



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



RENATA WERCELENS DANTAS NUNES

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM SISTEMA COMPLETAMENTE
FOTOVOLTAICO E UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONJUGADO COM
AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA**

São Cristóvão – SE

Fevereiro de 2019

Renata Wercelens Dantas Nunes

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM SISTEMA COMPLETAMENTE
FOTOVOLTAICO E UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONJUGADO COM
AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Sergipe (UFS) como um dos requisitos
para obtenção da graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Daniel Moureira Fontes Lima

São Cristóvão – SE
Fevereiro de 2019

Renata Wercelens Dantas Nunes

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE UM SISTEMA COMPLETAMENTE
FOTOVOLTAICO E UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONJUGADO COM
AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Sergipe (UFS) como um dos requisitos
para obtenção da graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Daniel Moureira Fontes Lima

Aprovado em: __/__/____

Banca Examinadora:

Nota: _____

Prof. Dr. Daniel Moureira Fontes Lima – UFS
(Orientador)

Nota: _____

Prof. Me. Erwin Henrique Menezes Scheneider UFS
(Examinador 1)

Nota: _____

Eng^a Luísa Maria Horta Maia – UFS
(Examinadora 2)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus, por tudo.

Agradecer também aos meus pais, Simone e Sidharta, por terem sempre investido e acreditado em mim, e além disso, por aguentarem os meus estresses por conta das provas da universidade e do TCC.

A todos os professores, tanto da época dos ensinos fundamental e médio quanto da UFS. Em especial ao meu professor e orientador, Daniel, pela paciência comigo nessa fase do TCC e por toda ajuda que me deu.

Aos meus amigos, que me disseram inúmeras vezes para ficar tranquila e que daria tempo. Em especial à Rayra, que se juntou comigo várias vezes para incentivar (e também ser incentivada, claro). A todos os outros amigos da UFS que passaram ou estavam passando pela mesma fase e me entenderam, me ouviram e me ajudaram. E aos amigos estiveram sempre presentes.

Obrigada a todos que de alguma forma me ajudaram, vocês foram essenciais.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma comparação entre a utilização de um sistema completamente fotovoltaico para geração de energia e a utilização de um sistema fotovoltaico conjugado com um de aquecimento de água, devido à grande quantidade de energia consumida pelo chuveiro elétrico em uma residência. Para isso, foram feitas cotações com empresas especializadas em energia fotovoltaica para uma geração média de 1300 kWh/mês e de 910 kWh/mês, uma vez que o chuveiro elétrico é responsável por consumir, em média, 30% da energia. Para completar o sistema conjugado, foi feito um orçamento de um sistema de aquecimento solar de água com outra empresa, uma vez que as especializadas em fotovoltaico não faziam instalação dos dois tipos de sistema. Este sistema de aquecimento de água foi feito com base na quantidade de moradores da residência, então ele foi orçado com um consumo de 600L. O custo sistema fotovoltaico responsável pela geração total de energia da casa foi de R\$43.659,00, enquanto o custo do sistema conjunto foi de R\$29.367,23, havendo assim uma redução de R\$14.291,77, ou seja, uma economia de 33%. Com isso, pôde-se observar que para uma residência unifamiliar é mais vantajoso utilizar um sistema fotovoltaico conjugado com um de coletores solares do que um sistema inteiramente fotovoltaico.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica; Coletores Solares; Placas Coletoras; Chuveiro Elétrico.

ABSTRACT

The present paper aims to compare a completely photovoltaic system for electric generation and a conjugated photovoltaic system with a solar water heating one, due to considerable quantity of energy that the electric shower consumes in a residence. For this, it was made a price search with companies specialized in photovoltaic energy were quoted to an average generation of 1300 kWh/month and 910 kWh/month, since the electric shower is responsible for consuming, in average, 30% of the energy of a house. To complete the conjugated system, a budget of a solar water heating system was made with another company, since the ones specialized in photovoltaic did not make the installation of both systems. This solar water heating system was based on the number of people living in the house, so it was budgeted with a 600L consume. The cost of the photovoltaic system generating energy for the entire house was R\$43.659,00, while the cost of the combined system was R\$29.367,23, reducing the price in R\$14.291,77, or, having an economy of 33%. Thereby, it could be observed that for a single-family residence it is more advantageous using a combined system of photovoltaic and solar collectors, than an entirely photovoltaic system.

Keywords: Photovoltaic Energy; Solar Collectors; Solar Thermal Collector; Electric Shower.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Regiões do planeta e seus potenciais de energia solar	4
Figura 2 – Posição do Brasil no mapa mundi e sua proximidade com a linha do equador	4
Figura 3 – Média da radiação anual no Brasil	5
Figura 4 – Pannel solar fotovoltaico	6
Figura 5 – Sistemas on-grid e off-grid	7
Figura 6 – Sistema de aquecimento solar de água – boiler	10
Figura 7 – Esquema de um sistema de coletores solares	11
Figura 8 – Sistema de aquecimento de piscina através de coletores solares	12
Figura 9 - Resistência do chuveiro elétrico	13
Figura 10 – Sistema híbrido PV/T	14
Figura 11 - Tarifas por kWh da Energisa-SE.	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cálculo da média de consumo mensal da residência.....	19
Tabela 2 - Cálculo da taxa mínima.	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

AGEPAN – Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente contínua

COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IEA – Agência Internacional de Energia

IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados

MME – Ministério de Minas e Energia

PIS – Programa de Integração Social

PV/T - *Photovoltaic Thermal Hybrid Solar Collector*

RN – Resolução Normativa

TUSD – Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição

TUST – Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	2
2.1.	Objetivo Geral	2
2.2.	Objetivos específicos	2
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3.1.	Energias renováveis	2
3.2.	Energia solar	3
3.2.1.	Energia solar fotovoltaica	6
3.2.1.1.	Vantagens do sistema fotovoltaico	8
3.2.1.2.	Desvantagens do sistema fotovoltaico	8
3.2.2.	Energia solar para aquecimento de água	9
3.2.2.2.	Vantagens do aquecimento de água por coletores solares	13
3.2.2.3.	Desvantagens do aquecimento de água por coletores solares.....	14
3.2.3.	Sistema híbrido	14
3.3.	Energia solar no Brasil.....	15
4.	METODOLOGIA.....	17
4.1.	Área de estudo	17
4.2.	Consumo elétrico.....	17
4.3.	Cálculo de taxa mínima	17
4.4.	Orçamentos.....	17
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1.	Consumo elétrico.....	19
5.3.	Custos do sistema fotovoltaico de 1300 kWh.....	20
5.4.	Custos do sistema fotovoltaico de 910 kWh em conjunto com o sistema de coletores solares para aquecimento de água.....	21
5.5.	Comparação entre os sistemas	22

6. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
ANEXOS.....	27
ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA 100% FOTOVOLTAICO DA EMPRESA “T”	27
ANEXO B – ORÇAMENTO DA EMPRESA “T” PARA O SISTEMA 100% FOTOVOLTAICO	27
ANEXO C – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA 70% FOTOVOLTAICO DA EMPRESA “T”	28
ANEXO D – ORÇAMENTO DA EMPRESA “T” PARA O SISTEMA 70% FOTOVOLTAICO	28
ANEXO E – ORÇAMENTO DA EMPRESA “SS’ PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA (PARTE 1).....	29
ANEXO F – ORÇAMENTO DA EMPRESA “SS” PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA (PARTE 2).....	29
ANEXO G – ORÇAMENTO DA EMPRESA “HS” PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PELA EMPRESA HS.....	29
ANEXO H – ORÇAMENTO DA EMPRESA “D” PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA.....	30

1. INTRODUÇÃO

Grande parte da energia do mundo é proveniente dos combustíveis fósseis. Estes combustíveis são fontes não renováveis de energia, ou seja, fazem uso de recursos naturais esgotáveis, que são ofertados limitadamente pela natureza, levam um grande tempo para serem produzidos e consequentemente um dia serão extintos (PORTAL DA ENERGIA, s.d; PENSAMENTO VERDE, 2013).

Para utilizar os combustíveis fósseis como energia, é necessário sua queima e ao serem queimados, há liberação de gás carbônico. Por conta da grande demanda, a concentração de gás carbônico na atmosfera tem aumentado bastante, agravando assim o problema do efeito estufa. Alguns desses combustíveis liberam além de gás carbônico, outras impurezas poluentes. Ou seja, a utilização de combustíveis fósseis tem, além da limitação de serem esgotáveis, aumentam a poluição da atmosfera (FOGAÇA, s.d.).

