

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
ALEXANDRE AUGUSTO MUNHAK DA ROSA

**COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO
ELÉTRICO E SOLAR**

CASCADEL – PR
2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
ALEXANDRE AUGUSTO MUNHAK DA ROSA

**COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO
ELÉTRICO E SOLAR**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professor Orientador: Engenheiro Especialista
Geovane Duarte Pinheiro**

CASCADEL – PR
2016

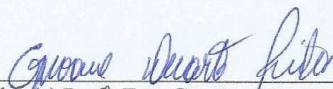
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

ALEXANDRE AUGUSTO MUNHAK DA ROSA

**COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO
ELÉTRICO E SOLAR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor (a) **ENGENHEIRO ESPECIALISTA GEOVANE DUARTE PINHEIRO**.

BANCA EXAMINADORA



Orientador (a) Prof.^º Esp. **Geovane Duarte Pinheiro**
Centro Universitário FAG
Engenheiro de Controle e Automação



Professor (a) Mestre **Janaina Bedin**
Centro Universitário FAG
Arquiteta e Urbanista



Professor (a) Esp. **Andrea R. Souza**
Centro Universitário FAG
Engenheira Civil

Cascavel, 25 de Outubro de 2016.

RESUMO

A demanda de fontes de energia e aquecimento não poluentes cresceu muito nos últimos tempos, devido à grande exigência das residências em obter sistemas sustentáveis pensado na economia de energia e na preservação do meio ambiente. Este trabalho teve como objetivo comparar os sistemas de aquecimento solar e elétrico para água, obtendo dados que demonstrassem as diferenças de consumo de água e energia de ambos, com o intuito de que os futuros usuários de qualquer um destes sistemas, pudessem escolher o que mais lhe agradasse. Foram comparados os consumos de água e energia em cada mês no período de junho de 2015 a junho de 2016, e feita uma análise de consumo de cada usuário nesse intervalo de tempo. Os resultados obtidos nessa pesquisa mostraram não haver grande diferença no consumo final, de água e energia, em cada mês de uso. Apesar do sistema convencional elétrico consumir mais energia, pois demanda de eletricidade para aquecer a água, e ser utilizado em grande parte por pessoas de classe baixa ou média baixa, gasta praticamente a mesma quantidade de energia que uma residência com um sistema de aquecimento solar, que normalmente é utilizado por pessoas de classe média ou até média alta, pelo fato dessas famílias possuírem aparelhos que demandem uma quantidade maior de energia. Em contrapartida, a água tem um consumo maior para o sistema solar do que o sistema elétrico, pelo fato de não necessitar de energia elétrica para aquecer a água e assim deixando as pessoas mais tranquilas no momento da utilização.

Palavra-chave: energia elétrica, energia solar, sustentabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Incidência de Solar no Brasil.	15
Figura 2 – Média de Produção de Energia Elétrica.	16
Figura 3 – Componentes de um Coletor Solar.	19
Figura 4 – Componentes do Reservatório.	20
Figura 5 – Posicionamento e funcionamento do Sistema de Aquecimento Solar.	23
Figura 6 – Dimensionamento de Sistema de Aquecimento Solar 1.	25
Figura 7 – Dimensionamento de Sistema de Aquecimento Solar 2.	26
Figura 8 - Dimensionamento de Sistema de Aquecimento Solar 3.	27
Figura 9 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico A.	32
Figura 10 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico B.	33
Figura 11 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico C.	34
Figura 12 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico D.	34
Figura 13 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico E.	35
Figura 14 - Consumo anual de energia (Aquecimento Elétrico).	36
Figura 15 – Consumo anual de energia do Usuário Solar A.	37
Figura 16 – Consumo anual de energia do Usuário Solar B.	37
Figura 17 – Consumo anual de energia do Usuário Solar C.	38
Figura 18 – Consumo anual de energia do Usuário Solar D.	38
Figura 19 – Consumo anual de energia do Usuário Solar E.	39
Figura 20 - Consumo anual de energia (Aquecimento Solar).	40
Figura 21 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico A.	40
Figura 22 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico B.	41
Figura 23 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico C.	41
Figura 24 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico D.	42
Figura 25 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico E.	42
Figura 26 - Consumo anual de água (Aquecimento Elétrico).	43
Figura 27 - Consumo anual de água do Usuário Solar A.	44
Figura 28 - Consumo anual de água do Usuário Solar B.	44
Figura 29 - Consumo anual de água do Usuário Solar C.	45
Figura 30 - Consumo anual de água do Usuário Solar D.	45
Figura 31 - Consumo anual de água do Usuário Solar E.	46
Figura 32 - Consumo anual de água (Aquecimento Solar).	47

Figura 33 - Média de consumo de energia elétrica (Aquecimento Elétrico).....	48
Figura 34 - Média de consumo de água (Aquecimento Elétrico).....	49
Figura 35 – Média de consumo de energia elétrica (Aquecimento Solar).	50
Figura 36 – Média de consumo de água (Aquecimento Solar).	51

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	9
1.1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	10
1.2.1 Objetivo geral.....	10
1.2.2 Objetivos específicos	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	11
CAPÍTULO 2.....	12
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1.1 Histórico.....	12
2.1.1.1 Histórico geral	12
2.1.1.2 Aquecimento solar.....	12
2.1.1.3 Aquecimento elétrico	13
2.1.2 Energia	14
2.1.2.1 Conceito de Energia	14
2.1.2.2 Energia solar.....	14
2.1.2.3 Energia elétrica.....	16
2.1.3. Vantagens e desvantagens.....	16
2.1.3.1. Aquecimento solar.....	17
2.1.3.2. Aquecimento elétrico	17
2.1.4. Materiais necessários	17
2.1.4.1. Aquecimento solar.....	18
2.1.4.1.1. Coletor Solar	18
2.1.4.1.2. Reservatório térmico	19
2.1.4.1.3. Sistema de aquecimento auxiliar.....	20
2.1.4.2. Aquecimento elétrico	21
2.1.5. Funcionamento.....	22
2.1.5.1. Aquecimento solar.....	22
2.1.5.2. Aquecimento elétrico	23
2.1.6. Dimensionamento	24
2.1.6.1. Aquecimento solar.....	24

2.1.6.2. Aquecimento elétrico	28
CAPÍTULO 3.....	28
3.1 METODOLOGIA	29
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa.....	29
3.1.2 Caracterização da amostra.....	29
3.1.4 Análise dos dados.....	31
CAPÍTULO 4.....	32
4.1. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1.1. CONSUMO DE ENERGIA	32
4.1.1.2. Aquecimento Elétrico.....	32
4.1.1.3. Aquecimento Solar	36
4.1.2. CONSUMO DE ÁGUA	40
4.1.2.1. Aquecimento Elétrico.....	40
4.1.2.2. Aquecimento Solar	43
4.1.3. MEDIA DE CONSUMOS	47
CAPÍTULO 5.....	53
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
CAPÍTULO 6.....	54
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICE	56

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Segundo Moraes (2015), em época de crise hídrica e elétrica, vem à tona a discussão sobre qual maneira de esquentar a água agride menos o meio ambiente. Fazer essa escolha fica mais difícil por causa da extensão do território brasileiro, cujas necessidades em tal seara variam entre os estados. Com climas peculiares, os critérios técnicos de definição do melhor sistema são divergentes – um aquecedor eficiente no Sul será superdimensionado no Norte.

Ainda segundo Moraes (2015), apesar de nosso imenso potencial energético solar, o aquecimento da água nos lares brasileiros ainda é dominado pelo chuveiro elétrico, responsável pelo consumo de 8% da geração de toda a energia nacional e por 18% do pico de demanda do sistema. O aparelho aumenta a temperatura da água imediatamente, sem desperdiçá-la, mas gasta a energia gerada por recursos hídricos ou, em situações adversas, por usinas termoeletricas, que têm custo de produção bem mais caro.

Ao planejar, projetar e construir habitações, o fornecimento de água quente nos pontos de consumo costuma ser uma dúvida aos proprietários, principalmente em relação a que tipo de sistema de aquecimento utilizar. Poderia ser mais interessante colocar um aquecedor central, ou usar vários aquecedores localizados junto a cada banheiro ou a cada ponto de consumo. Porém, sabemos que tudo isso depende, pois é preciso analisar vários fatores, ponderar entre os valores, para finalmente decidir pelo mais conveniente, mas mesmo assim, na maioria das vezes, sem ter a certeza de ter escolhido o sistema mais adequado.

Dentre os tipos de sistemas que serão analisados nesta pesquisa, o elétrico se caracteriza como o mais utilizado, e o solar um dos mais novos no mercado. Porém, o mais eficiente dos dois não pode ser dito pelo custo na hora da compra do material necessário ou na instalação.

Devido ao Brasil ser um país de clima tropical, e em quase todo o ano ter a predominância de clima ensolarado, isso o torna um grande potencial da utilização de tecnologias solares. Além de ser uma fonte de energia grátis, em casos particulares, há somente o custo dos materiais e mão de obra para instalação e a manutenção. No caso do abastecimento de água aquecida, essa pode ser armazenada no período da noite em reservatórios térmicos, e mesmo em tempo de frio, caso haja sol, sempre haverá água quente.

A energia elétrica por outro lado, sempre haverá a necessidade de gastos para instalação, manutenção e conservação da energia, já que as maiores fontes de energia no Brasil provêm das usinas hidrelétricas, o que acaba gastando com a construção das usinas, gasto com o transporte de energia, locais de distribuição e armazenagem da mesma. Além disso, ainda existe o risco que a energia elétrica gera, podendo matar uma pessoa eletrocutada, ou até mesmo colocando fogo em uma residência.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo geral

Comparar os sistemas solar e elétrico para o aquecimento de água em residências na cidade de Cascavel – PR.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar entre os sistemas comparados qual tem melhor aceitação entre os usuários;
- Conceituar os dois tipos de energia, elétrica e solar;
- Demonstrar o método de funcionamento de cada um;
- Analisar as vantagens e desvantagens de cada sistema;
- Analisar qual é o método mais eficiente, em relação ao consumo de água e energia.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Frigo (2014), a execução deste trabalho é justificada pelos motivos a seguir relacionados:

a) A preocupação crescente da população em geral com o melhor aproveitamento dos recursos energéticos e controle do desperdício de energia;

b) A economia financeira que a operação do sistema de aquecimento solar gera;

c) A utilização intensiva da energia elétrica como recurso energético para o aquecimento de água, sendo que o país apresenta um grande potencial para a utilização do recurso de aquecimento solar.

Devido ao crescente aumento do valor de energia, a limitação dos combustíveis fósseis, a necessidade de conforto térmico e hidrotérmico, agregado à degradação que as atuais fontes de energia causam ao meio ambiente, há a necessidade da criação de novas tecnologias que venham trazer um alívio a essas preocupações.

Como toda nova tecnologia, há sempre o fator do medo, e o receio se ela irá funcionar, se será eficiente, ou se irá reduzir os custos mensais. O receio de alguma novidade é comum entre as pessoas, e isso não ocorre somente nos dias atuais, foi assim também no passado.

Sendo a energia elétrica ótima, mas ao mesmo tempo perigosa, há sempre a procura por novas fontes de energia que sejam ao mesmo tempo, equivalentes e seguras, se comparadas à energia elétrica.

Este trabalho tem como finalidade mostrar as principais vantagens e desvantagens de uma tecnologia pouco conhecida no segmento de aquecimento de água residencial (aquecimento solar), tendo como base um sistema já utilizado há muito tempo (aquecimento elétrico), por grande parte da população.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Qual o melhor sistema de aquecimento de água a ser utilizado em residência unifamiliar, como escolher e quais critérios a se avaliar?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada ao levantamento de dados de 5 usuários de cada um dos dois métodos de aquecimento na cidade de Cascavel – Paraná, sendo limitados aos bairros Neva, São Cristovão, Região do Lago, Parque Verde, Alto Alegre e Tropical. Limita-se à pesquisa ao levantamento de informações de usuários das duas formas de aquecimento, e a sua satisfação com o método adotado.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Histórico

2.1.1.1 Histórico geral

As primeiras amostras de aquecimento de água são do Egito e de Roma. Os egípcios têm registros de 1000 a.C. de tubos de cobre enterrados para a retirada e abastecimento de água. Mas, esse luxo era reservado somente aos reis, sacerdotes e membros da corte, que além de terem um sistema de banho, também há registros que evidenciam o uso de aparelhos sanitários, rede de água fria, rede de esgoto e até um sistema de aquecimento de água.

Os romanos por outro lado, fizeram desse luxo um evento público ao criar os banhos públicos termais, onde qualquer cidadão poderia se banhar. Há evidências que sugerem que nessa época já havia a utilização de chuveiros, parecidos com os que são utilizados hoje em dia. Porém, com a queda do império romano no século XV, houve também a queda desse costume.

Foi somente no século XIX que o banho cotidiano foi novamente introduzido como um costume na Europa. Novas termas foram criadas com a ascensão da burguesia, além de locais próprios dentro das residências.

Com a Revolução Industrial e o crescimento das cidades, os recursos de saneamentos cresciam na mesma velocidade. Foi nessa época que cientistas americanos e europeus voltaram a desenvolver tecnologia de aquecimento de água para as residências. O sistema europeu de aquecimento se baseava na utilização de gás, devido ao seu clima frio, que exigia um sistema de calefação nas casas, nesta época já havia uma grande rede de distribuição de gás na Europa.

2.1.1.2 Aquecimento solar

Os primeiros relatos sobre aquecimento de água usando o sol como fonte de energia datam de 1767, quando um suíço chamado Horace de Saussure fez experimento em

uma caixa de vidro com água no seu interior. Saussure observou que a água no interior da caixa atingia uma temperatura superior à da própria caixa.

Aprimorando seu próprio experimento, ele realizou outro mais eficiente. Horace montou várias caixas de vidro de tamanhos variados e crescentes, colocando uma dentro da outra, sobre uma mesa preta e ao sol, deixando a menor caixa com água. Ele observou que as caixas externas, tinham uma temperatura inferior às caixas internas.

Em 1881 um americano chamado Samuel Langley, fez na Califórnia a mesma experiência de Horace, e observou que a água no interior das caixas chegava a uma temperatura superior à de ebulição, e conclui que esse sistema poderia ser utilizado até mesmo em locais frios.

Já em 1896, esse mesmo americano, patenteou o primeiro sistema de aquecimento solar, chamado *Climax System*. O Sistema era composto por tanques de cobre dentro de uma caixa de madeira com isolamento térmico e fechamento na parte superior em vidro. Apesar da inovação, o sistema tinha um problema, que era a perda de calor durante a noite.

Em 1909, outro americano, chamado William Bailey patenteou outro sistema de aquecimento, porém, esse conseguia manter o calor durante a noite. Esse sistema é utilizado até hoje no mundo todo.

No Brasil esse sistema começou a ser utilizado em 1970, devido à crise do petróleo. Em 1980 começaram a ser feitos os primeiros testes de qualificação desse sistema pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), dando assim um pontapé para a especialização de profissionais nessa área. Já em 1990, o mercado começou a ser mais exigente, forçando assim as indústrias a fazerem aquecedores mais eficientes e mais baratos, tornando esse método mais popular.

2.1.1.3 Aquecimento elétrico

No Brasil os povos indígenas já tinham o costume de tomar banho nos rios, porém, hoje em dia, esse hábito tem apenas valor histórico cultural. No século XX, distribuir água através de um sistema de encanamento, assim como aquecer a água era um luxo que poucas pessoas tinham.

