modo geral, a redução de impactos ao meio ambiente, compensam o seu custo.

Em posição à tudo que foi abordado neste artigo, é possível afirmar que o objetivo geral foi cumprido, pois foi possível analisar e comparar o painel solar fotovoltaico com outras fontes de energia e concluir que ela é uma energia que possui muitos benefícios em relação as outras energias, e contudo tem maior relevância pois não agride o meio ambiente e proporciona a melhor qualidade de energia tanto para áreas urbanas como áreas rurais.

## REFERÊNCIAS



BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. **Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade**. Faculdade de ciências da Universidade de Lisboa, 2006. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

BARBOSA, Gisele S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008. Disponível em: [http://files.gtsustentabilidade.webnode.com/200000055-d44dfd5476/4ed\\_O\\_Desafio\\_Do\\_Desenvolvimento\\_Sustentavel\\_Gisele.pdf](http://files.gtsustentabilidade.webnode.com/200000055-d44dfd5476/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf). Acesso em: 11 de junho de 2018.

CASTRO, Rui MG. **Introdução à energia fotovoltaica**. DEEC/Secção de Energia, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2002. Disponível em: [http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/Introducao\\_a\\_Energia\\_Fotovoltaica.pdf](http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/Introducao_a_Energia_Fotovoltaica.pdf). Acesso em: 27 de maio de 2018.

CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. 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**. 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/isabe/Desktop/o%20mais%20importante.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2018.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental. **Editora Ravan**. Rio de Janeiro, 2003.

IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Renewables. Paris; 2017. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

IMHOFF, Johninon. **Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos**. 2007. Dissertação de mestrado. Centro de tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8608/JOHNINSONIMHOFF.pdf?sequence=1&isAlloved=y>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

JACOBI, Pedro R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834>. Acesso em: 11 de junho de 2018.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126-143, 14 out de 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/carol/Downloads/664-5080-2-PB.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas S.A, 2002.

SANTOS, Ísis P. dos et al. Integração de painéis solares fotovoltaicos em edificações residenciais e sua contribuição em um alimentador de energia de zona urbana mista. **Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC**. 2009.



Disponível em:  
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92927/263068.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 de junho de 2018.

SHAYANI, Rafael A.; OLIVEIRA, MAG de; CAMARGO, IM de T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. In: **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE)**. Brasília. 2006. p. 60. Disponível em: [file:///C:/Users/isabe/Desktop/Comparacao\\_Custo\\_Energia\\_Solar\\_FV.pdf](file:///C:/Users/isabe/Desktop/Comparacao_Custo_Energia_Solar_FV.pdf). Acesso em: 11 de junho de 2018.

VALLÊRA, António M.; BRITO, Miguel Centeno. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta da física**, v. 29, n. 1, p. 10-15, 2006. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

Imagem 1. **Terra e Sol**. Publicada em 2018. Disponível em: <https://www.terraesolenergia.com.br/blog/geracao-de-energia-solar/>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

Imagem 2. MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 126-143, 14 out de 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/carol/Downloads/664-5080-2-PB.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2018.