No Brasil, a geração de energia por meio das hidrelétricas é maior do que pela queima desses combustíveis, mas isso não significa que a participação deles não seja relevante na geração de energia nacional. Porém, por conta da possível escassez e do índice de poluição e liberação de gases causados pela utilização destes, a geração de energia proveniente de fontes renováveis tem crescido bastante no âmbito nacional e mundial (PORTAL DA ENERGIA, s.d.).

Energias renováveis são energias provindas de fontes inesgotáveis de energia, como da radiação solar, dos ventos, da água e da biomassa. Elas não são poluentes e, portanto, causam um impacto ambiental muito menor do que as não renováveis. A energia solar especificamente é a transformação da energia oriunda do sol em energia elétrica por meio de painéis solares fotovoltaicos ou térmicos, e pode ser utilizada tanto em locais muito habitados quanto em lugares remotos. (ENERGIAS RENOVÁVEIS, s.d.).

O Brasil possui um grande potencial de aproveitamento da energia solar e por isso este recurso está e deve continuar sendo bastante incentivado, tanto para garantir a proteção ao meio ambiente e diminuir os impactos na atmosfera quanto para impedir o desaparecimento dos recursos não renováveis num futuro próximo.

Tendo em vista a importância ambiental das fontes renováveis de energia, em especial a energia solar, e os altos gastos de energia elétrica ocasionados pelos chuveiros elétricos em uma residência, o presente estudo buscou comparar duas opções de uso deste tipo de energia: um sistema composto exclusivamente por energia fotovoltaica e outro sistema combinado composto por energia fotovoltaica e aquecimento solar.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar e comparar dois sistemas diferentes de utilização de energia solar, um sendo o sistema solar 100% fotovoltaico e o outro sendo um sistema misto com placas fotovoltaicas e coletores solares para aquecimento de água, para uma residência unifamiliar de padrão alto localizada em Aracaju/SE.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Apresentar as vantagens e as desvantagens de cada um desses sistemas;
- Orçar dois sistemas de energia solar, um apenas fotovoltaico e outro fotovoltaico conjugado com aquecimento solar de água;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Energias renováveis

Energias renováveis, também chamadas de energias não convencionais, são aquelas que vêm de ciclos naturais de conversão da radiação solar (considerada a fonte elementar da maior parte da energia disponível na Terra), ou seja, se renovam naturalmente e são praticamente inesgotáveis. Além disso, não agem sobre o balanço térmico do planeta e não são poluentes (PACHECO, 2006).

De acordo com Pacheco (2006), por conta da escassez de petróleo e alterações climáticas causadas pela queima de combustíveis fósseis (não renováveis), surgiram e ainda surgem muitas discussões e pesquisas sobre energias alternativas, como a partir de matéria orgânica de origem animal ou vegetal (biomassa), da força dos ventos (energia eólica) e da captação de luz solar (energia solar). Este quesito energético vem ganhando uma importância muito grande, tanto pela questão ambiental, com a tentativa de diminuir a emissão de gases poluentes e, em consequência, o consumo de combustíveis fósseis, quanto pela provável e iminente diminuição das fontes não-alternativas de energia. Busca-se então uma autossuficiência na geração de energia além da variação das fontes energéticas.

Se a solicitação de energia crescer 4,8% por ano, será necessário um investimento de, em média, 125 bilhões de reais para aumentar a geração energética e a sua transmissão, para não haver risco de queda de energia. Ademais, os combustíveis fósseis são responsáveis por

mais de 80% da energia mundial (MME/EPE, s.d, *apud* PACHECO, 2006); (IEA, 2007, *apud* BERMANN, 2008).

Pacheco (2006) diz que para causar o menor impacto possível ao meio ambiente, as energias renováveis precisam ser usadas de forma sustentável. A energia solar por exemplo, sendo uma dessas fontes alternativas, pode ajudar a reduzir quase $\frac{3}{4}$ do consumo de energia convencional.

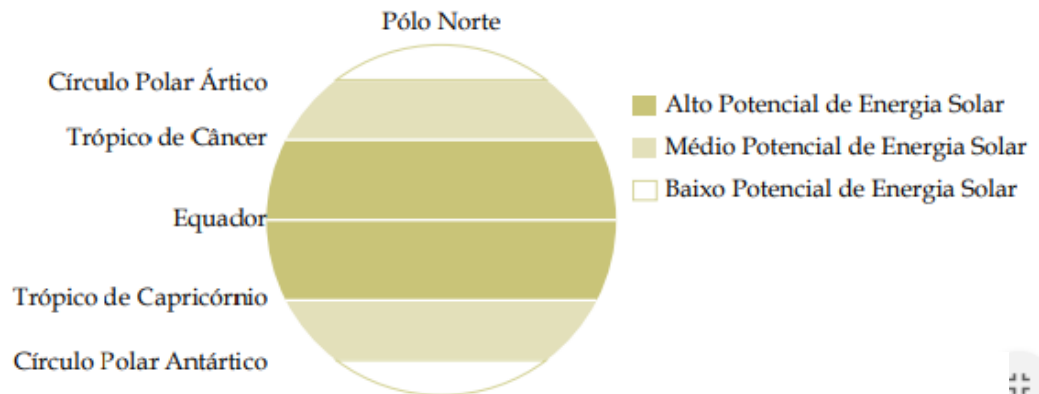
3.2. Energia solar

Segundo Rosa e Filho (2007), a transmissão de calor pode ser feita de 3 formas: condução, convecção e irradiação. A primeira é a passagem da energia térmica, também chamada de calor, de um lugar para outro. A segunda acontece pela movimentação das massas de um fluido, alternando as posições entre si. A terceira ocorre quando as ondas eletromagnéticas (que podem também ser chamadas de ondas de calor) transmitem calor sem a necessidade de um meio material para isto, sendo este o caso da energia solar.

A energia solar chega na Terra com intensidades diferentes a depender do local (Figura 1). Diante disso, as áreas localizadas mais perto da linha do equador são as mais favorecidas se tratando da intensidade da energia do sol. O Brasil encontra-se com a sua maior parte próximo a esta linha (Figura 2), e, portanto, está em uma área considerada de alto aproveitamento, podendo fazer uso deste tipo de energia renovável em qualquer região do país (Figura 3). Diante disso e do fato da importância de utilizar energias limpas, fica evidente a indispensabilidade de aproveitar esta fonte energética (ROSA; FILHO, 2007).

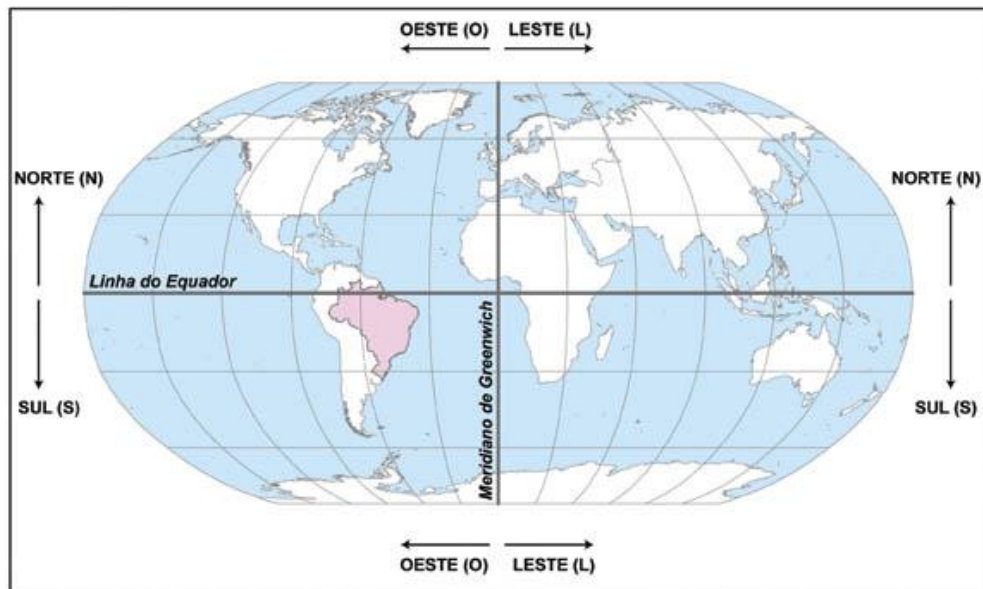
Conforme a CRESESB (2000, *apud* ANEEL, 2005), a energia solar que recai sobre a superfície terrestre, mesmo após os descontos ocasionados pela reflexão, é de aproximadamente 10 mil vezes o consumo de energia mundial.