Nesse mesmo período, devido a essa limitação, começaram a aparecer os primeiros protótipos de chuveiros elétricos no país (tornando o Brasil o inventor do chuveiro elétrico), devido ao fato que as redes de gás eram limitadas às grandes cidades, diferente da

energia elétrica que existia na maioria delas. Os primeiros chuveiros eram feitos de latão ou bronze, e com acabamento cromado. Funcionava com uma resistência elétrica, feita da mistura de níquel e cromo, que possuem alto ponto de fusão, e ao passar corrente elétrica por essa resistência, ela aquecia e transmitia o calor para a água.

No início da década de 40, uma indústria de São Paulo criou o primeiro chuveiro que ligava automaticamente ao se abrir o registro. Já na década de 60, com o surgimento do plástico, vieram os primeiros modelos feitos principalmente de polipropileno, nylon e baquelite (uma resina sintética, quimicamente estável e resistente ao calor), o que acabou barateando o aparelho, se comparado com os feitos em metal. Na década de 80, surgiram as primeiras resistências blindadas e a adequação às normas de segurança e desempenho.

2.1.2 Energia

2.1.2.1 Conceito de Energia

Quando falamos em energia, a primeira coisa que vem a nossa mente é energia elétrica, porém, essa é somente uma das formas da utilização dela. Conceitualmente, energia é a capacidade de um corpo realizar trabalho, isso abre um leque para vários tipos diferentes de energia, dentre elas algumas são as citadas abaixo:

- Energia elétrica;
- Energia solar;
- Energia mecânica;
- Energia eólica;
- Energia nuclear;
- Energia térmica, etc.

Este trabalho tratará especificamente das energias elétrica e solar, ambas na utilização para aquecimento de água.

2.1.2.2 Energia solar

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em sua NBR 15569/2008 – “Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação” define o

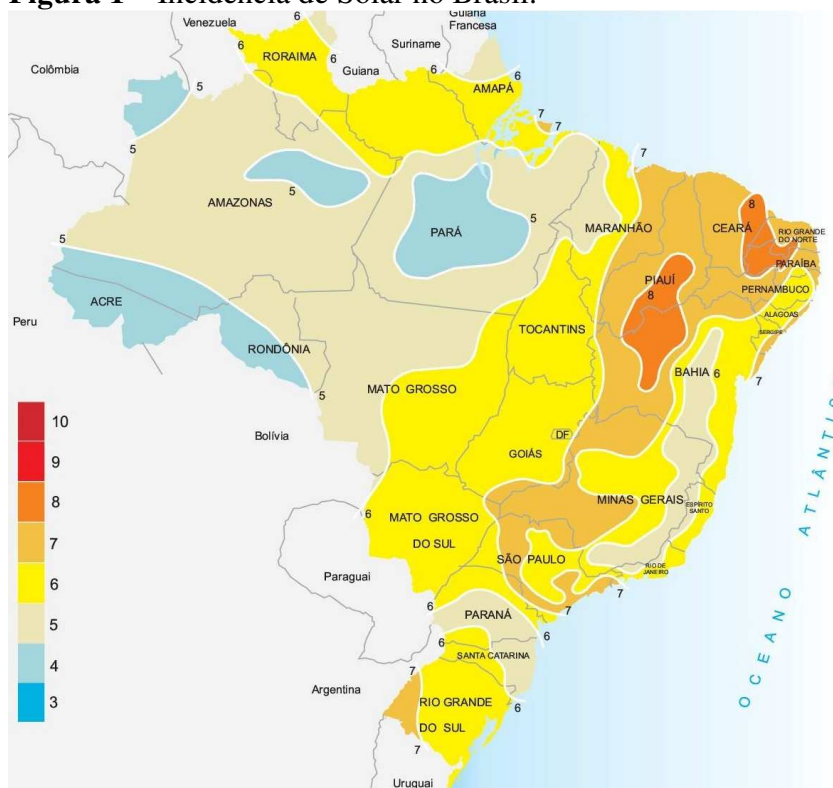
sistema de aquecimento solar (SAS) como: Sistema composto por coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas, que funciona por circulação natural ou forçada.

De acordo com Lamberts *et al.* (2013), “a radiação solar é a principal fonte de energia para o planeta. Tanto como fonte de calor quanto como fonte de luz, o Sol é um elemento de extrema importância no estudo da eficiência energética na arquitetura.”.

A crescente necessidade de energia limpa e renovável vem abrindo espaço para novas fontes de energia, pois devido aos danos que as fontes de energia de origem fóssil causam ao meio ambiente, essas tem se tornado um dos meios de evitar o agravamento da saúde do planeta.

Fontes como o sol vêm sendo cada vez mais utilizadas, devido sua fonte inesgotável e constante de “matéria prima” para a geração de energia, já que ele fornece anualmente para a atmosfera terrestre $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia, e uma radiação solar média de 342 W/m^2 . A Figura 1 mostra a incidência em cada região do país, o que mostra uma vantagem desse método.

Figura 1 – Incidência de Solar no Brasil.



Fonte: ATLAS SOLAMÉTRICO DO BRASIL (2000).

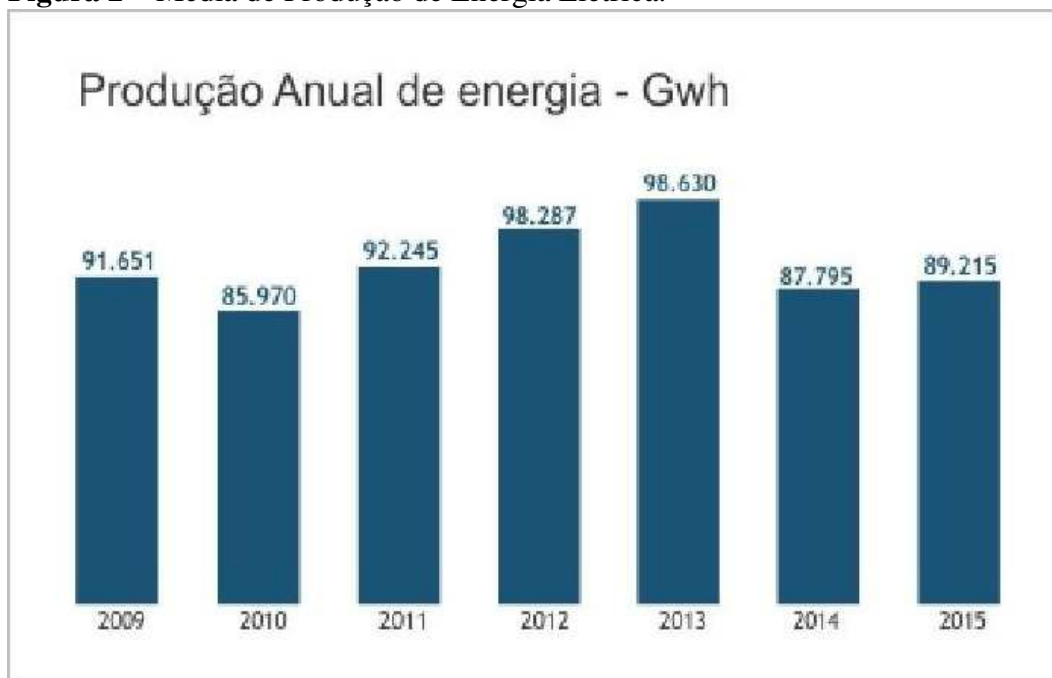
2.1.2.3 Energia elétrica

Segundo Cavalcante, para o site Brasil Escola “a energia elétrica é a capacidade de uma corrente elétrica realizar trabalho. Essa forma de energia pode ser obtida através da energia química ou da energia mecânica. Através de turbinas e geradores que transformam essas formas de energia em energia elétrica.”.

A energia elétrica é um tipo de energia da qual podemos produzir calor, trabalho mecânico, luz, radiação, etc. Ela é usada para transmitir e transformar a energia primária da fonte produtora (eólica, solar, hidráulica, etc.) para nossas residências e lá serem utilizadas. Pode-se dizer que a energia elétrica nada mais é do que uma intermediária, pois ela sai de um gerador e vai até a sua aplicação final.

Segundo Doroche e Anschau (2015), “O Brasil detém um dos maiores potenciais hidroelétricos do mundo, sendo sua matriz energética composta, predominantemente, por esta fonte, ficando o restante distribuído entre as outras fontes de geração, quais sejam, eólica, solar e térmica (...)”, tornando o Brasil cheio de riqueza em fontes renováveis. Conforme a Figura 2 mostra, em uma tabela de geração de energia hidroelétrica em 2016.

Figura 2 – Média de Produção de Energia Elétrica.



Fonte: ITAIPU (2016).

2.1.3. Vantagens e desvantagens

2.1.3.1. Aquecimento solar

Devido a constante discussão sobre o possível fim dos combustíveis fósseis, se iniciou uma grande busca por alternativas de energias renováveis e que não causem grandes impactos ambientais. A energia solar veio como uma dessas alternativas.

Atualmente no Brasil, essa tecnologia vem sendo utilizada para o aquecimento de água, que acabou reduzindo a utilização do chuveiro elétrico, que em momentos de pico, é um dos maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica, o que acaba exigindo altos investimentos das distribuidoras de energia para suprir a demanda.

Com cada m² de coletor solar instalado, utilizado no intervalo de um ano, equivale ao consumo dos seguintes materiais:

- 56 metros quadrados de áreas inundadas (hidrelétricas);
- 215 quilos de lenha;
- 66 litros de diesel;
- 55 quilos de gás.

Apesar de todas essas vantagens, ele também possui desvantagens, pois em dias que não tem sol, como dia de chuva ou dias nublados, não há o aquecimento adequado da água, e dependendo de como se utiliza o aquecimento, ele pode ser prejudicial ao meio ambiente por causar desperdício de água.

2.1.3.2. Aquecimento elétrico

A principal vantagem desse sistema é a temperatura constante da água, pois quando se liga o chuveiro, a menos que a resistência ou o próprio chuveiro estraguem, ou ainda que a residência fique sem energia, ele mantém a mesma temperatura até o final do banho. Seu processo de instalação é muito mais barato se comparado com o sistema solar ou a gás.

Diferente do sistema solar, o sistema elétrico pesa na hora de pagar a fatura de água e de luz, pois como ele depende de energia elétrica, acaba se tornando desvantajoso.

2.1.4. Materiais necessários

2.1.4.1. Aquecimento solar

A NBR 15569 (2008) define que “o SAS é constituído basicamente por três elementos principais:

- a) Coletor(es) solar(es);
- b) Reservatório térmico;
- c) Sistema de aquecimento auxiliar”.

2.1.4.1.1. Coletor Solar

Os coletores, ou placas coletoras são responsáveis pela absorção do calor causado pela incidência de radiação solar.

De acordo com a DASOL - Departamento Nacional de Aquecimento Solar, “além dos coletores planos, fechados ou abertos, existe também uma terceira família de coletores, chamados de tubos evacuados e que são produzidos e muito utilizados em outros países, com destaque para a China”.

O coletor solar plano fechado é muito utilizado no Brasil, pois atende a qualquer forma de aquecimento de água (interno residencial, piscina, etc.). Ele se constitui de uma caixa retangular, que recebe a radiação solar. Essa radiação atravessa uma tampa de vidro e aquece as aletas (são superfícies utilizadas para a dissipação de calor), que são pintados com uma tinta especial e escura, para uma maior absorção do calor causado pela radiação solar, e transferindo o calor para os tubos (cobre ou alumínio), sendo posteriormente transferido esse calor para a água a ser aquecida. Depois da água ser aquecida ela vai para o reservatório de água quente do sistema.

O coletor solar plano aberto é normalmente utilizado para o aquecimento de piscinas, já que a sua faixa média de temperatura é entre 25° e 30°C. É normalmente fabricado em polipropileno ou EPDM (tipo especial de borracha).

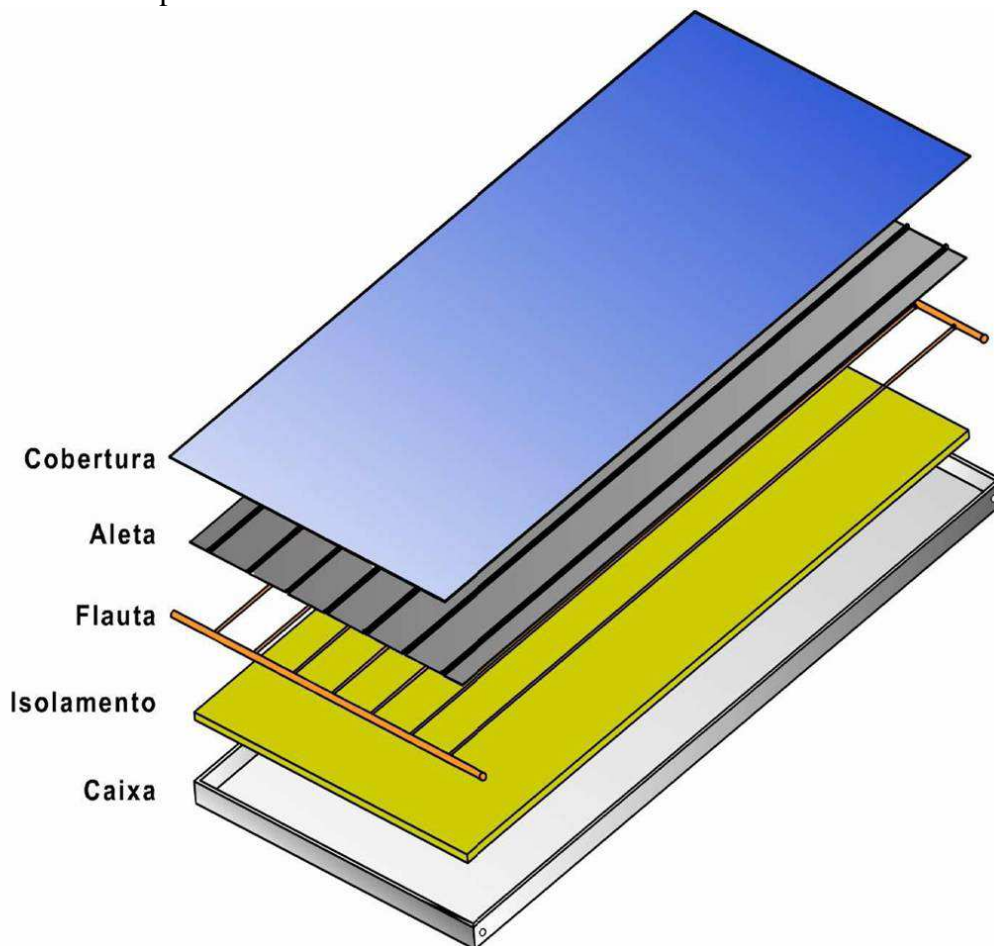
O coletor solar de tubo evacuado existe em três modelos:

- Vidro único ou duplo;
- Contato direto ou indireto;
- Com refletores e sem refletores.

O tubo de contato direto é quando a água passa dentro do tubo evacuado, e o indireto é quando a água é transportada por fora do tubo através dos chamados “tubos de

calor”. Os coletores evacuados de vidro único, em geral, são mais eficientes que de vidro duplo.

Figura 3 – Componentes de um Coletor Solar.



Fonte: DASOL (s. d.).

2.1.4.1.2. Reservatório térmico

O reservatório térmico, ou boiler, é o componente responsável pelo armazenamento da água aquecida pelos coletores, podendo armazenar essa água por horas ou até dias. Ele é composto basicamente pelo tanque interno, que é fabricado com um material resistente à corrosão, envolto por uma camada de isolante térmico, para a não dissipação do calor, e uma capa para a proteção do isolante térmico. Normalmente, esses reservatórios vêm dotados de um sistema de aquecimento reserva, na maioria das vezes é elétrico ou a gás.