Figura 1 – Regiões do planeta e seus potenciais de energia solar



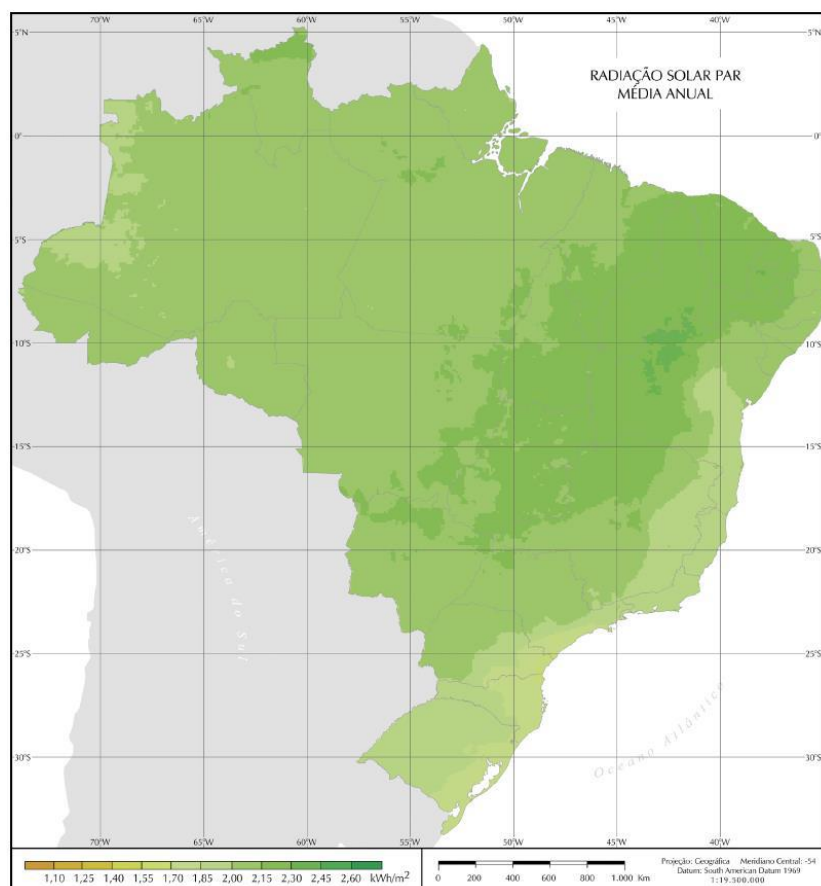
Fonte: Rosa; Filho, 2007.

Figura 2 – Posição do Brasil no mapa mundi e sua proximidade com a linha do equador



Fonte: IBGE, 2019.

Figura 3 – Média da radiação anual no Brasil



Fonte: Pereira *et al*, 2006, *apud* Nascimento, 2017.

Como o Brasil é um país muito grande, algumas áreas importantes socioeconomicamente têm sua localização mais afastada da linha do equador. Nestes casos, para se obter um aproveitamento maximizado da radiação solar, a posição do painel de captação de luz solar deve ser ajustada de acordo com a latitude da localidade e o período do ano. No hemisfério sul, o sistema deve ter sua orientação voltada para o Norte, com ângulo de inclinação semelhante ao da latitude (ANEEL, 2005).

Consoante Rosa e Filho (2007) a energia solar pode ser usada direta ou indiretamente. Indiretamente ela é utilizada por quase todas as fontes de energia, como pela biomassa, através fotossíntese necessária para as plantas, e pela hidráulica, que é dependente das chuvas, que necessitam do sol. Já diretamente, ela pode ser utilizada para secagem de alimentos, geração de energia elétrica e aquecimento de água, dentre outros.

A energia proveniente do sol consegue ser aproveitada passivamente, como para iluminação de ambientes e aquecimento destes através do calor natural, que podem ser alcançadas com a ajuda de técnicas aprimoradas e refinadas de arquitetura e da construção, e

também ativamente, como por exemplo utilizando painéis fotovoltaicos (ANEEL, 2005; PORTAL ENERGIA, 2018).

Na atualidade, com tantos meios de uso da energia proveniente do sol, os mais difundidos são o aproveitamento para aquecimento de água e a geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos. No Brasil, o primeiro é mais utilizado no Sul e no Sudeste em virtude do clima do local, e o segundo, no Norte e no Nordeste, principalmente em áreas mais isoladas e escassas de energia elétrica (MOGAWER; SOUZA, 2004).

Mesmo com o sistema de aproveitamento de energia solar sendo mais caro do que a energia vinda da concessionária, várias empresas e pessoas utilizam este sistema tanto por motivos ecológicos e sustentáveis, científicos e publicitários, quanto para melhoria da imagem, no caso das empresas, fazendo um marketing sustentável (MORAES; BARBOSA, 2015).

3.2.1. Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é a geração de energia através dos raios solares por meio de semicondutores que geram o efeito fotovoltaico, que são chamados de células solares ou células fotovoltaicas, geralmente constituídas de silício. Essas células solares compõem as placas (ou painéis) solares fotovoltaicos (Figura 4) (ANEEL, 2005).

Figura 4 – Pannel solar fotovoltaico



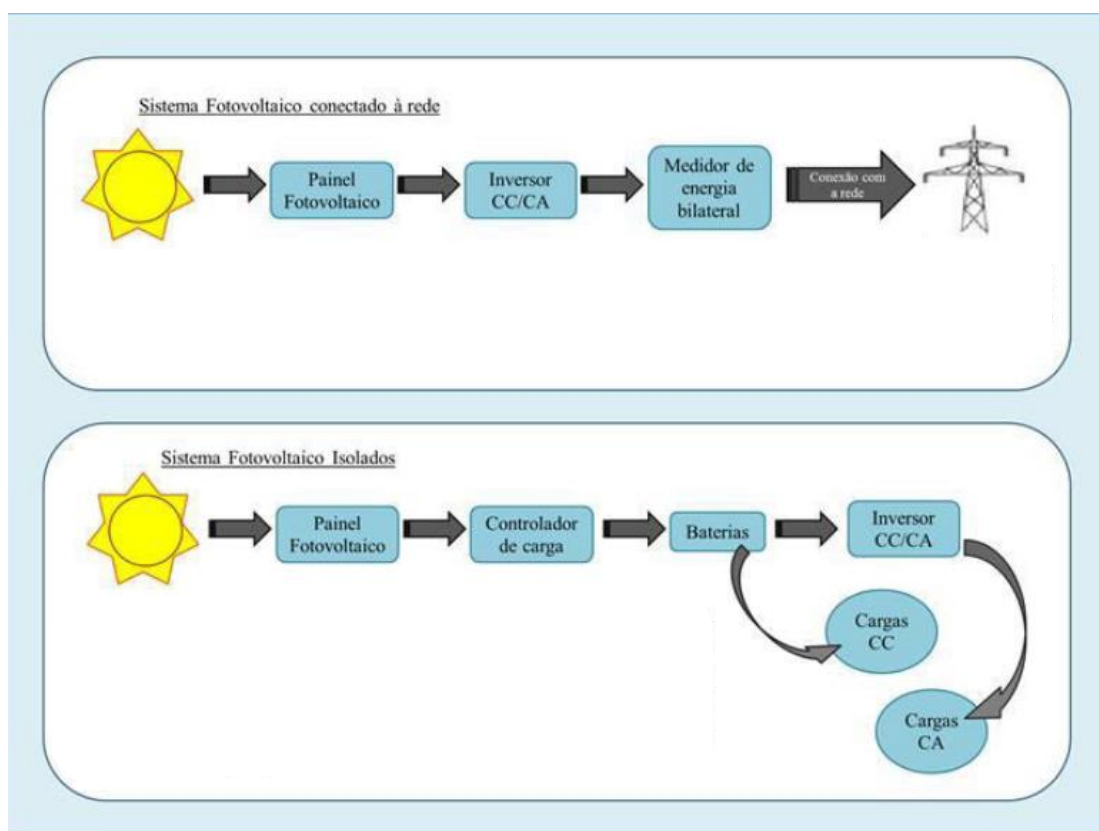
Fonte: SolarVolt, 2019.

Ela pode ser utilizada nos sistemas *on-grid* e *off-grid* (Figura 5). O sistema *on-grid* é, como o nome já diz, conectado à rede, ou seja, conectado à rede de transmissão. Este modelo possibilita que caso haja excesso de produção de energia, esta seja transmitida para a

concessionária, e esta energia é depois transformada em créditos energéticos, válidos por 3 anos, para o local. No *off-grid*, o sistema não é conectado à rede. Por conta disso, ele precisa de baterias para acumular a energia que é produzida. Isso faz com que seja um sistema mais caro, pois há necessidade de mais equipamentos (BOSO; GABRIEL; FILHO, 2015).

Quando se utiliza o sistema autônomo, com baterias, geralmente é necessário o uso de controladores de carga, que regulam a carga da bateria e melhoram a produção energética do painel. Os sistemas autônomos são geralmente utilizados em áreas não atendidas por rede de eletricidade ou em pontos isolados e com baixa movimentação de pessoas, como fazendas, ilhas, campings, entre outros (MORAES; BARBOSA, 2015).

Figura 5 – Sistemas on-grid e off-grid



Fonte: Adaptado de Machado; Miranda, 2015.

No sistema conectado à rede, a radiação solar chega na placa e ocorre a geração de energia elétrica. Essa energia passa para o inversor, que transforma a corrente de contínua (CC) para alternada (CA). A energia que é produzida pelo sistema e a que vem da rede são contabilizadas no medidor de energia. Depois disso, a concessionária recebe a energia gerada, reduzindo consumo da residência (MACHADO; MIRANDA, 2015).

Quando o sistema é autônomo, após a energia ser gerada pelo contato da luz do sol com o painel, esta é transmitida ao controlador de carga, que cuida da gestão da energia impedindo que a bateria carregue e descarregue excessivamente, fazendo com que ela dure mais. Essa energia é então armazenada nas baterias e usada diretamente em corrente contínua (CC) ou passa para o inversor para ter sua corrente transformada para alternada (CA) (MACHADO; MIRANDA, 2015).

Os benefícios ambientais trazidos pelo uso dos sistemas fotovoltaicos são inúmeros. Em relação aos aspectos econômicos, tem-se a vantagem de estar produzindo a sua própria energia, despreocupando-se assim com o aumento de energia, uma vez que as cotas aumentam anualmente. Considerando esse aumento anual que existe na energia, investir num sistema fotovoltaico tem um período de retorno de em média, 10 anos, e após isso, uma geração de energia gratuita por mais 10 a 20 anos (VILLAVA, 2014 *apud*. MORAES; BARBOSA, 2015).

3.2.1.1. Vantagens do sistema fotovoltaico

Tal qual o Portal Energia (2018), as vantagens de se utilizar energia fotovoltaica são:

- A energia produzida pode ser acondicionada em baterias;
- Reduz a dependência de combustíveis fósseis e conseqüentemente diminui a emissão de gás carbônico;
- É uma fonte de energia limpa, livre e renovável;
- Não é necessária muita manutenção, apenas uma limpeza de tempos em tempos;
- Os custos operacionais são baixos e tem eficiência maior que 40%.

3.2.1.2. Desvantagens do sistema fotovoltaico

As desvantagens deste tipo de aproveitamento da energia do sol, ainda segundo o Portal Solar (2018), estão listadas a seguir:

- Os custos de instalação são altos;
- Podem sofrer alterações no processo devido a mudanças no clima ou sombras devido a outros meios;
- As baterias ou os acessórios podem precisar de troca.

3.2.2. Energia solar para aquecimento de água

Esse tipo de sistema já vem sendo aplicado em residências, hotéis, motéis, hospitais etc. Os equipamentos deste modelo têm um custo bastante atrativo, principalmente para pessoas com menores condições financeiras e a tendência é melhorar ainda mais, por conta do aumento de produção, além de melhorias tecnológicas, concorrência e incentivo do governo. O crescimento desse produto se dá por fatores como as vantagens do uso da energia solar ecologicamente, a necessidade de uma redução de gasto de energia e também, no Brasil, pela isenção de impostos e financiamentos (MOGAWER; SOUZA, 2004).

A utilização da energia foto térmica para aquecimento de água é feita por meio de coletores ou concentradores solares. O primeiro é mais aplicado em usos domésticos e comerciais, já o segundo, em usos industriais, devido a necessidade de temperaturas mais elevadas. O isolamento térmico do local onde a água fica armazenada deve ser de boa qualidade, garantindo água aquecida mesmo em situações de dias sem ou com pouca insolação. Em alguns casos de longos períodos com esse problema, pode ser necessária a utilização de um aquecedor auxiliar que faça uso da energia tradicional (MOGAWER; SOUZA, 2004).

A empresa Soletrol (2019) explica que o sistema é basicamente composto pelo coletor solar e por um reservatório térmico. As placas absorvem a radiação do sol e transferem o calor para a água que está se movimentando dentro das tubulações, geralmente feitas de cobre, presentes no coletor.

O reservatório, também chamado de *boiler*, serve para armazenar a água que foi aquecida. Geralmente tem um formato de cilindro e é feito de cobre, inox ou polipropileno. Este reservatório tem que ser isolado termicamente a fim de não perder o calor e água permanecer quente (Figura 6) (SOLETROL, 2019).

O boiler pode ser de alta ou de baixa pressão (AP ou BP, respectivamente), e isso vai depender da altura, em metros, entre a caixa d'água e o local do reservatório. Para alturas menores que 5 metros, são utilizados os reservatórios de baixa pressão. Para alturas entre 5 e 40 metros ou quando há pressurizador de água, são usados os de alta pressão (BOSCH, 2019).

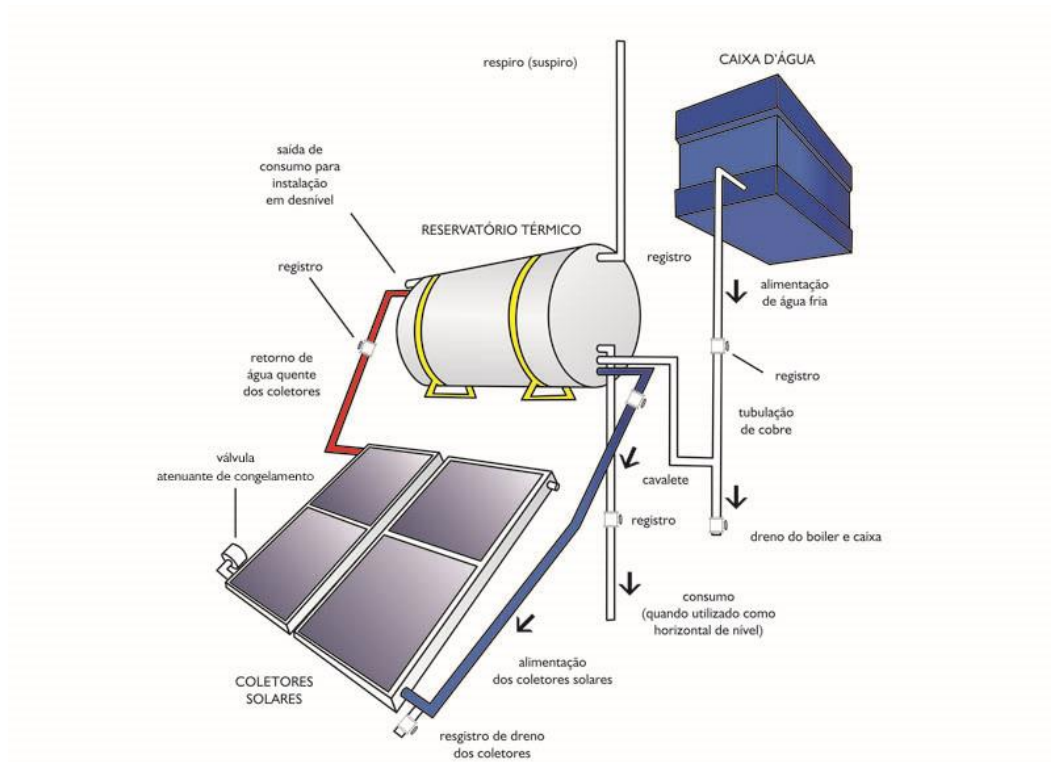
Figura 6 – Sistema de aquecimento solar de água – boiler



Fonte: Usina Azul, 2019.

Convencionalmente, a circulação da água entre as placas e o reservatório se dá por meio do termossifão ou circulação natural (Figura 7). Neste caso, a água do coletor fica quente, ou seja, menos densa do que a água fria do reservatório e essa água fria tende a impulsionar a água esquentada. Além disso, por causa dessa diferença de densidades, no boiler a água aquecida fica na parte superior e a que está em temperatura ambiente fica na parte inferior do reservatório, para alimentar o coletor solar. Mas esse movimento pode também ser feito com a utilização de bombas, ou seja, de circulação forçada, que são usados comumente em sistemas com volumes grandes (SOLETROL, 2019).