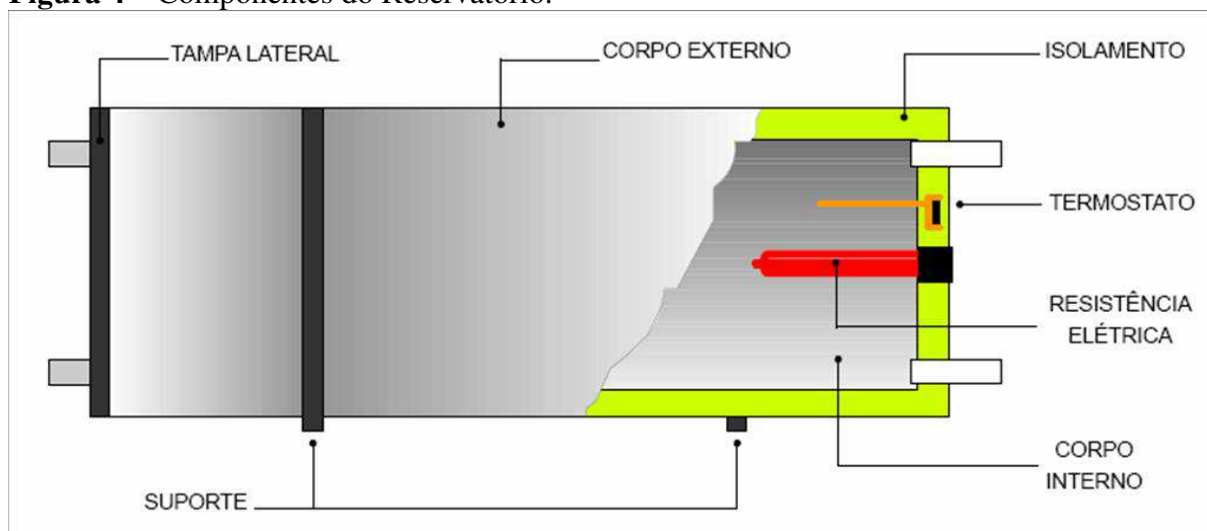
O tanque interno é o local onde a água fica armazenada, ou seja, onde ele fica em contato com a água. Esse tanque deve ser constituído de um material resistente ao potencial corrosivo natural da água. Os materiais mais utilizados são aços inoxidáveis, AISI 304 e AISI

316L. O aço AISI 316L é mais recomendado para lugares onde a água tem um potencial corrosivo muito elevado. Pode ser utilizado também um aço carbono revestido para grandes reservatórios, para ter uma melhor relação custo benefício. Há também, a possibilidade de se usar o cobre e materiais plásticos, como o polipropileno.

O isolante térmico recobre o tanque interno e é o responsável por manter a água aquecida. Alguns fatores que definem um bom isolamento são o material do qual o isolante é constituído, a espessura (quanto maior a espessura, melhor será o isolamento do reservatório) e a densidade desse material. Os isolantes mais utilizados são a lã de vidro ou de rocha, e poliuretano expandido. O poliuretano tem como principal característica a sua rigidez estrutural após a sua secagem, no entanto, só pode ser utilizado para temperaturas de no máximo 90°C. Para temperaturas superiores a essa, deve-se escolher por outro isolante.

A capa externa tem como única função, proteger o isolante térmico. Pode ser feita de vários materiais, dentre eles o aço galvanizado, inox, alumínio, material plástico, etc. Em casos extraordinários, a capa ajuda na rigidez mecânica do reservatório térmico como um todo.

Figura 4 – Componentes do Reservatório.



Fonte: DASOL (s. d.).

2.1.4.1.3. Sistema de aquecimento auxiliar

Um sistema de aquecimento auxiliar no sistema de aquecimento solar em alguns casos, e dependendo da escolha do cliente, se faz necessário, pois a incidência solar varia de acordo com cada região e as estações do ano, havendo dias em que o sol nem aparece para

poder estar realizando o aquecimento. Nesse caso, os sistemas mais utilizados para o auxílio são o elétrico e a gás. Ambos os casos, necessitam da tubulação de água quente, mudando somente o complemento da instalação.

Para o sistema de auxílio a gás deve-se instalar a tubulação normal entre o reservatório e o aquecedor de passagem, além das tubulações para a passagem de gás. Essa circulação é feita com o uso de uma bomba de pequeno porte, que é acionada automaticamente por um termostato que fica situado na parte inferior do reservatório. Essa bomba é normalmente regulada para ser acionada quando a temperatura da água chega a 40°C e é desligada quando atinge a temperatura de 60°C.

Para o sistema de auxílio elétrico existe uma resistência que normalmente varia entre 2,5 KW e 3,5KW, que fica instalada no interior do reservatório e também controlada por um termostato. Diferente do sistema a gás, o elétrico não é acionado automaticamente, pois deve ser ligado a um disjuntor, sendo acionado manualmente e somente quando necessário, pois deixá-lo ligado constantemente causa um gasto de energia desnecessário, além de reduzir a vida útil da resistência. Dependendo da temperatura e do tamanho do reservatório, o aquecimento com o uso da resistência pode levar de 1 hora a até 3 horas.

Há também um terceiro tipo de aquecimento auxiliar, que é o chamado sistema híbrido, que é acionado por eletricidade, porém, diferente do sistema auxiliar elétrico, em que a resistência fica localizada no reservatório, esse sistema tem sua resistência no chuveiro, porém, um chuveiro inteligente. Ele é acionado automaticamente quando o registro é ligado, aquecendo a água que está fria na tubulação, quando a temperatura da água da tubulação sobe, ele corta a energia do chuveiro automaticamente, trabalhando somente com a água aquecida do reservatório.

2.1.4.2. Aquecimento elétrico

Diferente do sistema solar, o elétrico é mais simples, pois não necessita de tubos especiais para água aquecida, podendo trabalhar com o sistema convencional de tubos de PVC (policloreto de vinila) para água fria, tão pouco necessita de um reservatório especial, já que assim, como a tubulação é para água fria, o reservatório só terá em seu interior água fria. Além disso, os itens complementares são conexões de PVC, chuveiro, fios de cobre, disjuntor e conector de porcelana.

Os tubos e conexões de PVC soldável utilizados para a condução de água fria são da cor marrom, variando seu diâmetro dependendo da vazão necessária. Seu diâmetro varia entre 20, 25, 32, 40, 50, 60, 75, 85 e 110 mm. Os tubos são normalmente de 6 metros de comprimento, e as conexões existem em várias formas, como cotovelo (também conhecido como joelho), curva, te, cruzeta, bucha. Além das mais, peças como te e bucha podem vir com redução de diâmetro. Há também, para o te e o cotovelo, as versões com rosca normal, para torneiras de plástico, e com rosca metálica, para torneiras metálicas.

O fio de cobre e o disjuntor irão variar de acordo com o projeto, ou em casos em que não há projeto, com o conhecimento e indicação do eletricista. O conector de porcelana será utilizado para ser feita a ligação entre o sistema elétrico de alimentação e o chuveiro.

2.1.5. Funcionamento

2.1.5.1. Aquecimento solar

Há dois métodos de funcionamento do sistema de aquecimento solar: por termossifão ou por circulação forçada. Se tratando de funcionamento, ambos seguem o mesmo princípio, porém, em cada um há a sua particularidade.

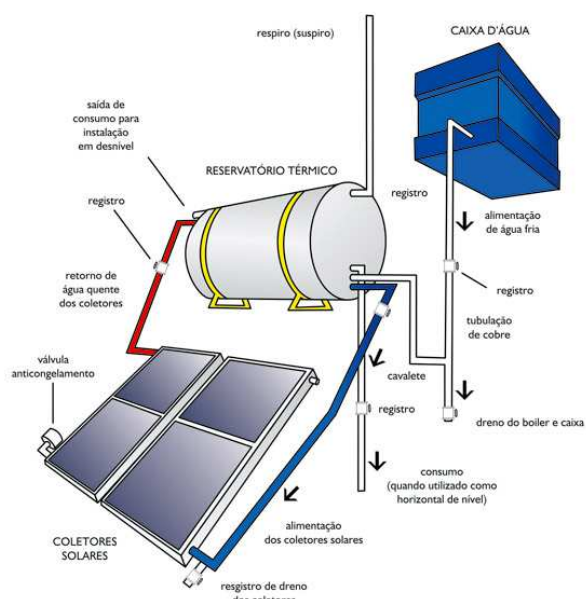
A água fria que fica em uma caixa d'água (que pode ser uma caixa exclusiva para o sistema, ou uma de uso geral para a residência) segue pela tubulação para a parte inferior do reservatório de água quente. Ao lado da entrada de água fria há uma saída para essa água ir para os coletores, que tem a entrada de água localizada no primeiro coletor e na parte inferior. Em seu interior, ela circula pelos tubos (conhecido por serpentina, de cobre ou alumínio), esse é aquecido pelas aletas, que recebe a radiação solar e transfere esse calor gerado para a água.

Essa água circula dentro do coletor e retorna através de uma saída na parte superior do último coletor até o reservatório, segue novamente para o reservatório, através de uma entrada na parte superior, aquecendo assim também a água no interior do reservatório.

A caixa d'água deve sempre ficar mais alta que o reservatório térmico, assim como o reservatório deve ficar mais alto que os coletores. As entradas e saídas, tanto do reservatório como dos coletores, são de fundamental importância, já que se não seguirem essas indicações a água pode não circular de forma correta, prejudicando o sistema. Esse fato se dá pela densidade da água quente e fria, já que a água quente é menos densa que a fria, isso garante que a água que irá para os coletores seja a de menor temperatura.

Quanto às diferenças entre o sistema de termossifão e bombeado, o sistema de termossifão tem na tubulação de água fria que alimenta o reservatório um ponto em formato de U, esse sistema ajuda a água quente não retornar para a caixa d'água e também a não formar bolhas no sistema. Já o sistema bombeado serve para aumentar a pressão na tubulação, garantindo mais pressão na água que sai do chuveiro, além de manter a água na tubulação sempre aquecida.

Figura 5 – Posicionamento e funcionamento do Sistema de Aquecimento Solar.



Fonte: SOLETROL (s.d.).

2.1.5.2. Aquecimento elétrico

O funcionamento desse sistema é bastante simples. A água que está nas tubulações, entra pela conexão do chuveiro e passa pelo compartimento da resistência, onde ele é aquecido. Essa resistência é composta por dois fios resistores, um de alta e outro de baixa potência de aquecimento, enrolados em espiral, o que possibilita um aquecimento mais rápido e prático, além de um diafragma de borracha.

Quando a água começa a circular pelo chuveiro, ela pressiona o diafragma de borracha, o que acaba aproximando os contatos da resistência que estão energizados, fazendo com que a resistência aqueça e transfira o calor para a água.

2.1.6. Dimensionamento

2.1.6.1. Aquecimento solar

De acordo com a NBR 15569: “O objetivo do dimensionamento é determinar qual é a área coletora e o volume do sistema de armazenamento necessário para atender à demanda de energia útil de um determinado perfil de consumo.

O dimensionamento do SAS pode ser realizado por qualquer procedimento tecnicamente reconhecido. Métodos de cálculo são sugeridos no Anexo B”, as Figuras 6, 7 e 8 mostram como dever ser feito este dimensionamento.

Figura 6 – Dimensionamento de Sistema de Aquecimento Solar 1.

ABNT NBR 15569:2008

Anexo B (informativo)

Metodologia de cálculo

B.1 Metodologia de cálculo 1

Metodologia “Carta F” conforme Solar Heating Design by the F-chart method, BECKMAN, W. A., Klein S. A. and DUFFIE, J. A., Wiley-Interscience, New York (1977).

B.2 Metodologia de cálculo 2

Esta metodologia de cálculo é recomendada para dimensionamento de SAS em residências unifamiliares atendendo aos critérios estabelecidos nesta Norma.

O método de cálculo apresentado considera uma fração solar de 70 % e que não exista sombreamento sobre os coletores solares.

B.2.1 Etapas de dimensionamento

O dimensionamento do SAS pode ser realizado através das seguintes etapas:

- a) apurar o volume de consumo para atendimento dos vários pontos de utilização, levando-se em consideração a vazão das peças de utilização (ver Anexo C) e o tempo de utilização, considerando a frequência de uso:

$$V_{consumo} = \sum (Q_{pu} \times T_u \times \text{frequência de uso})$$

onde:

$V_{consumo}$ é volume total de água quente consumido diariamente expresso em metros cúbicos (m³);

Q_{pu} é a vazão da peça de utilização, expressa em metros cúbicos por segundo ((m³/s);

T_u é o tempo médio de uso diário da peça de utilização, expresso em segundos (s);

Frequência de uso é o número total de utilizações da peça por dia.

Figura 7 – Dimensionamento de Sistema de Aquecimento Solar 2.**ABNT NBR 15569:2008**

b) calcular o volume do sistema de armazenamento:

$$V_{\text{armaz.}} = \frac{V_{\text{consumo}} \times (T_{\text{consumo}} - T_{\text{ambiente}})}{(T_{\text{armaz.}} - T_{\text{ambiente}})}$$

Onde:

V_{consumo} é volume de consumo diário, expresso em metros cúbicos (m^3);

$V_{\text{armaz.}}$ é o volume do sistema de armazenamento do SAS, expresso em metros cúbicos (m^3) (sugere-se que $V_{\text{armaz.}} \geq 75 \% V_{\text{consumo}}$);

T_{consumo} é a temperatura de consumo de utilização, expressa em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (sugere-se que seja adotado 40°C);

$T_{\text{armaz.}}$ é a temperatura de armazenamento da água, expressa em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (sugere-se que $T_{\text{armaz.}} \geq T_{\text{consumo}}$);

T_{ambiente} é a temperatura ambiente média anual do local de instalação (ver Anexo D).

NOTA Para valores de $T_{\text{armaz.}}$ acima de 60°C , sugere-se que seja investigada a característica de eficiência do coletor solar.

c) calcular a demanda de energia útil:

$$E_{\text{útil}} = \frac{V_{\text{armaz.}} \times \rho \times Cp \times (T_{\text{armaz.}} - T_{\text{ambiente}})}{3600}$$

onde:

$E_{\text{útil}}$ é a energia útil, expressa em quilowatts hora por dia (kWh/dia);

$V_{\text{armaz.}}$ é o volume do sistema de armazenamento do SAS, expresso em metros cúbicos (m^3) (sugere-se que $V_{\text{armaz.}} \geq 75 \% V_{\text{consumo}}$);

ρ é a massa específica da água igual a 1 000, expressa em quilogramas por metros cúbicos ($\text{kg}/(\text{m}^3)$);

Cp é o calor específico da água igual a 4,18, expresso em quilojoules por quilograma Kelvin (KJ/Kg);

$T_{\text{armaz.}}$ é a temperatura de armazenamento da água, expressa em grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (sugere-se que $T_{\text{armaz.}} \geq T_{\text{consumo}}$);

T_{ambiente} é a temperatura ambiente média anual do local de instalação (ver Anexo D).

Figura 8 - Dimensionamento de Sistema de Aquecimento Solar 3.**ABNT NBR 15569:2008**

d) calcular a área coletora:

$$A_{coletora} = \frac{(E_{\text{útil}} + E_{\text{perdas}}) \times FC_{\text{instal}} \times 4,901}{PMDEE \times I_G}$$

onde:

$A_{coletora}$ é a área coletora, expressa em metros quadrados (m^2);

I_G é o valor da irradiação global média anual para o local de instalação, expresso em quilowatts hora por metro quadrado dia ($kWh/m^2 \cdot dia$) (ver Anexo D).