Figura 7 – Esquema de um sistema de coletores solares



Fonte: SOLETROL, 2019.

Em consequência das possíveis mudanças climáticas ou alterações no consumo como no caso de receber visitas na residência, é sempre indicado que se tenha um sistema auxiliar de aquecimento (o chuveiro conectado à rede elétrica) para garantir a existência da água quente. No Brasil, graças a intensidade e do nível de insolação, esse sistema auxiliar é acionado poucas vezes durante o ano (SOLETROL, 2019).

O aquecimento solar de água também é usado para aquecimento de piscinas. Esse tipo de aquecimento funciona com a utilização de bombas. A bomba é acionada por meio de um sensor térmico vinculado aos coletores solares, quando este chega numa temperatura pré-determinada. A água passa pela placa, aquece e retorna para a piscina, como pode ser visto na Figura 8 (MORAES; BARBOSA, 2015).

Figura 8 – Sistema de aquecimento de piscina através de coletores solares



Fonte: EcoPro, 2019.

3.2.2.1. Chuveiros elétricos

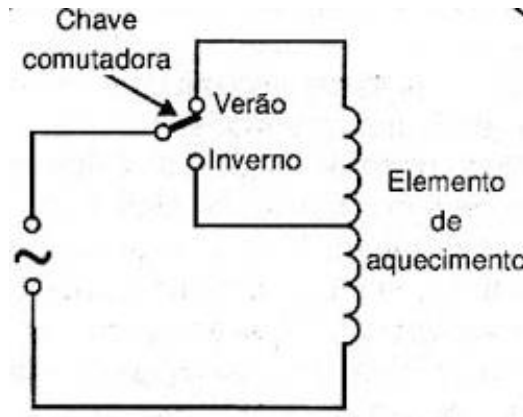
Os sistemas de aquecimento de água começaram a ser desenvolvidos no início do século XX pelos americanos e europeus, porém com sistemas a gás. No Brasil, por conta da escassez de redes de gás nas cidades, nesta mesma época, começaram a surgir protótipos de chuveiros elétricos, uma vez que não havia grande concentração de rede de gás, mas havia de energia elétrica. Muitos protótipos artesanais haviam sido criados até a década de 40, quando começou a fabricação em pequena escala industrial (ABINEE, 2019).

Conforme a ABINEE (2019), por conta do seu bom funcionamento, do custo acessível e da divulgação, o uso do chuveiro elétrico foi crescendo bastante, e ele passou a ser utilizado por grande parte da população. No final da década de 60, começaram a ser criados os chuveiros feitos de plástico (até então eram feitos de metal), o que fazia com o custo baixasse ainda mais e possibilitava fazer designs diferentes além de promover um maior e melhor isolamento elétrico.

O chuveiro elétrico é composto basicamente de um diafragma de borracha e de uma resistência. A chave seletora existente nele (modo “verão” ou “inverno”, usualmente) serve para aumentar ou diminuir a resistência, fazendo assim com que circule mais ou menos corrente. Quando a chave está na posição mais curta, ou seja, que a resistência fica menor, o chuveiro

aquece mais pois passa mais corrente (Figura 9). A água pressiona a membrana de borracha, que aciona os dispositivos elétricos e consequentemente a corrente elétrica. Essa corrente passa para a resistência, que também se aquece, aquecendo assim a água (INSTITUTO NCB, 2019).

Figura 9 - Resistência do chuveiro elétrico



Fonte: Instituto NCB, 2019

Hoje em dia os chuveiros elétricos são um dos maiores consumidores de energia das concessionárias em uma residência e, além disso, a utilização desses chuveiros causa uma sobrecarga no sistema pelo fato de serem muito usados em horas específicas do dia (entre as 18h-20h), por grande parte da população. Aproximadamente 20 bilhões de kWh são consumidos anualmente pelo aquecimento doméstico de água do chuveiro. Estima-se que chuveiro consome cerca de 12,8% da energia convencional brasileira e de 25% a 35% da energia de uma residência. Isto poderia ser suprido com o uso de energia solar, especificamente, o aproveitamento da radiação solar para o aquecimento de água (MOGAWER; SOUZA, 2004; AGEPAN, 2015).

3.2.2.2. Vantagens do aquecimento de água por coletores solares

O Portal Solar (2018) afirma que as vantagens da energia foto solar são várias, como pode se observar abaixo:

- Os equipamentos são bastante duráveis;
- Não é poluente;
- É renovável e inesgotável;
- Muito eficiente em ambientes domésticos;
- Exige pouca manutenção.

3.2.2.3. Desvantagens do aquecimento de água por coletores solares

O Portal Solar (2018) também cita as desvantagens do sistema de energia solar térmica:

- O gasto inicial para instalar os equipamentos pode ser alto;
- Depende bastante do clima;
- Ineficiente para indústrias;
- Tempo de retorno longo.

3.2.3. Sistema híbrido

Um dos problemas na instalação de sistemas solares é a necessidade de área suficientemente grande para a colocação dos painéis e placas. Para resolver esse problema, foi criado o sistema híbrido (Figura 10), também chamado de PV/T (*Photovoltaic Thermal Hybrid Solar Collector*), que consiste na junção do sistema térmico e do sistema fotovoltaico. Ele tem uma maior geração de energia por metro quadrado do que instalado separadamente e é proveitoso em locais onde a área do telhado é pequena, além de ser melhor esteticamente (ANCINES, 2016).

Figura 10 – Sistema híbrido PV/T



Fonte: YouGen, 2017.

Este coletor híbrido térmico tem como vantagem ter um aumento na eficiência elétrica com uma redução na temperatura, e isso preserva as células fotovoltaicas. Porém, tem suas desvantagens como custo alto, padronização e treinamento de instalação. Por ser um sistema

novo, ainda é necessário que sejam feitas mais pesquisas, além de criação de normas para a utilização (ANCINES, 2016).

Conforme Ancines (2016) o funcionamento desse sistema é basicamente a conversão da radiação proveniente do sol em eletricidade e calor simultaneamente. É um sistema térmico unido ao módulo fotovoltaico.

Ancines (2016) porém, ressalta que os estudos comparativos entre o aquecimento de água feito por um coletor híbrido e por um coletor térmico de placa plana mostram que o PV/T tem um baixo desempenho, 3 vezes menos eficiente que o coletor tradicional, que acontece pelo fato do de placa plana ter menos perda de temperatura graças a cobertura de vidro presente nele. Já estudos comparativos entre a eficiência elétrica do coletor PV/T e do fotovoltaico apontam que a água que passa pelo sistema causa um resfriamento, diminuindo assim a eficiência do sistema híbrido.

Ancines (2016) afirma no final do estudo que é verificado que em um ano, o rendimento do híbrido acaba sendo 5,5% maior que o fotovoltaico, mas que o sistema térmico comparado ao híbrido, gera 38% a mais de energia térmica, mesmo se tiver uma área menor. Ou seja, para a utilização desse sistema ainda são necessárias melhorias, uma vez que essa grande diferença na eficiência para aquecimento de água faz que com que o sistema não seja útil para ser instalado em residências.

3.3. Energia solar no Brasil

Em razão da radiação solar que incide sobre o Brasil, o seu potencial para aproveitamento da energia do sol é muito grande. A média anual de irradiação do sol é uniforme no país, com valores médios considerados relativamente altos em toda sua extensão, e são maiores que a de países como Alemanha, França e Espanha, que tem o uso dessa fonte renovável extensamente difundida (NASCIMENTO, 2017; PEREIRA 2006, *apud* NASCIMENTO, 2017).

O Brasil encarregou-se do compromisso de reduzir a emissão dos gases do efeito estufa em 37% até 2025 e 43% até 2030, comparando com os níveis do ano 2005. Para isso, será preciso aumentar consideravelmente o uso das fontes de energia limpas em pelo menos 23%, e principalmente elevar o uso das energias solar, eólica e da biomassa (NASCIMENTO, 2017).

Consoante a ABRVA (2001, *apud* ANEEL 2005) no Brasil, os aquecedores solares vêm sendo usados e estudados desde 1960, até que começou a ser comercializada em 1973. Até os anos 2000 aproximadamente 500 mil sistemas térmicos já tinham sido instalados no país. Existe a isenção de impostos e também financiamentos feitos pela Caixa Econômica Federal

para quem tiver interesse em instalar esse sistema. Em habitações populares, como por exemplo os projetos Ilha do Mel e Projeto Cingapura, também há a aplicação desses coletores.

Já se tinha, no ano de 2001, 140 fabricantes, com um crescimento anual de em média, 35%. Em 2002, mais de 300 mil metros quadrados de coletores solares foram produzidos (ANEEL, 2005).

Em relação à energia solar fotovoltaica, mesmo ainda principiante, existem incentivos do governo para esse tipo de uso. Os principais são: descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD); venda direta a consumidores especiais; sistema de compensação de energia elétrica para micro e mini geração distribuídas; condições diferenciadas de financiamento; dentre outros (NASCIMENTO, 2017).

Os incentivos para a utilização de energia solar do país existem para tentar aumentar o uso das energias limpas. Um dos maiores do uso desta energia foi determinado pela ANEEL em 2012, a Resolução Normativa Nº 482. Esta resolução autoriza qualquer residência a ter painéis solares como forma de geração de energia, reduzindo o consumo de energia da concessionária e podendo devolver energia para a rede, que é chamado de “crédito de energia”. Com essa RN, a empresas de energia elétrica do país são obrigadas a permitir que o consumidor se relacione ativamente com a rede pública (Portal da Energia, 2019; Luz Solar, 2017).

Em 2015, a ANEEL divulgou uma nova resolução normativa, a RN687, que trazia mais possibilidades de uso da energia gerada. Além disso, antes dessa resolução, a pessoa só poderia usar o crédito energético em até 3 anos, e após ela este tempo aumentou para 5 anos. Ademais, esses créditos de energia não estão sujeitos a pagar o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) em cima deles, exceto em 3 estados do país que ainda cobram. Na compra dos equipamentos necessários para instalação do sistema de energia solar, não incidem nem o ICMS e nem o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). E a Lei nº13.169/2015 isenta de PIS/COFINS a energia devolvida para a rede nos casos de micro e mini gerações (Luz Solar, 2017).

Embora existam vários incentivos governamentais para elevar a geração solar fotovoltaica, muito ainda precisa ser feito para que esse tipo de energia se torne a principal fonte nacional (NASCIMENTO, 2017).

Uma das dificuldades no país é a falta de regulamentação, que faz com que diminua o surgimento de indústrias. E o custo ainda é bastante alto e isso se deve à falta de tecnologia nacional para fabricar os painéis solares. Apesar disso, o uso dos sistemas conectados à rede no país tem aumentado (MORAES; BARBOSA; 2015).

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

A cidade de Aracaju está localizada à uma latitude $10,9106^\circ$, ou seja, $10^\circ 54' 38''$ S, longitude $37,0717^\circ$, ou seja, $37^\circ 07' 18''$ e altitude de 11m. A radiação solar anual, no plano horizontal é de $1941,66 \text{ KWh/m}^2$.

Dando continuidade a Dantas (2016), a área de estudo analisada é uma residência de alto padrão na Rua François Harold, no Bairro Atalaia, em Aracaju, com 1440 m^2 de área e 350 m^2 de área construída. Foram feitos dois tipos de orçamento para utilização de sistema de energia solar para esta casa. O primeiro aplicando um sistema de energia fotovoltaica para a casa inteira, com placas fotovoltaicas instaladas no telhado e esse sistema seria conectado à rede pública, ou seja, *on-grid*. O segundo, aplicando um sistema de energia fotovoltaica para parte da casa (também *on-grid*), exceto para aquecimento de água dos chuveiros, onde seria instalado um sistema solar de aquecimento de água através de coletores solares.

4.2. Consumo elétrico

O consumo de energia elétrica estimado para a residência foi o mesmo utilizado por Dantas (2016) que foi calculado através de uma média mensal feita com base nos valores das faturas de 12 meses (de setembro de 2015 a agosto de 2016).

4.3. Cálculo de taxa mínima

A taxa mínima da conta pode ser calculada utilizando o valor do kW e a porcentagem de impostos que são dados na fatura da Energisa. Para o cálculo, foi considerado que a casa é trifásica e a taxa mínima foi calculada com base mínima de cálculo de 100kW para os impostos (Dantas, 2016).

4.4. Orçamentos

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa das empresas de energia solar atuantes no estado de Sergipe. Todas elas eram especialistas em energia solar fotovoltaica e não faziam a instalação do sistema de aquecimento de água por meio de coletores solares. Por conta disso, foram solicitados a uma dessas empresas (“T”) dois orçamentos de energia fotovoltaica. O primeiro deles, para geração de energia para a casa inteira, e o segundo para a geração de energia fotovoltaica descontado o consumo de energia por parte do chuveiro.

Posteriormente, para a parte do aquecimento solar de água por meio de coletores solares foram feitos dois orçamentos com duas empresas diferentes (“H” e “SS”). Para o orçamento desse sistema, era necessária a quantidade de consumidores da residência. De acordo com Dantas, 2016, a casa acomodava 6 moradores, então o orçamento foi pedido para este número de pessoas.

As empresas de aquecimento solar de água encontradas forneciam apenas o sistema, ou seja, os equipamentos, e a instalação seria por fora. Por conta disso, foi feito um orçamento complementar apenas para a instalação do sistema.

Após isso, foi analisado o preço do sistema conjunto, somando o custo do sistema fotovoltaico da empresa “T” descontado o consumo elétrico com o chuveiro e o custo do sistema de aquecimento solar de água.

Com isso, pôde-se fazer a comparação entre a residência com um sistema completamente fotovoltaico e com um sistema conjugado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Consumo elétrico

Tabela 1 - Cálculo da média de consumo mensal da residência

Mês	Consumo (kWh/mês)	Valor (R\$)
Set/15	1266	985,87
Out/15	1390	1.028,86
Nov/15	1303	915,82
Dez/15	1267	949,98
Jan/16	1363	1.004,74
Fev/16	1263	939,21
Mar/16	1574	1.142,58
Abr/16	1317	892,41
Mai/16	1208	847,29
Jun/16	1168	841,73
Jul/16	1140	826,92
Ago/16	1290	950,90
MÉDIA	<u>1295,75</u>	<u>943,86</u>

Fonte: Adaptado de Dantas, 2016

Conforme a Tabela 1, o valor médio de consumo mensal calculado foi de 1295,75 kWh, ou seja, foi considerado um valor arredondado de 1300 kWh. Considerando um consumo de 30% para o chuveiro elétrico, para o sistema misto, foi considerado um consumo de 910 kWh para o sistema fotovoltaico e de 390 kWh para o sistema de coletores solares. O valor de 30% foi adotado pois de acordo a AGEPAN (2015), o consumo elétrico do chuveiro varia entre 25% e 35%, então foi considerado o valor médio.

A empresa T fez um orçamento para o consumo mensal de 1300 kWh, com uma geração média de energia 1315 kWh (Anexo A), e para o consumo mensal médio de 910 kWh, um orçamento com o sistema gerando 964 kWh (Anexo B).

Todos os orçamentos foram feitos desconsiderando a necessidade de ajustes na estrutura para suportar os equipamentos, de adaptação na rede elétrica da residência ou nas tubulações.

5.2. Cálculo da taxa mínima

No site da Energisa-SE foi encontrado o valor do preço por kWh (Figura 11). Com isso e a taxa mínima, pôde-se calcular a taxa mínima a ser paga para concessionária (Figura 11).

Figura 11 - Tarifas por kWh da Energisa-SE.

MODALIDADE TARIFÁRIA CONVENCIONAL - BAIXA TENSÃO		TUSD + TE
TARIFA	CLASSES	CONSUMO (RS/KWH)
B1	RESIDENCIAL SEM BENEFÍCIO	0,51430
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO ATÉ 30 KWH	0,17332
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO DE 31 A 100 KWH	0,29714
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO DE 101 A 220 KWH	0,44571
	RESIDENCIAL BR - CONSUMO ACIMA DE 220 KWH	0,49524

Fonte: Energisa, 2019.

Tabela 2 - Cálculo da taxa mínima.

CÁLCULO DA TAXA MÍNIMA		VALOR 100 KWH (R\$)
VALOR DO KW	0,4952	49,52
IMPOSTOS	34,82% + 5,58%	20,01
	40,4%	
TOTAL		69,53

Fonte: Autora.

5.3. Custos do sistema fotovoltaico de 1300 kWh

Pelo primeiro orçamento dado pela empresa T, para um consumo médio mensal de 1300 kWh (com geração de 1315 kWh/mês), o custo do sistema seria R\$43.659,00. Este sistema seria composto por 30 painéis solares com potência de 335W cada e um inversor, necessitando 60m² de área para sua instalação. O retorno deste investimento se daria em 2 anos e 10 meses (Anexos B e C).