$E_{\text{útil}}$ é a energia útil, em quilowatts hora por dia (kWh/dia);

E_{perdas} é o somatório das perdas térmicas dos circuitos primário e secundário, expresso em quilowatts hora por dia (kWh/dia), calculada pela soma das perdas ou pela equação:

$$E_{\text{perdas}} = 0,15 \times E_{\text{útil}}$$

$PMDEE$ é a produção média diária de energia específica do coletor solar, expressa em quilowatts hora por metro quadrado (kWh/m^2), calculada através da equação:

$$PMDEE = 4,901 \times (Fr\tau\alpha - 0,0249 \times Fr_{UL})$$

onde:

$Fr\tau\alpha$ é o coeficiente de ganho do coletor solar (adimensional);

Fr_{UL} é o coeficiente de perdas do coletor solar (adimensional).

FC_{instal} é o fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar dado pela equação:

$$FC_{\text{instal}} = \frac{1}{1 - [1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \beta_{\text{ótimo}})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \times \gamma^2]}$$

(para $15^\circ < \beta < 90^\circ$)

onde:

β é a inclinação do coletor em relação ao plano horizontal, expressa em graus ($^\circ$);

$\beta_{\text{recomendado}}$ é a inclinação ótima do coletor para o local de instalação, expressa em graus ($^\circ$) (sugere-se que seja adotado o valor de módulo da latitude local + 10°);

γ é o ângulo de orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico, expresso em graus ($^\circ$).

B.2.2 Exemplo de dimensionamento

Dimensionar um sistema de aquecimento solar para uma residência localizada na cidade de São Paulo, SP, com as seguintes características:

2.1.6.2. Aquecimento elétrico

O aquecimento elétrico exige somente o dimensionamento de diâmetro da tubulação e da fiação. As NBR's 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão) e 5626 (Instalação predial de água fria).

De acordo com a NBR 5410: “Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Esta Norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas. “

De acordo com a NBR 5626: “Cada tubulação deve ser dimensionada de modo a garantir abastecimento de água com vazão adequada, sem incorrer no superdimensionamento. “

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se da comparação dos métodos de aquecimento de água solar e elétrico (residencial) localizado na cidade de Cascavel – PR, nos bairros Parque Verde, São Cristovão, Neva, Tropical, Região do Lago e Alto Alegre, levando em conta quesitos como economia e preferência.

Trata-se de uma pesquisa do tipo qualitativa, pois foram comparados dados de levantamento feito na cidade. Essa coleta de dados tem o intuito de averiguar a preferência dos usuários, e consumo médio mensal.

3.1.2 Caracterização da amostra

Os dados foram coletados com o auxílio do Formulário de Pesquisa, conforme a Tabela 1, diretamente nas residências, verificando há quanto tempo às pessoas utilizam um determinado sistema, se gostam do sistema que utilizam, se trocariam e o seu gasto mensal de água e energia, para posteriormente se fazer um comparativo dos dados levantados.

Tabela 1 – Formulário de pesquisa.

FORMULÁRIO DE PESQUISA											
Endereço:					N°:		Bairro:			1	
Nome:											
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2		Quantas?		2		
	()		()		()						
Há quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos		Quantos anos?		3		
	()		()		()						
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás		Outro		4		
	()		()		()						
Média anual de consumo de água na residência	5										
Média anual de consumo de energia na residência	6										
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7
	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim ()		Chuv. Elét.		Solar		Gás		8		
	Não ()		()		()		()				

Fonte: Autor (2016).

Na Tabela 1 podem ser vistos, diferentes áreas com perguntas variadas, cada pergunta tem como finalidade responder aos objetivos estabelecidos previamente.

QUADRO 1: Principais informações do usuário. Este campo serve para se ter como base a localidade de onde estão sendo retiradas as informações que complementaram a pesquisa.

QUADRO 2: Neste campo será descrito a quantidade de pessoas na residência, pois já que a pesquisa não envolverá somente um número igual de casas, mas também de pessoas, este é um dos campos mais importantes da tabela.

QUADRO 3: Assim como o número de casas e usuários, o tempo em que a pessoa mora no local também será fundamental, pois a pesquisa prevê um tempo para o levantamento de dados de no mínimo 1 ano.

QUADRO 4: O método de aquecimento de água a ser pesquisado. Este campo servirá para distinguir as informações a serem comparadas.

QUADRO 5: Esta pergunta será somente respondida após a coleta dos dados, quando as informações sobre o consumo de água forem analisadas e uma média feita.

QUADRO 6: Esta pergunta será somente respondida após a coleta dos dados, quando as informações sobre o consumo de energia forem analisadas e uma média feita.

QUADRO 7: Este campo servirá para verificar a satisfação do usuário quanto ao método de aquecimento utilizado.

QUADRO 8: Complemento do campo 7. Caso o usuário não se sinta satisfeito com o método utilizado no presente, esse campo dirá a sua preferência para o futuro.

O principal objetivo desta pesquisa será coletar o maior número de informações dos usuários sobre os métodos pesquisados, com o intuito de ter uma melhor compreensão da preferência das pessoas.

3.1.4 Análise dos dados

Após se obter todas as informações, foi realizada a comparação, verificando se os métodos agradam a todos os usuários, e se não agradam por qual método eles trocariam.

CAPÍTULO 4

4.1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

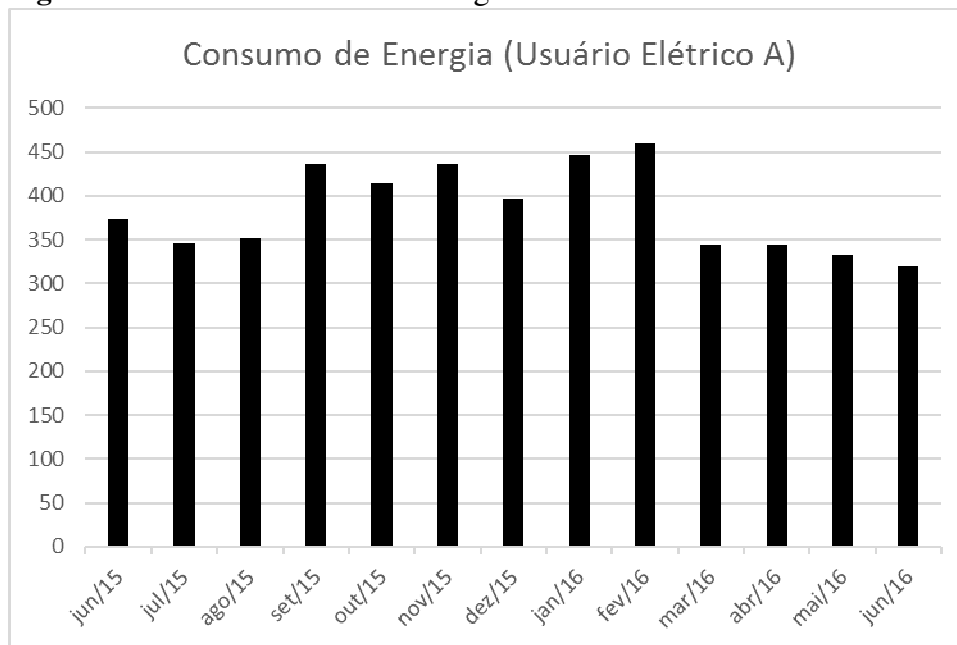
4.1.1. Consumo de Energia

4.1.1.2. Aquecimento Elétrico

Foram analisadas 5 residências para cada método de aquecimento de água, conforme Apêndice A, que aqui serão mostrados e discutidos um a um. Começando pelo aquecimento mais utilizado, o elétrico. Devido às constantes alterações de valores da tarifa de energia, poucos usuários se mostram satisfeitos com a sua utilização, e desejariam poder trocar, porém, os valores elevados de instalação de outros métodos acabam fazendo com que eles mantenham o atual sistema em uso.

Conforma mostra a Figura 9, o Usuário A teve uma leve variação de consumo durante o ano, porém, chegando a ultrapassar os 450 KWh e o mínimo próximo aos 300 KWh.

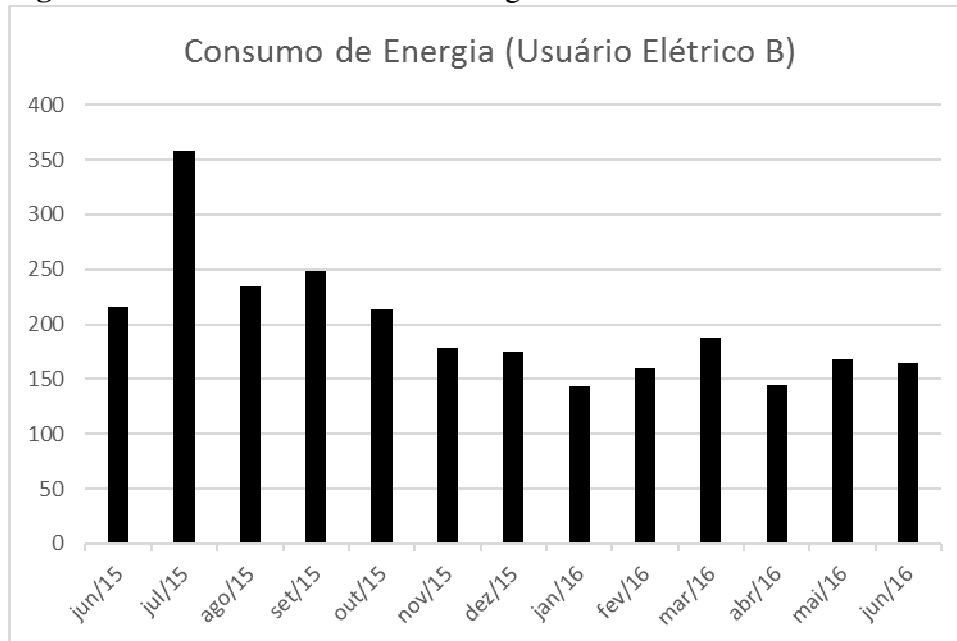
Figura 99 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico A.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 10, o Usuário B teve uma variação relativamente inferior ao Usuário A, com seu máximo ultrapassando os 350 KWh em um único mês, e o restante não alcançando nem 250 KWh, sendo o mínimo inferior a 150 KWh.

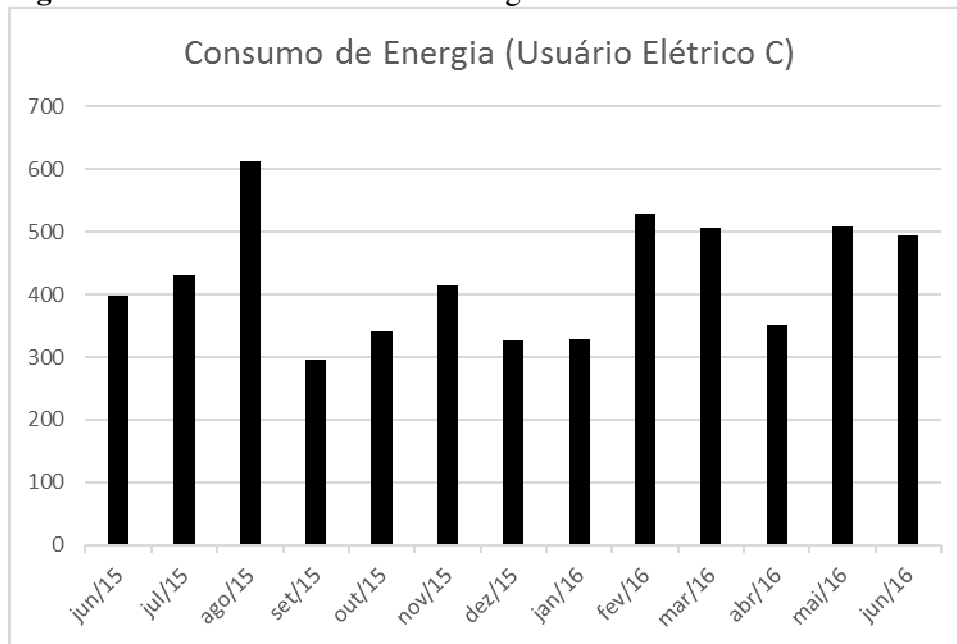
Figura 10 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico B.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 11, o Usuário C teve um consumo mais alto se comparado com os Usuários anteriores, variando no mínimo um consumo inferior a 300 KWh e um máximo superior a 600 KWh. Esse mês teve um valor elevado devido a um período longo de chuvas, e uma extensão que estava ligada na energia e apoiada sobre o solo com um pedaço do cabo desencapado.

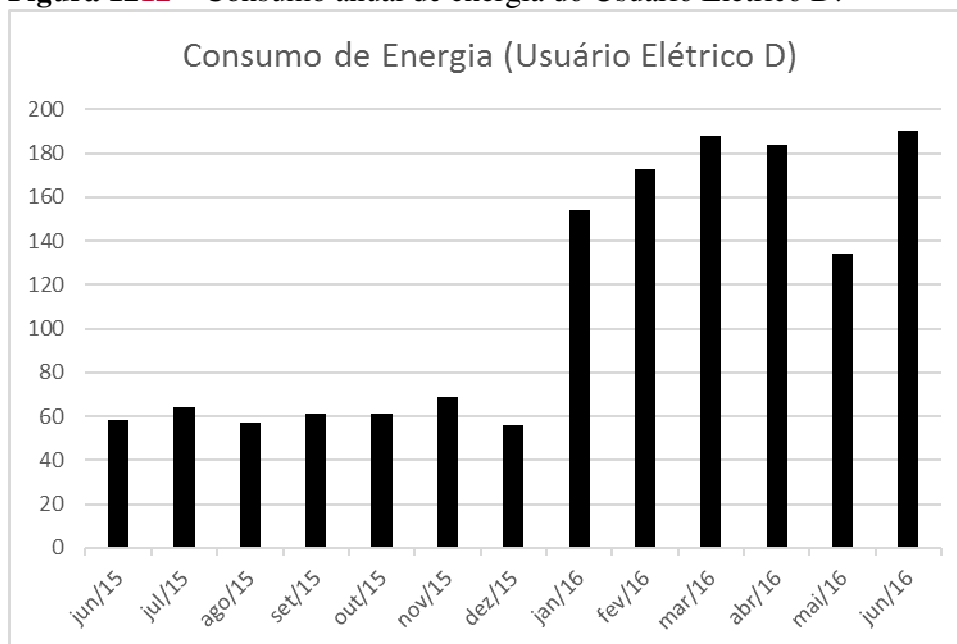
Figura 11 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico C.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 12, o Usuário D teve uma variação grande de consumo da primeira para a segunda metade do tempo da pesquisa. Isso se dá pelo fato de até o mês de dezembro de 2015 morarem na residência somente 2 pessoas, porém, em meados do mês de janeiro de 2016 passaram a morar 3 pessoas. Essa variação de moradores teve uma diferença de até 3 vezes, com o máximo ultrapassando os 180 KWh e o mínimo abaixo de 60 KWh.