5.4. Custos do sistema fotovoltaico de 910 kWh em conjunto com o sistema de coletores solares para aquecimento de água

Como dito anteriormente, para fazer este sistema conjugado foi necessário fazer 2 orçamentos isolados, sendo um para a parte da casa que seria fotovoltaica (correspondente a 70% do consumo previsto, uma vez que o chuveiro consumiria 30%) e outro para a parte da casa que utilizaria o aquecimento solar de água, ou seja, o chuveiro elétrico. A parte do sistema fotovoltaico foi também feita pela empresa T. Para um consumo médio mensal de 910 kWh, a proposta foi feita para uma geração média de 964 kWh/mês (Anexo B) e este sistema custaria R\$ 24.000 reais (Anexo D). Ele seria composto por 22 placas solares de potência 335 W cada e também um inversor.

O dimensionamento do sistema de coletores solares é feito, diferente do sistema fotovoltaico, de acordo com o número de pessoas que utilizarão o sistema, e neste foi considerado que o número de consumidores dentro da casa era 6. Com este número, pediu-se um orçamento para a empresa SS. Na proposta dada por esta empresa seriam utilizadas 3 placas solares e 1 *boiler* de 600L de baixa pressão. O custo total desse sistema foi de R\$4.267,23 já considerando o frete e a embalagem. (Anexos E e F).

Fez-se também um orçamento online com uma outra empresa, a HS, apenas dos equipamentos do sistema e do frete. Utilizando os mesmos parâmetros da empresa SS a fazendo a compra de um reservatório de 600L de baixa pressão e 3 placas solares, o custo total foi de R\$ 5.109,79.

Ambos os orçamentos não contavam com a mão de obra para a instalação do sistema. Por isso, foi feito um orçamento à parte com outra empresa, uma vez que seria necessário alguém capacitado para implantar o sistema, apenas para a instalação. O custo desse orçamento foi de R\$ 1.100,00 (Anexo G).

Como o custo de implantação seria o mesmo independente da empresa que fornecesse os equipamentos, optou-se por utilizar o material da empresa SS uma vez que ele era R\$ 842,56 mais barato.

Com isso, o valor total final do sistema conjugado foi a soma do sistema fotovoltaico para parte da residência oferecido pela empresa T, do sistema de coletores solares fornecido pela empresa SS e da instalação. Ou seja, $24.000,00 + 4.267,23 + 1.100,00 = 29.367,23$ reais.

5.5. Comparação entre os sistemas

O custo total do sistema completamente fotovoltaico foi de R\$ 43.659,00 enquanto o custo total do sistema misto foi de R\$ 29.367,23, havendo assim uma redução de R\$ 14.291,77, isto é, de aproximadamente 33% do valor.

Além disso, a quantidade total de placas utilizadas diminuiria de 30, o necessário para o sistema fotovoltaico completo, para 25 (22 placas fotovoltaicas e as placas coletoras do sistema de aquecimento de água).

Utilizar energia elétrica proveniente de sistemas fotovoltaicos para abastecer um aparelho que tem por função aquecer água acabou sendo, como esperado, algo contra produtivo, principalmente porque os sistemas fotovoltaicos atuais apresentam baixas eficiências (em torno de 20%). Levando-se em consideração ainda que os chuveiros elétricos são responsáveis por consumos elevados de energia elétrica em uma residência, o cenário acaba se agravando.

Pode-se observar então que para uma residência unifamiliar é mais vantajoso utilizar um sistema fotovoltaico conjugado com um de placas coletoras do que um sistema inteiramente fotovoltaico.

6. CONCLUSÃO

Os estudos e a utilização de fontes limpas de energia têm crescido bastante no mundo por conta da preocupação com a poluição causada pelos combustíveis fósseis e pelos impactos que isto vem causando ao meio ambiente, como o efeito estufa. Dentre as várias fontes de energia renovável existentes hoje em dia, uma das mais importantes é a radiação solar. A energia do sol é limpa, abundante e não precisa de grandes construções para poder ser usada.

O Brasil tem uma localização muito favorável em relação à incidência solar e por isso seu aproveitamento tem crescido ao longo dos anos. No entanto, ela ainda não tem a participação que poderia ter por conta do custo do sistema, afinal a energia solar ainda é um sistema caro.

Entretanto este estudo mostra que o preço de um sistema de energia solar para uma casa pode reduzir significativamente se for utilizado um sistema conjugado de placas fotovoltaicas com um de placas coletoras para aquecimento de água. Como o chuveiro é um dos maiores consumidores da energia de uma residência (em média consome 30% da energia da casa), é mais vantajoso fazer um sistema separado para aquecer a água do banho, uma vez que o sistema de coletores solares tem um custo menor do que o sistema fotovoltaico.

Observou-se que para uma casa com 6 pessoas e um consumo médio mensal de 1300 kWh, haveria uma redução de R\$ 14.291,77 (ou seja, 33%) se fosse feito um sistema misto em vez de um sistema apenas fotovoltaico. Essa diferença aconteceu mesmo com o sistema de aquecimento de água tendo sido feito por empresas fora do estado, ou seja, ainda considerando o frete.

Dessa forma, constata-se que o aproveitamento da energia solar para uma residência unifamiliar pode ter seu custo significativamente reduzido se for utilizado um sistema conjugado.

REFERÊNCIAS

- ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. *História do chuveiro elétrico – uma invenção brasileira*. 2019. Disponível em: < <http://abinee.hospedagemdesites.ws/post/id/26/historia-do-chuveiro-eletrico> >. Acesso em 27 de janeiro de 2019.
- AGEPAN – Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos. *Chuveiro elétrico é o maior consumidor de energia em uma residência*. Maio, 2015. Disponível em: < <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/tire-suas-duvidas-sobre-durabilidade-de-modulos-fotovoltaicos/> >. Acesso em 19 de dezembro de 2018.
- ANCINES, C. *Comparação entre o desempenho de um coletor híbrido térmico fotovoltaico com o de um coletor plano e um módulo fotovoltaico convencional*. Jun, 2016.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas da Energia Elétrica do Brasil*. 1. Ed. Brasília, 2002.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas da Energia Elétrica do Brasil*. 2. Ed. Brasília, 2005.
- BERMANN, C. *Crise Ambiental e as Energias Renováveis*. Energia, Ambiente e Sociedade. 2008.
- BOSCH. *Reservatórios Térmicos – alta e baixa pressão*. 2019. Disponível em: < <https://www.bosch-thermotechnology.com/br/pt/ocs/residencial/alta-e-baixa-pressao-732199-p/> >. Acesso em 28 de janeiro de 2019.
- BOSO, A.C.; GABRIEL, C.; FILHO, L.R. *Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil*. Revista Científica ANAP Brasil. v.8, n.12, nov. 2015. Disponível em: < http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1138 >. Acesso em 19 de dezembro de 2018.
- DANTAS, B. *Viabilidade de implantação de sistema de geração própria de energia fotovoltaica em residência unifamiliar*. São Cristóvão, 2016.
- ECOPRO SUSTENTÁVEL. *Aquecedor solar para piscinas*. 2019 Disponível em: < <https://ecoprosustentavel.com.br/a-ecopro/aquecedor-solar-para-piscinas/> >. Acesso em 19 de dezembro de 2018.
- ENERGIAS RENOVÁVEIS. *Energias renováveis*. 2019. Disponível em: < <https://www.xn--energiasrenovveis-jpb.com/> >. Acesso em 19 de dezembro de 2018.

ENERGISA. *Tarifas e taxas*. 2019. Disponível em: < <https://www.energisa.com.br/ajuda/Paginas/pergunta-e-reposta.aspx?pid=86> >. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

FOGAÇA, J. *Combustíveis fósseis*. S.d. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/combustiveis-fosseis.htm> >. Acesso em 30 de janeiro de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Introdução às linhas imaginárias e coordenadas geográficas*. 2019. Disponível em: < <https://cnae.ibge.gov.br/en/estrutura/natjur-estrutura/15-vamos-contar/vamoscontar-atividades/ensino-fundamental-6-ao-9/7764-linhas-imaginarias.html> >. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

INSTITUTO NCB. *Como funciona o chuveiro elétrico*. 2019. Disponível em: < <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/2936-el033> >. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

LUZ SOLAR. *Leis sobre energia solar conectada à rede*. 2017. Disponível em: < <http://luzsolar.com.br/leis-sobre-energia-solar/> >. Acesso em 28 de janeiro de 2019.

MACHADO, C; MIRANDA, F. *Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão*. 2015. Disponível em: < <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508> >. Acesso em 19 de dezembro de 2018.