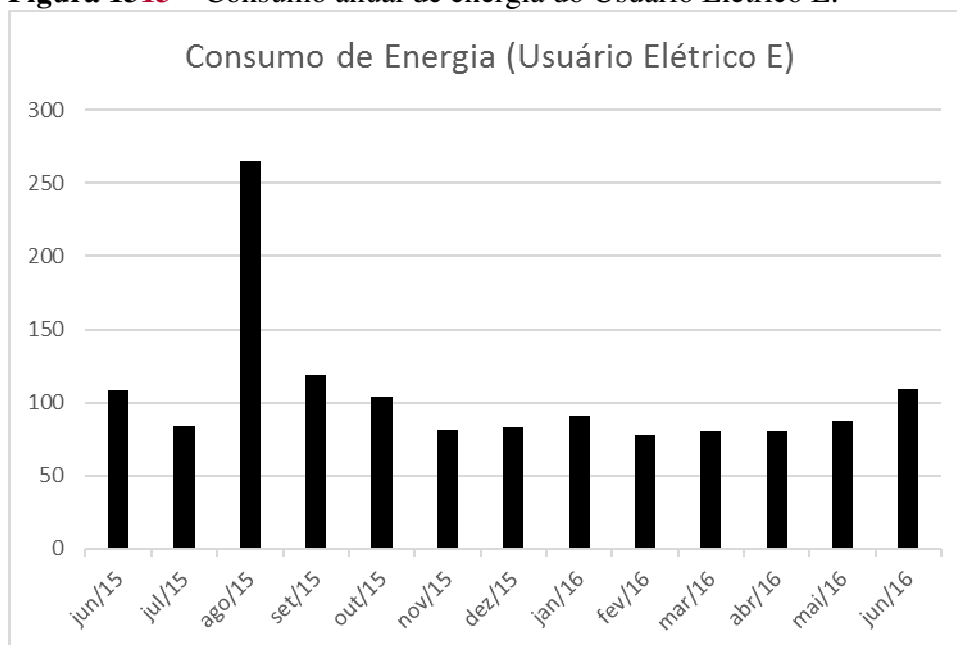
Figura 12 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico D.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 13, o Usuário E, último usuário do sistema de aquecimento elétrico a ser entrevistado e analisado. Considerando um pico elevado em agosto de 2015, o qual ultrapassou os 250 KWh, fato ocorrido pelo de o dono da residência estar em casa, pois de acordo com o restante dos moradores da residência, ele é caminhoneiro, por isso está sempre viajando, ficando pouco tempo em casa. Não houve grandes variações de consumo, ficando sempre próximo aos 100 KWh.

Figura 13 – Consumo anual de energia do Usuário Elétrico E.



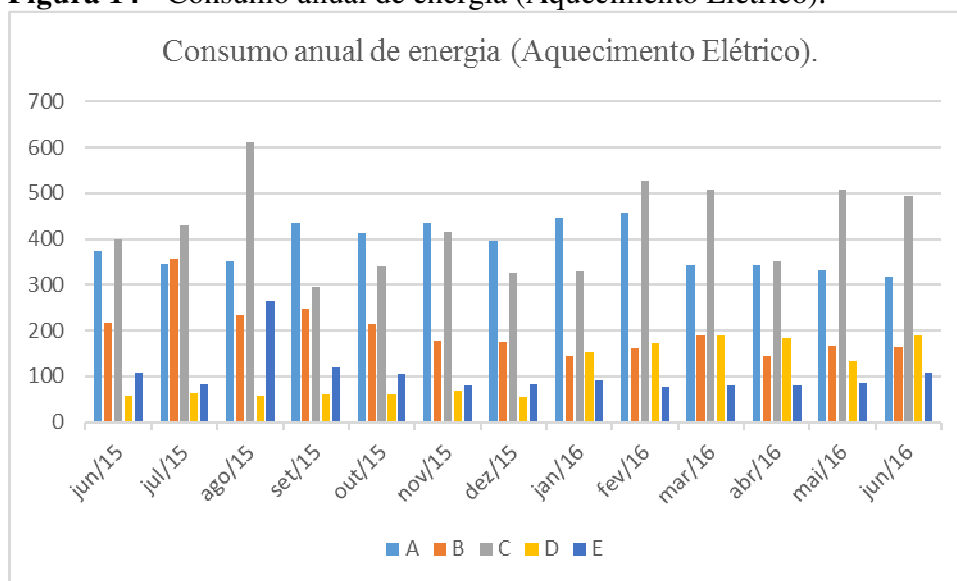
Fonte: Autor (2016).

A Tabela 2 e a Figura 14 mostram os valores de consumo anual de energia elétrica, de todos os usuários, mostrando mês a mês quanto cada um consumiu, podendo assim, ter uma melhor noção das variações que cada usuário teve, em seus picos máximos e mínimos.

Tabela 2 – Consumo anual de energia (Aquecimento Elétrico).

USUÁRIO	CONSUMO ENERGIA (KWh)												
	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16
A	374	346	351	436	414	436	397	447	459	344	344	332	319
B	216	358	235	248	213	178	175	143	160	188	144	168	164
C	399	431	613	295	341	415	326	328	528	507	352	509	494
D	58	64	57	61	61	69	56	154	173	188	184	134	190
E	108	84	265	119	104	81	83	91	78	80	80	87	109

Fonte: Autor (2016).

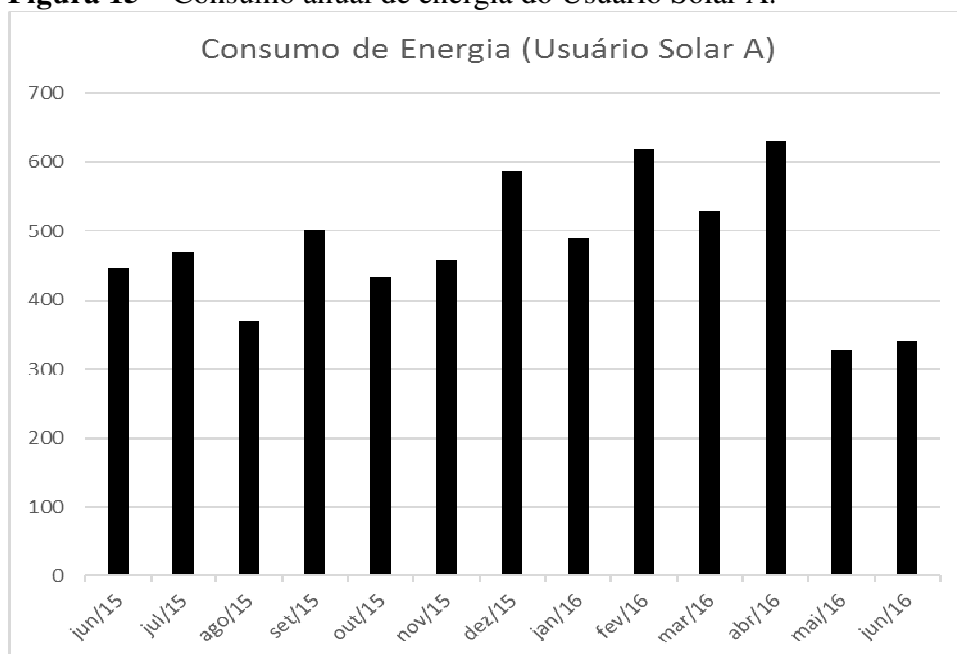
Figura 14 - Consumo anual de energia (Aquecimento Elétrico).

Fonte: Autor (2016).

4.1.1.3. Aquecimento Solar

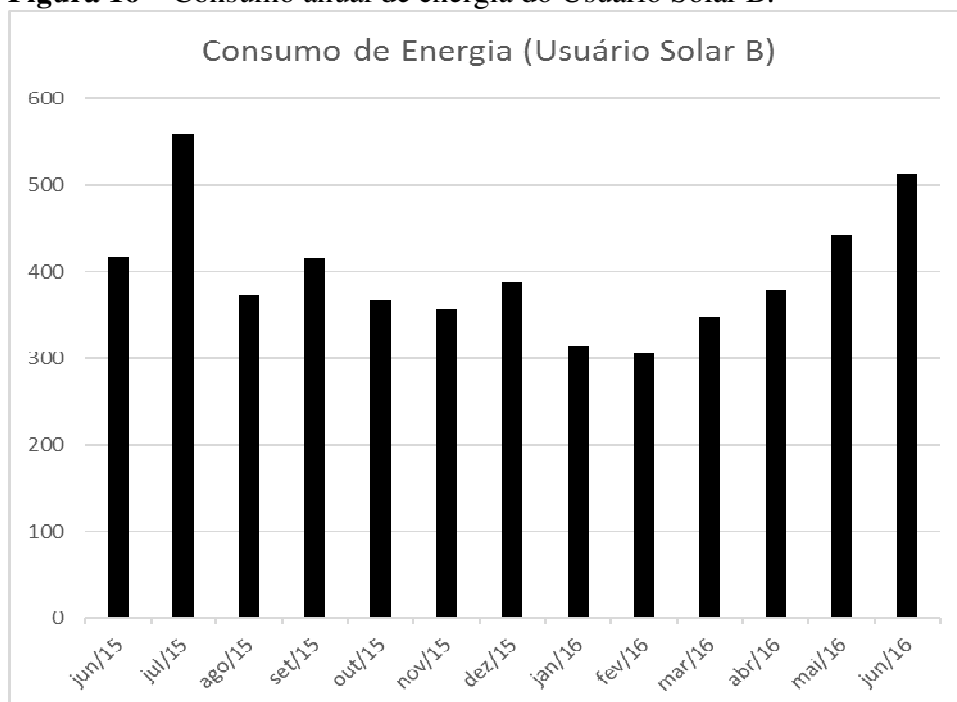
Esse método vem sendo cada vez mais utilizado, devido à demanda de exigência cada vez maior de obras sustentáveis, e tendo uma grande aceitação entre seus usuários. Assim como o método elétrico, também foram analisadas 5 residências para esse método.

Conforme mostra a Figura 15, o usuário A teve variações inconstantes, variando no mínimo próximo a 300 KWh e o máximo superando os 600 KWh. Alguns meses tiveram uma diferença pequena em comparação a outros meses, que tiveram diferenças de quase o dobro do consumo.

Figura 15 – Consumo anual de energia do Usuário Solar A.

Fonte: Autor (2016).

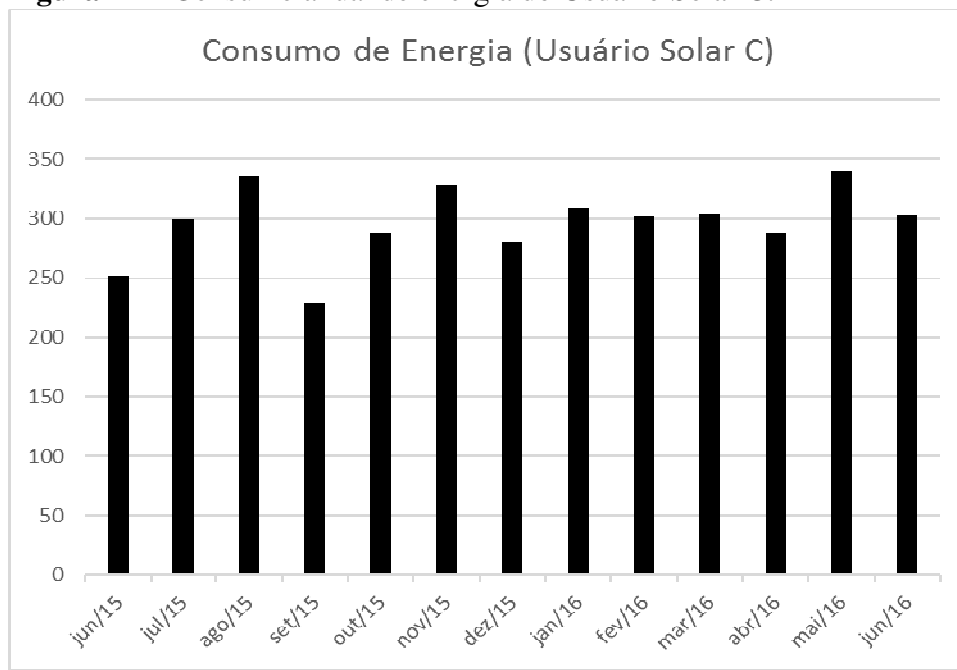
Conforme mostra a Figura 16, o usuário B teve consumos relativamente próximos, o que não gerou grandes variações. Este teve um consumo máximo pouco maior de 550 KWh e um consumo mínimo de pouco mais de 300 KWh.

Figura 16 – Consumo anual de energia do Usuário Solar B.

Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 17, o usuário C tem sempre pequenas variações, tendo um máximo e mínimo relativamente próximos, com seu máximo próximo aos 350 KWh, e o mínimo próximo aos 250 KWh.

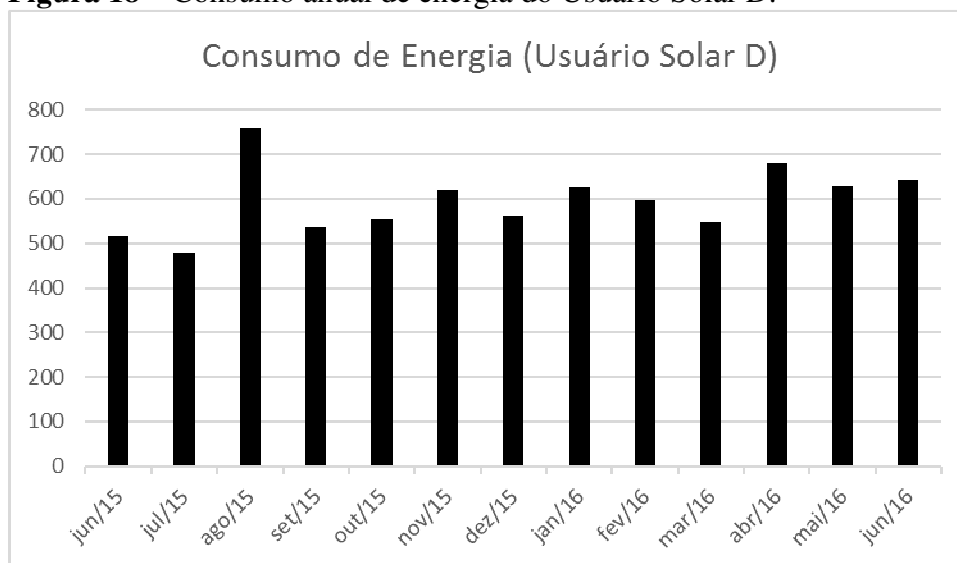
Figura 17 – Consumo anual de energia do Usuário Solar C.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 18, o usuário D tem um consumo de energia consideravelmente mais alto que os demais, e variando bastante os consumos mensais chegando a ter uma diferença de quase 300 KWh, com seu mínimo próximo dos 500 KWh e seu máximo próximo dos 800 KWh.

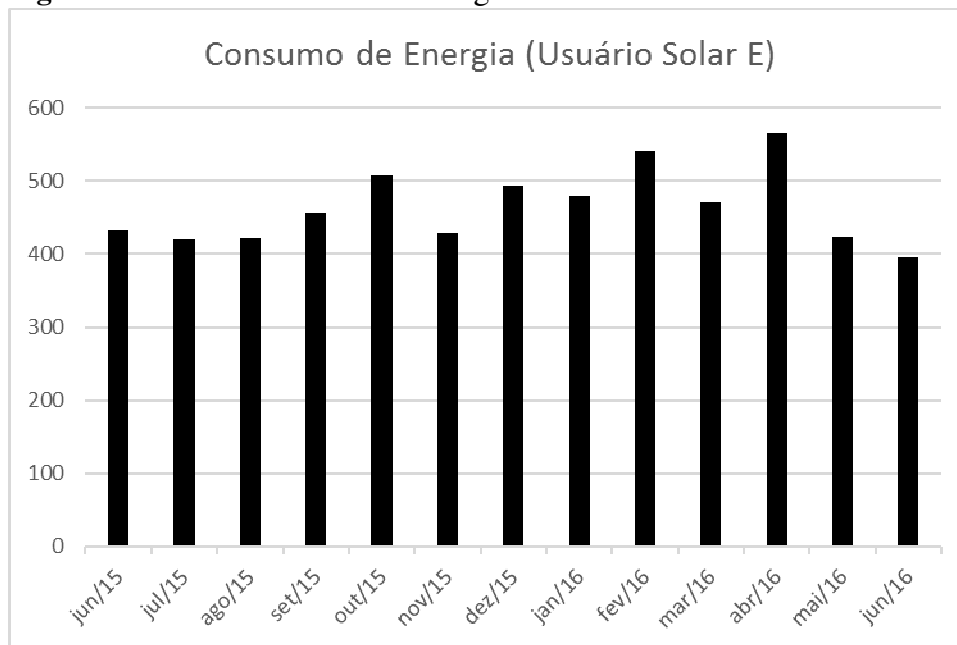
Figura 18 – Consumo anual de energia do Usuário Solar D.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 19, o usuário E teve variações consideravelmente baixas, variando no mínimo de próximo a 400 KWh e o próximo aos 600 KWh.

Figura 19 – Consumo anual de energia do Usuário Solar E.



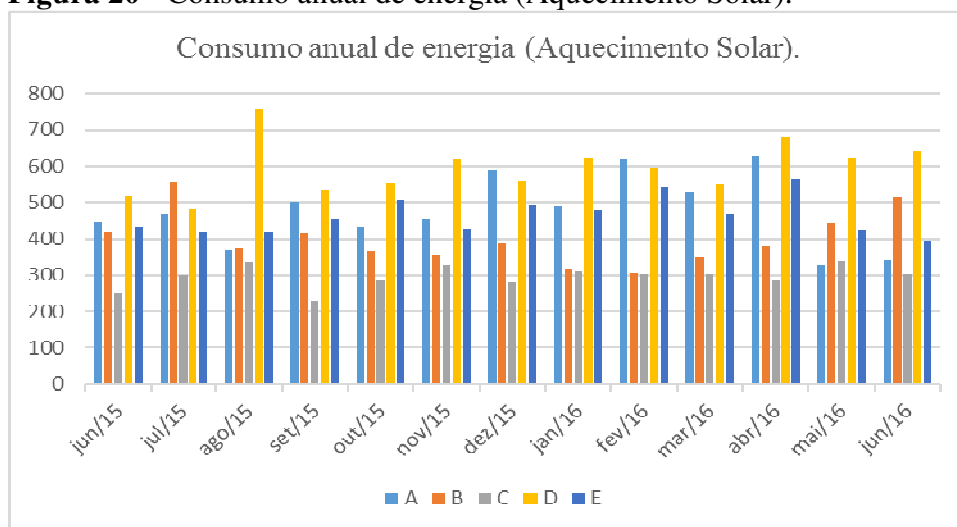
Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Tabela 3 e a Figura 20, elas contêm o consumo anual de energia nas residências que são equipadas de aquecimento solar de água, mostrando mês a mês todas as variações que ocorreram.

Tabela 3 - Consumo anual de energia (Aquecimento Solar).

USUÁRIO	CONSUMO ENERGIA (KWh)												
	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16
A	447	470	371	501	434	457	587	490	620	529	630	327	342
B	417	559	372	416	367	357	388	314	306	348	379	442	512
C	252	300	335	229	288	327	280	309	302	304	288	339	303
D	517	480	758	537	553	619	562	626	598	549	679	627	643
E	433	420	422	456	507	428	493	479	541	470	565	424	396

Fonte: Autor (2016).

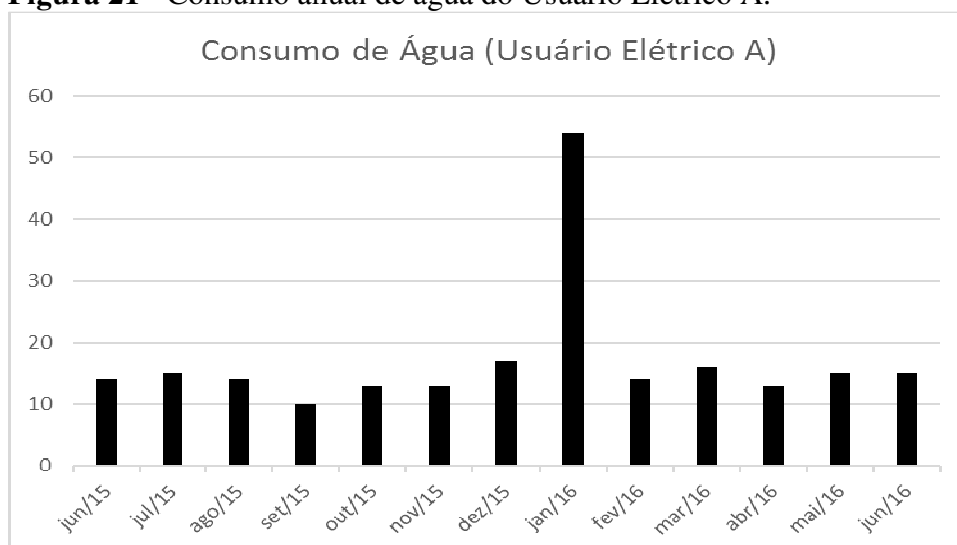
Figura 20 - Consumo anual de energia (Aquecimento Solar).

Fonte: Autor (2016).

4.1.2. Consumo de Água

4.1.2.1. Aquecimento Elétrico

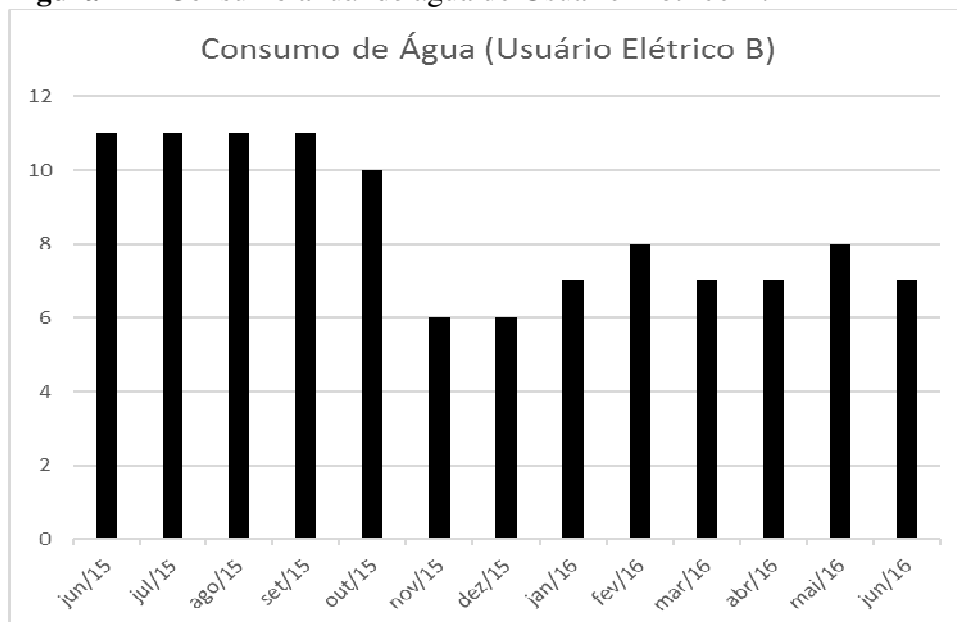
Conforme mostra a Figura 21, o Usuário A tem um consumo médio de 15 m³ mensal aproximadamente, variando em um único mês em que chegou a ultrapassar os 50 m³. De acordo com o usuário, esse fato ocorreu devido a uma torneira que está localizada na edícula, que estava com problema e passou cerca de um mês aberta, consumindo muita água sem que ninguém visse ou percebesse até o momento em que chegou a fatura.

Figura 21 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico A.

Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 22, o Usuário B tem um consumo de água relativamente baixa, e variando no máximo 5 m³ em seus picos, chegando seu máximo a 11 m³ e seu mínimo a 6 m³.

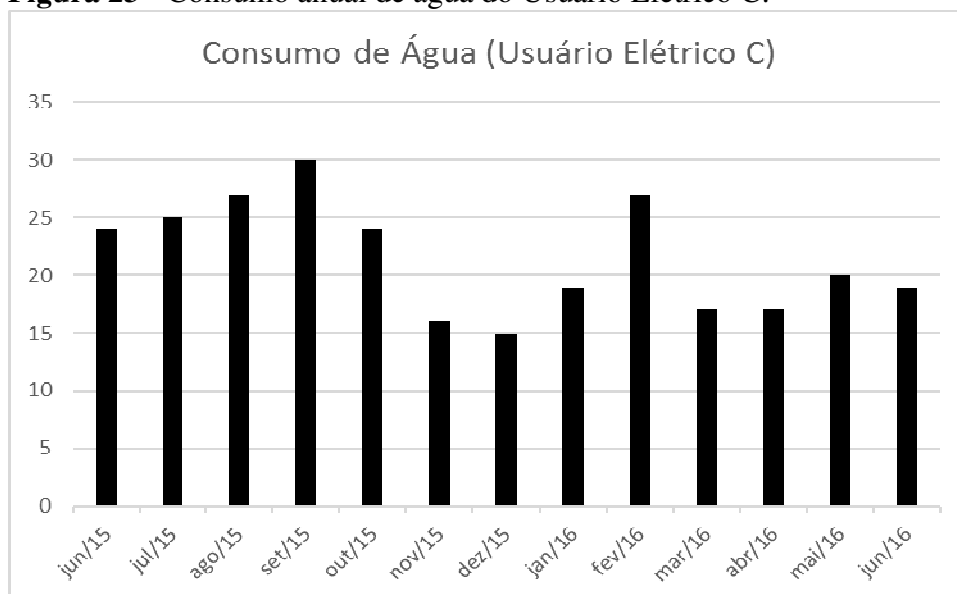
Figura 22 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico B.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 23, o Usuário C teve variações de consumo grandes. Isso se dá pelo fato de que no intervalo de junho até o mês de outubro, de acordo com o usuário, a residência estava em obra, o que acabou causando uma diferença do dobro entre os consumos mnimo e o máximo, que chegaram a 15 m³ o mínimo e 30 m³ o máximo.

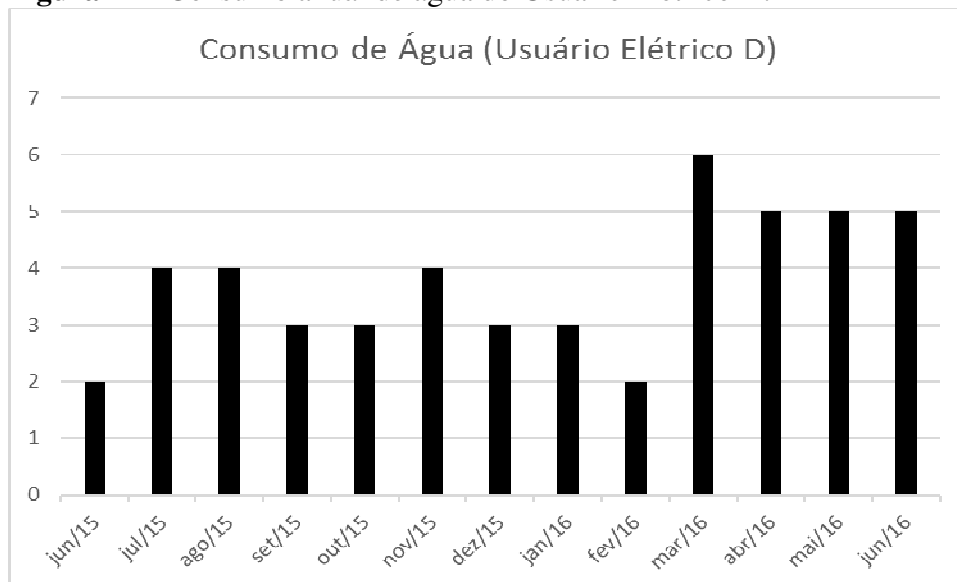
Figura 23 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico C.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 24, o Usuário D não teve um consumo excessivo de água. No início de 2016, segundo o usuário, uma nova pessoa começou a morar na residência, o que explica o aumento no consumo, que chegou o máximo a ser 3 vezes maior que o mínimo. Teve um valor máximo de 6 m³ e um mínimo de 2 m³.

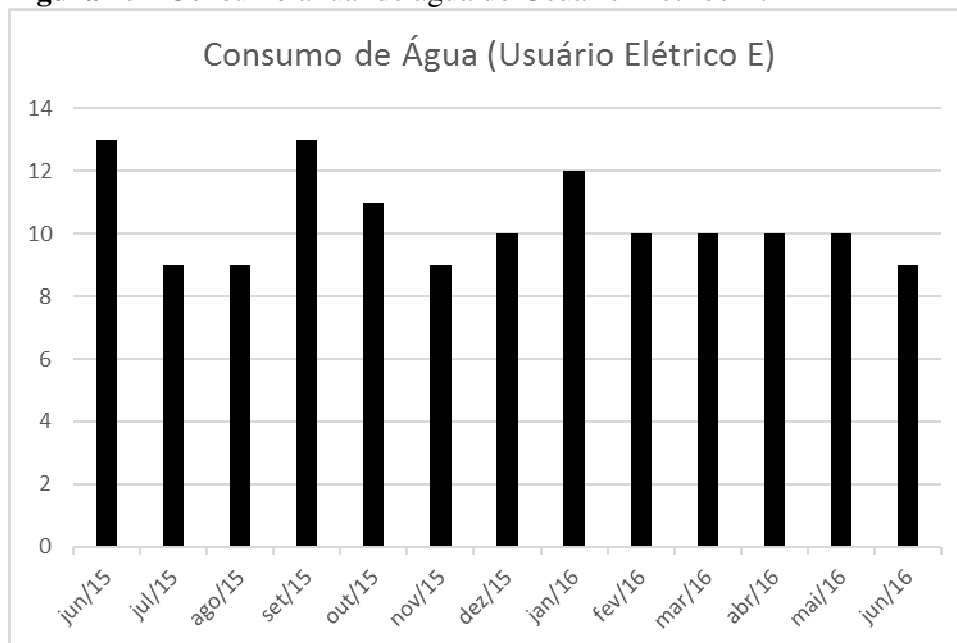
Figura 24 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico D.



Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 25, o usuário E tem um consumo relativamente constante, variando apenas em 4 m³ em seus picos, com um mínimo de 9 m³ e máximo de 13 m³.

Figura 25 - Consumo anual de água do Usuário Elétrico E.



Fonte: Autor (2016).