MOGAWER, T.; SOUZA, T. M. *Sistema solar de aquecimento de água para residências populares*. 5º Encontro de energia no meio rural. Campinas. 2004. Disponível em: < http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000200050&lng=en&nrm=abn > Acesso em 19 de dezembro de 2018.

MORAES, B.; BARBOSA, C. *Projeto de aquecimento solar térmico – fotovoltaico off grid de piscinas*. Brasília, 2015.

NASCIMENTO, R. *Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas*. Consultoria Legislativa, mar. 2017.

PACHECO, F. *Energias Renováveis: breves conceitos*. Conjuntura e Planejamento, Salvador, n.149, p. 4-11, out. 2006.

PENSAMENTO VERDE. *Fatores prejudiciais da utilização dos combustíveis fósseis*. 2013. Disponível em: < <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/fatores-prejudiciais-utilizacao-combustiveis-fosseis/> >. Acesso em 30 de janeiro de 2019.

PORTAL DA ENERGIA. *Combustíveis fósseis: guia básico*. 2019. Disponível em: < <http://portaldaenergia.com/combustiveis-fosseis-guia-basico/> >. Acesso em 30 de janeiro de 2019.

PORTAL ENERGIA. *Energia solar tudo o que deve saber*. 2016. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/energia-solar/>>. Acesso em 19 de dezembro de 2019.

PORTAL ENERGIA. *Vantagens e desvantagens das energias renováveis*. 2016. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-das-energias-renovaveis/> >. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

ROSA, C.; FILHO, G. *SOLAR: Série Energias Renováveis*. 1. Ed. Itajubá, 2007.

SIMAS, A.N. et al. *A importância do estágio supervisionado na formação inicial de professores de química*. 2016. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2016/trabalhos/90/8999-22735.html>>. Acesso em 03 de novembro de 2018.

SOLARVOLT. *Tire suas dúvidas sobre durabilidade de módulos fotovoltaicos*. 2019. Disponível em: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/tire-suas-duvidas-sobre-durabilidade-de-modulos-fotovoltaicos/>>. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

SOLETROL. *Como funciona o aquecedor solar de água Soletrol*. 2019. Disponível em: <<http://www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol/>>. Acesso em 20 de dezembro de 2018.

USINAZUL. *Sistema de Aquecimento Solar de Água*. 2019. Disponível em: <<http://www.usinazul.com.br/aquecimento-solar/aquecimento-solar/aquecimento-solar-de-agua/sistema-de-aquecimento-solar-agua-preco-juina.>>. Acesso em 19 de dezembro de 2018.

YOUGEN. *Solar PV-T systems – what are the pros and cons?*. 2017. Disponível em: < <http://www.yougen.co.uk/blog-entry/2833/What+are+the+advantages+of+Hybrid+Solar+Panels%273F/> >. Acesso em 20 de dezembro de 2018.

ANEXOS

ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA 100% FOTOVOLTAICO DA EMPRESA “T”

3 - DETALHAMENTO DO SISTEMA:

 POTÊNCIA DA USINA: (Kwp*) 10,05	 GERAÇÃO MENSAL: (Kwh/mês) 1.315
 QUANTIDADE DE PAINEIS: 30 Canadian de Watts: 335	 QUANTIDADE DE INVERSORES: 1,00 MARCA: FRONIUS

ANEXO B – ORÇAMENTO DA EMPRESA “T” PARA O SISTEMA 100% FOTOVOLTAICO

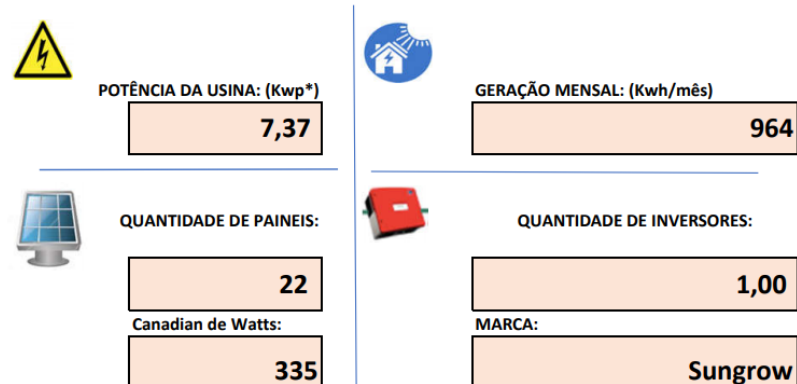
Investimento: **R\$ 43.659,00** (Quarenta e três mil, seissentos e cinquenta e nove reais)

Forma de Pagamento: Financiamento Bancário ou a Combinar.

K	RETORNO DO INVESTIMENTO EM MESES	34
	VALOR DO SISTEMA	R\$ 43.659,00
	VALOR DA CONTA SEM O SISTEMA EM 05 ANOS	R\$ 78.227,31

ANEXO C – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA 70% FOTOVOLTAICO DA EMPRESA “T”

3 - DETALHAMENTO DO SISTEMA:



ANEXO D – ORÇAMENTO DA EMPRESA “T” PARA O SISTEMA 70% FOTOVOLTAICO

Investimento: **R\$ 24.000,00** (Vinte e quatro mil reais)
 Forma de Pagamento: Financiamento Bancário ou a Combinar.

CK	RETORNO DO INVESTIMENTO EM MESES	25
	VALOR DO SISTEMA	R\$ 24.000,00
	VALOR DA CONTA SEM O SISTEMA EM 05 ANOS	R\$ 57.366,69

ANEXO E – ORÇAMENTO DA EMPRESA “SS” PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA (PARTE 1)

Para
RENATA // ARACAJU

Aracaju, SE
 Celular: (79) 9126-9933

REFERENCIA: PARA AQUECIMENTO SOLAR
 A SOLAR & SOL, empresa do grupo PLUS NEGÓCIOS INTERNET EIRELLE - ME, inscrita no CNPJ 22.499.697/0001-20, situada na RUA S-1, 674, QD159 LT 17, SETOR BELA VISTA, 74230-220 - Goiânia, GO. Telefone: (62) 62 3181 0298 / 3283-7896 - Celulares 96322 4956 / 99812 9860 próprio sistema de aquecimento.

Vendedor(a): João Ricardo

Itens de produto ou serviço

Item	Cód (SKU) / NCM	Qtd	Un	Preço un	Total
Boiler 600 litros / BAIXA PRESSÃO / INOX 304 / Center Sol	30 8419.19.10	1	Un	1.874,88	1.874,88
CERTIFICADO INMETRO SELO PROCEL Recipiente Interno: Aço 304 AISI Pressão de Trabalho: 5 mca Termostato: 60°C Automático Apoio Elétrico: 3kw Pés em PU com filtro anti UV Isolamento Térmico em PU Rígido sem CFC Garantia de 5 anos (baixa pressão) Certificado de Garantia COMPRIMENTO: 2,15M DIAMETRO: 0,70 PESO: 33KG					
Coletor Solar Rinnai 2x1 Cobre - Vidro Temperado c/ Inmetro	1569 8419.19.10	3	Un.	699,20	2.097,60

DESCRIÇÃO

Aquecimento de água por energia...


ANEXO F – ORÇAMENTO DA EMPRESA “SS” PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA (PARTE 2)

Data	Total dos itens	Desconto	Frete	Total da proposta
04/02/2019	4.120,48	11%	600,00	4.267,23

ANEXO G – ORÇAMENTO DA EMPRESA “HS” PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PELA EMPRESA HS

Produto	Qtd	Valor unitário	Valor total
 Aquecedor Solar Soletrol 600 Litros Digital com Coletores Solares de 2.0m² - Baixa Pressão 3 Coletores Solares de 2.0m²	1	R\$4.341,00	R\$4.341,00

Consulte o prazo de entrega e o frete para seu CEP

SubTotal: R\$4.341,00
 Frete: R\$768,79
Total: R\$5.109,79

**ANEXO H – ORÇAMENTO DA EMPRESA “D” PARA INSTALAÇÃO DO
SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA**

Cliente: Renata Nunes				
ORÇAMENTO				
Item	Descrição do serviço	Qtd	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
1	Instalação de sistema de aquecimento solar (reservatório de 600 L e 3 placas coletoras)	1	1.100,00	1.100,00
TOTAL			R\$	1.100,00
OBS:	Este orçamento inclui			
	- Instalação do boiler			
	- Instalação das placas			
	- Bomba de recirculação			
	- Instalação dos tubos do boiler até as placas			
	- Instalação do tubo de água fria da caixa ao boiler			
	- Instalação dos sensores			
	- Instalação do controlador			