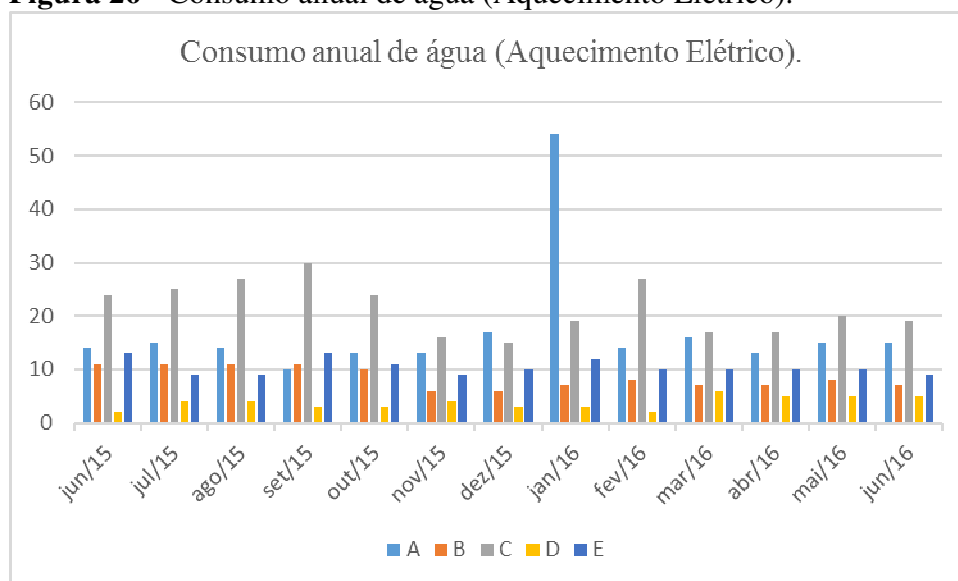
De acordo a Tabela 4 e a Figura26, estes são os consumos de água de todos os meses no período pesquisado, onde pode-se ver mais claramente os valores de consumo de cada mês separadamente.

Tabela 4 - Consumo anual de água (Aquecimento Elétrico).

USUÁRIO	CONSUMO ÁGUA (M³)												
	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16
A	14	15	14	10	13	13	17	54	14	16	13	15	15
B	11	11	11	11	10	6	6	7	8	7	7	8	7
C	24	25	27	30	24	16	15	19	27	17	17	20	19
D	2	4	4	3	3	4	3	3	2	6	5	5	5
E	13	9	9	13	11	9	10	12	10	10	10	10	9

Fonte: Autor (2016).

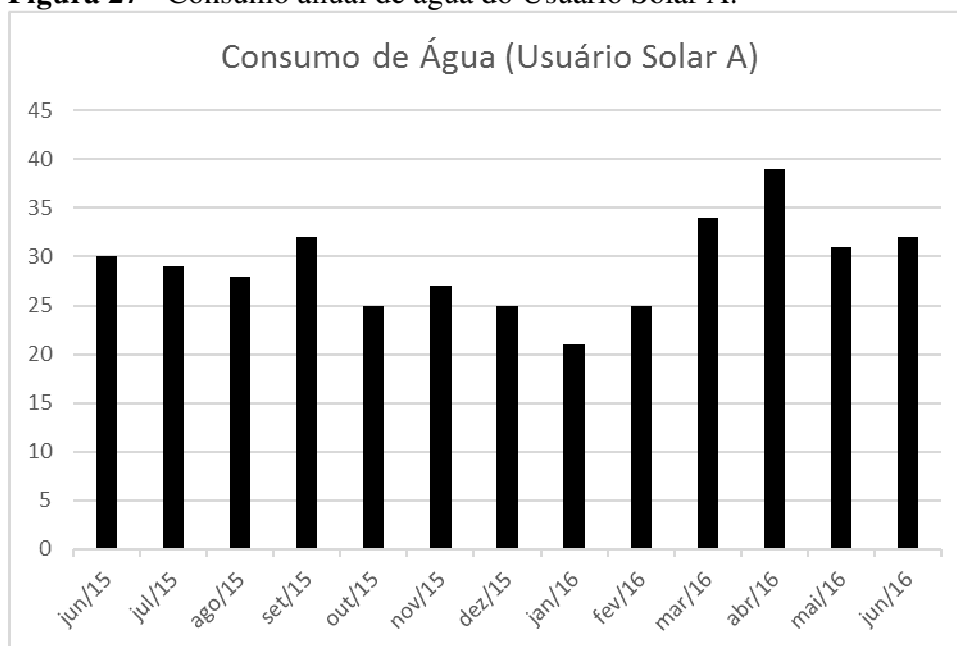
Figura 26 - Consumo anual de água (Aquecimento Elétrico).



Fonte: Autor (2016).

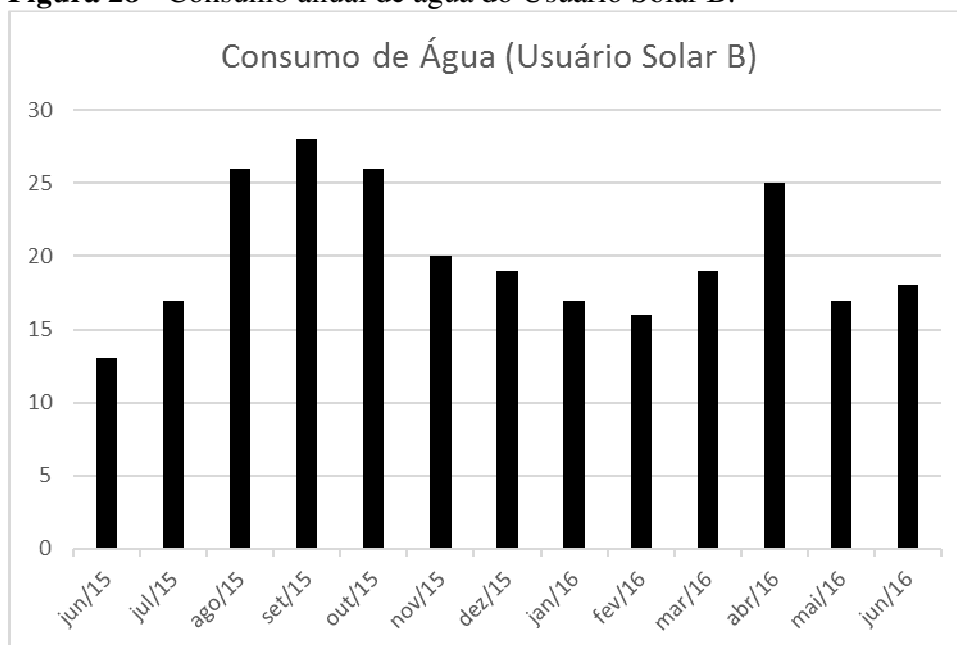
4.1.2.2. Aquecimento Solar

Conforme mostra a Figura 27, o Usuário A tem um consumo mais elevado que a maioria dos usuários de aquecimento elétrico. Há grandes variações nos consumos, com seu máximo sendo próximo aos 40 m³ e o seu mínimo um pouco mais de 20 m³.

Figura 27 - Consumo anual de água do Usuário Solar A.

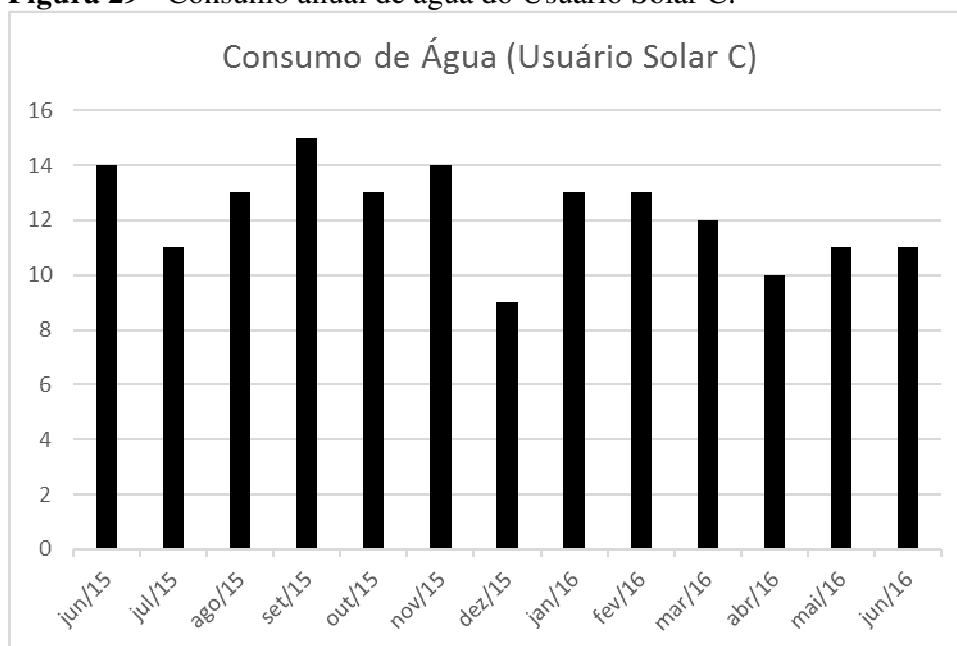
Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 28, o Usuário B possui bastantes variações de consumo entre um mês e outro. Seu máximo ultrapassa os 25 m³ e seu mínimo fica próximo aos 15 m³.

Figura 28 - Consumo anual de água do Usuário Solar B.

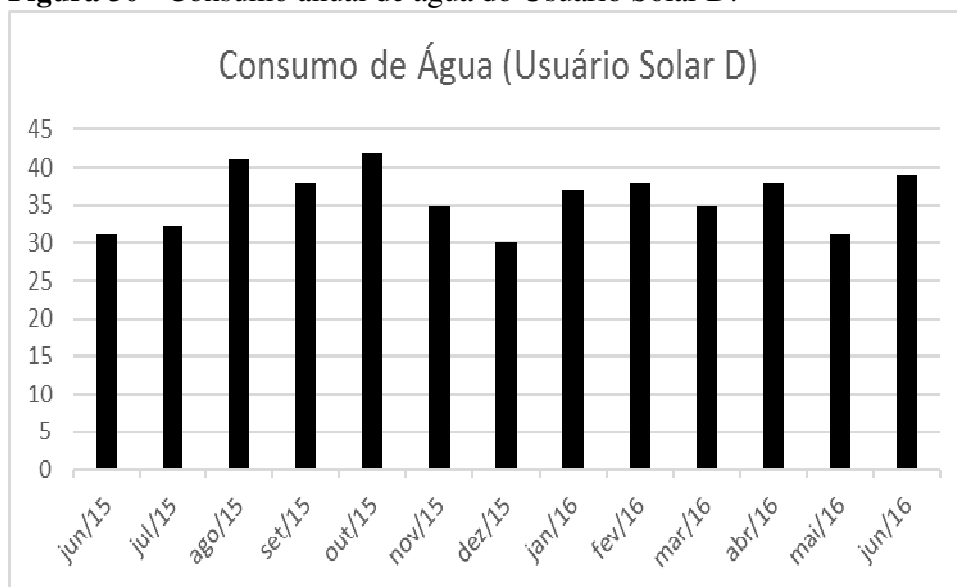
Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 29, o Usuário C possui um consumo relativamente parecido entre os meses, tendo somente uma grande variação para o pico mínimo, porém, com seu máximo muito próximo do consumo médio. Seu máximo chega aos 15 m³ e seu mínimo aos 9 m³.

Figura 29 - Consumo anual de água do Usuário Solar C.

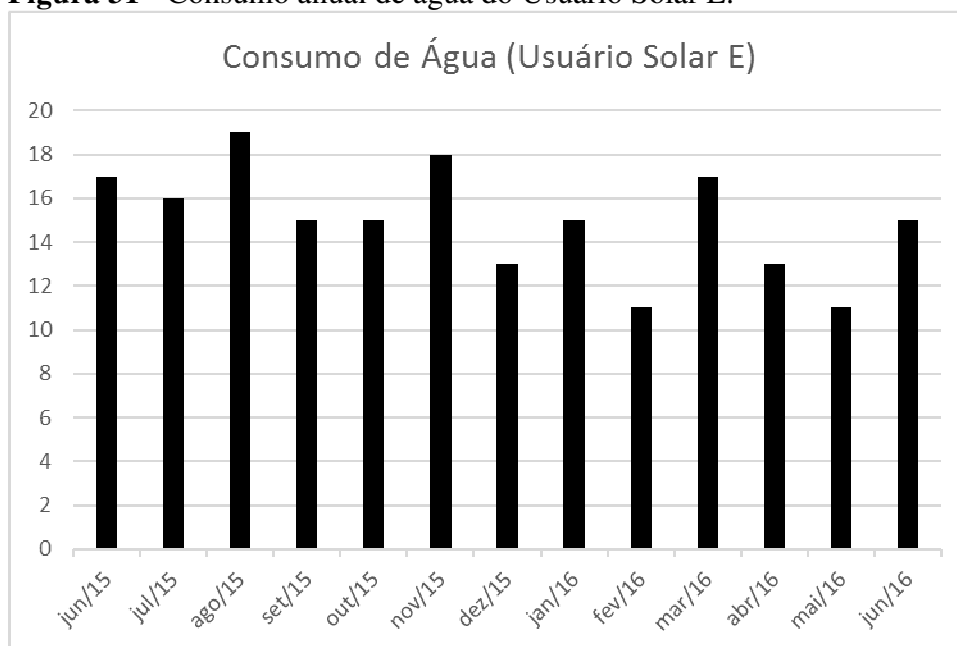
Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 30, o usuário D, assim como seu consumo de energia, possui um consumo de água elevado comparado com os outros usuários, variando em seus picos mais de 10 m³, com seu mínimo chegando aos 30 m³ e seu máximo superando os 40 m³.

Figura 30 - Consumo anual de água do Usuário Solar D.

Fonte: Autor (2016).

Conforme mostra a Figura 31, o Usuário E tem variações constantes no consumo, chegando seus picos a terem um diferença de 9 m³. Seu consumo máximo alcança os 19 m³ e seu mínimo os 11 m³.

Figura 31 - Consumo anual de água do Usuário Solar E.

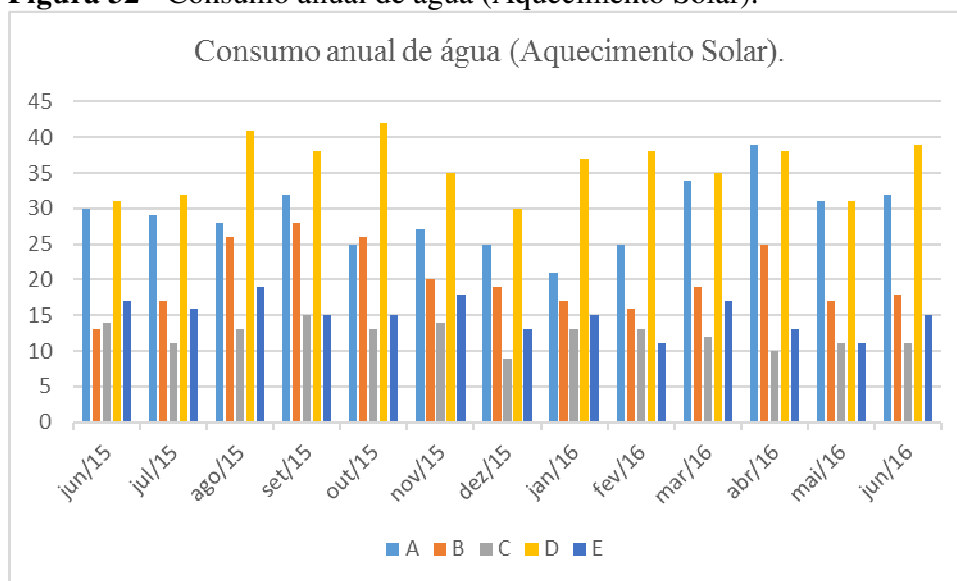
Fonte: Autor (2016).

De acordo com a Tabela 5 e a Figura 32, que mostram o consumo de água mês a mês no período da pesquisa, pode-se ver as variações nos consumos comentados acima, porém, de forma mais precisa e podendo analisar cada mês separadamente.

Tabela 5 - Consumo anual de água (Aquecimento Solar).

USUÁRIO	CONSUMO ÁGUA (M³)												
	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16
A	30	29	28	32	25	27	25	21	25	34	39	31	32
B	13	17	26	28	26	20	19	17	16	19	25	17	18
C	14	11	13	15	13	14	9	13	13	12	10	11	11
D	31	32	41	38	42	35	30	37	38	35	38	31	39
E	17	16	19	15	15	18	13	15	11	17	13	11	15

Fonte: Autor (2016).

Figura 32 - Consumo anual de água (Aquecimento Solar).

Fonte: Autor (2016).

4.1.3. Media de Consumos

Foi tratado até este momento dos consumos mensais no período de junho de 2015 a junho de 2016, porém, todos estes dados tem como finalidade a comparação entre consumo dos dois métodos, afim de se analisar qual o melhor e mais econômico.

Começaremos com o sistema mais utilizado, o sistema elétrico. De acordo com a Tabela 6, os usuários apesarem de relativamente satisfeitos com seu método de aquecimento, alguns ainda optariam pela mudança do método.

Tabela 6 – Dados sistema elétrico coletados pelo formulário de pesquisa.

Usuário	Nº de pessoas	Tempo de moradia	Grau de satisfação	Trocaria?	Qual?
A	4	2	8	SIM	Solar
B	4	1,5	9	NÃO	
C	5	25	7	SIM	Solar
D	3	2,5	7	SIM	Solar
E	3	33	8	SIM	Gás

Fonte: Autor (2016).

O índice de satisfação tem uma média de 7,8, estando esse índice categorizado como ótimo. Porém, mesmo com esse índice, 80% dos usuários trocariam para outro sistema. Daqueles que trocariam o sistema utilizado, 75% optaria pelo aquecimento solar e 25% para aquecimento a gás.

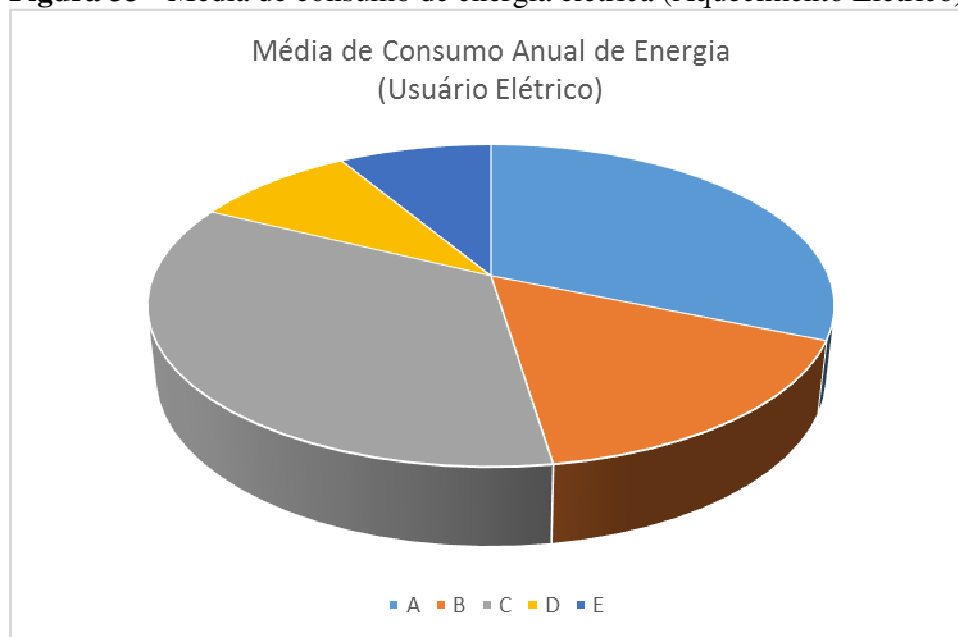
Referente aos consumos, os resultados obtidos estão dentro dos valores que eram esperados. A Tabela 7 mostra as médias obtidas através dos 12 meses de consumo de energia de cada usuário, e a Figura 33 um gráfico desses valores.

Tabela 7 – Média de consumo de energia elétrica (Aquecimento Elétrico).

USUÁRIO	MÉDIA POR USUÁRIO
A	417
B	216
C	462
D	121
E	114

Fonte: Autor (2016).

Figura 33 - Média de consumo de energia elétrica (Aquecimento Elétrico).



Fonte: Autor (2016).

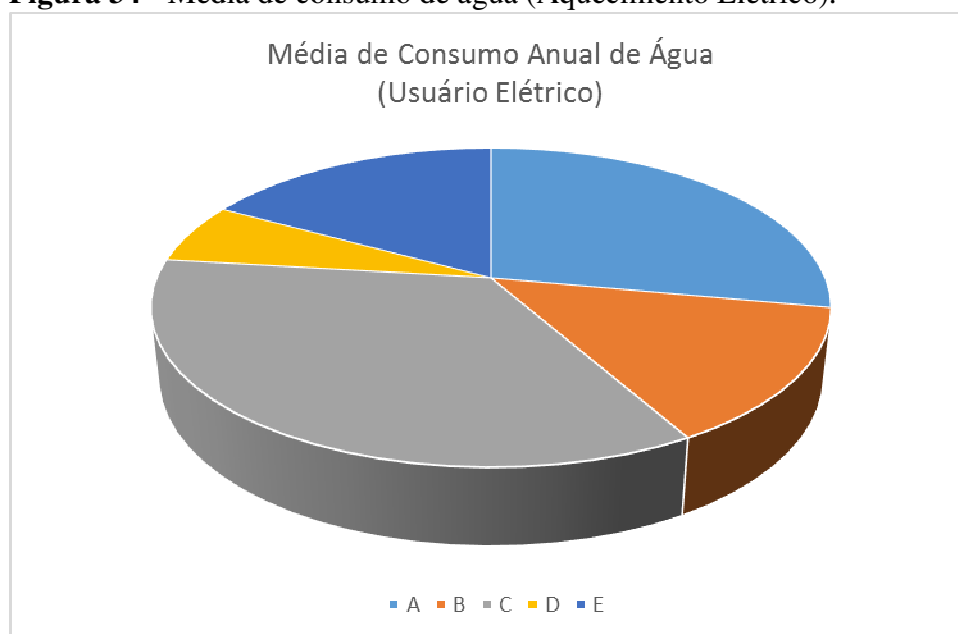
As variações de valores em residências com o mesmo número de pessoas, como no caso dos usuários A e B, se dão pelo fato de na residência do usuário A ter 4 pessoas já adultas (pai, mãe e dois filhos) e ter vários aparelhos elétricos, sendo que um dos filhos usa um computador praticamente o dia inteiro para seu trabalho. No caso da residência do usuário B há somente 2 pessoas adultas e 2 crianças, e não possuindo muitos aparelhos elétricos.

A Tabela 8 mostra as médias obtidas através dos 12 meses de consumo de água de cada usuário, e a Figura 34 um gráfico desses valores.

Tabela 8 - Média de consumo de água (Aquecimento Elétrico).

USUÁRIO	MÉDIA POR USUÁRIO
A	19
B	9
C	23
D	4
E	11

Fonte: Autor (2016).

Figura 34 - Média de consumo de água (Aquecimento Elétrico).

Fonte: Autor (2016).

No consumo de água, igualmente ao consumo de energia, os usuários A e B tem uma variação de consumo relativamente grande. Pelo fato do usuário B ter duas crianças na residência e os próprios pais darem banho nas duas, em bacia ou quando algum deles toma banho.

Analizados os dados do sistema elétrico, agora serão analisados os dados do sistema solar. Na tabela 9 observam-se os dados coletados dos usuário deste sistema.

Tabela 9 - Dados sistema solar coletados pelo formulário de pesquisa.

Usuário	Nº de pessoas	Tempo de moradia	Taxa de satisfação	Trocaria?	Qual?
A	4	10	9	N	
B	4	2	10	N	
C	4	6	9	N	
D	4	2	7	N	
E	3	2	10	N	

Fonte: Autor (2016).

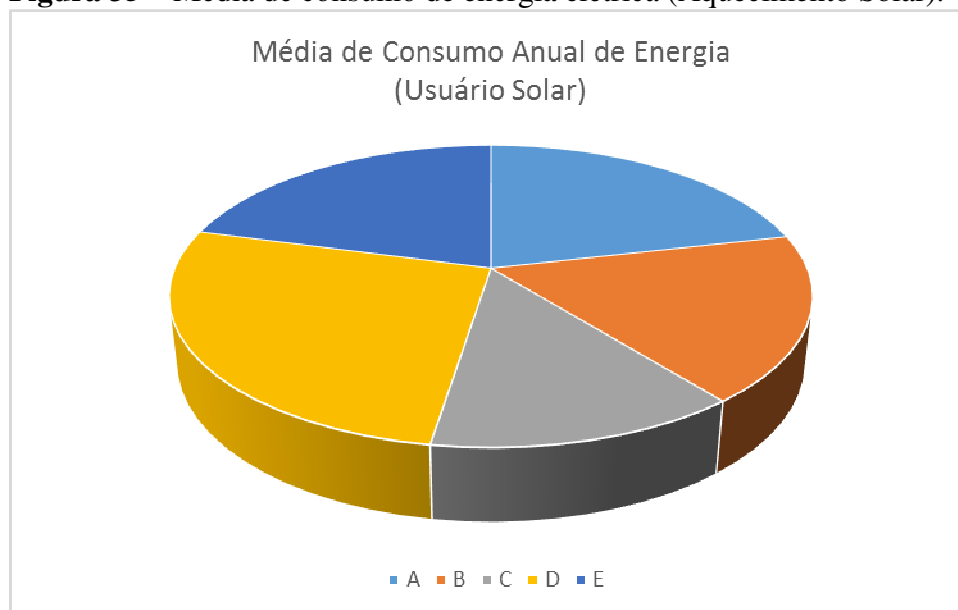
Pode-se notar que, diferente do outro sistema, o solar possui uma taxa de aceitação e de satisfação da sua utilização melhor que o sistema elétrico. A taxa média de satisfação deste sistema está em 9, o que é categorizado nesta pesquisa como excelente, tendo uma aceitação tão boa entre os usuários que, 100% deles não trocariam o sistema por outro.

A Tabela 10 e a Figura 35 mostram o consumo médio anual de energia elétrica nas residências com aquecimento solar.

Tabela 10 – Média de consumo de energia elétrica (Aquecimento Solar).

USUÁRIO	MÉDIA POR USUÁRIO
A	517
B	431
C	321
D	646
E	503

Fonte: Autor (2016).

Figura 35 – Média de consumo de energia elétrica (Aquecimento Solar).

Fonte: Autor (2016).

Percebe-se em relação ao consumo de energia do sistema elétrico que, apesar de economizar com a energia que se aquece a água, o consumo é praticamente igual ou até maior neste sistema. Isso acontece por causa dos usuários do sistema solar serem, nesta pesquisa, de classe média ou média alta, e na maioria das residências há aparelhos elétricos como: ar condicionado e secadora de roupa, que acabam consumindo uma quantidade de energia maior, por serem usados com maior frequência em diferentes épocas do ano.

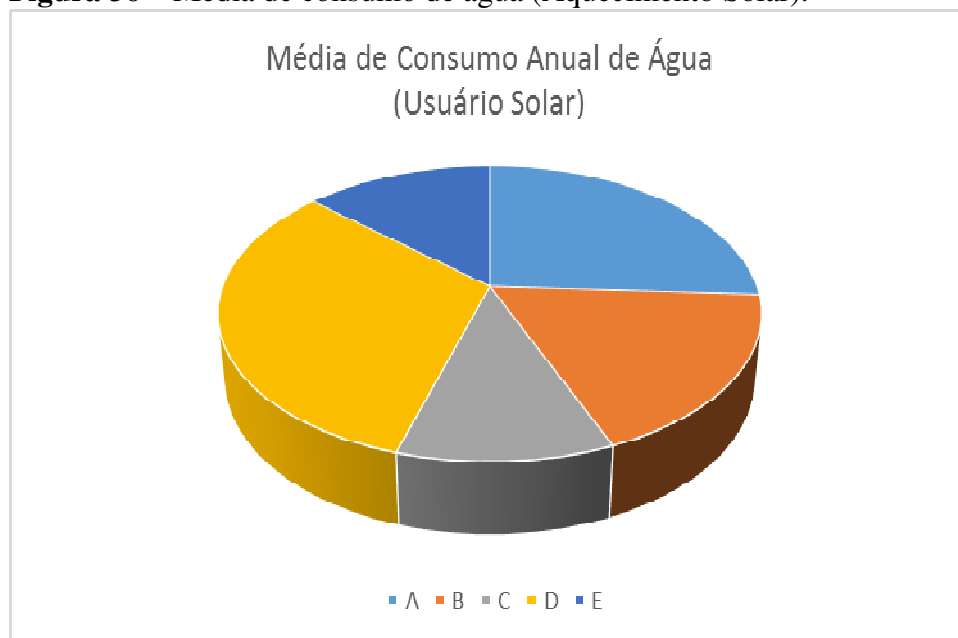
A Tabela 11 caracteriza o consumo médio de água no sistema solar no período pesquisado, e a Figura 36 ilustra esse consumo.

Tabela 11 – Média de consumo de água (Aquecimento Solar).

USUÁRIO	MÉDIA POR USUÁRIO
A	32
B	22
C	13
D	39
E	16

Fonte: Autor (2016).

Figura 36 – Média de consumo de água (Aquecimento Solar).



Fonte: Autor (2016).

Assim como o consumo médio de energia, o consumo de água também é superior no sistema solar, pois assim como mencionado, todos os usuários desse sistema são de uma classe social mais elevada, alguns possuindo até mesmo piscina em sua residência, como é o caso do usuário D. Pelo fato de não consumir energia elétrica para aquecer a água, há

naturalmente um consumo mais elevado de água, e no caso das residências com piscina há a limpeza constante, troca de água, etc.

CAPÍTULO 5

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos comparados se mostraram eficientes em todas as residências analisadas, independente se o dono da residência optaria ou não pela alteração do método, pois independente do sistema utilizado, as médias anuais de consumo, ficaram muito próximas. Um dos fatores mais preponderantes é, sem dúvida, o valor da aquisição do sistema, pois como foi verificado nos resultados desta pesquisa, a classe social vai interferir diretamente na escolha, assim como a eficiência para aquecimento da água em cada sistema e a economia que haverá no consumo de energia. Outro ponto importante é que a classe social vai interferir tanto na escolha do sistema como no consumo mensal, pois foi verificado que as pessoas que possuem um sistema solar são de classe média alta ou alta, enquanto que as pessoas que possuem o sistema elétrico são de classe média ou baixa.

O trabalho e a pesquisa foram desafiadores, pois nas residências visitadas nem todos aceitavam ceder informações pessoais, mesmo que soubessem a finalidade da pesquisa, ficavam um tanto receosos. Após algum tempo de pesquisa, até se obter todos os dados, ocorreu a preparação dos gráficos e das tabelas e a comparação entre os dois. Com todos os dados analisados, pode-se concluir que não há grandes variações de consumo nos dois sistemas, pois aqueles que possuem aquecimento elétrico são de classe baixa ou classe média baixa, e não possuem muitos aparelhos que tenham um consumo excessivo de energia elétrica, enquanto os que possuem aquecimento solar são na maioria classe média ou até mesmo média alta, estes possuindo mais aparelhos que tem um consumo de energia maior que os mais usuais, ou até mesmo, mais de um mesmo aparelho.

Este trabalho teve como finalidade mostrar variações de consumo de água e energia, a fim de orientar profissionais ou futuros profissionais do ramo da construção civil, a se embasar para decidir qual método utilizar em suas obras.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Comparativo de troca de aquecimento elétrico para solar em uma residência;
- Comparativo de aquecimento solar, elétrico e a gás;
- Utilização de aquecimento solar para aquecimento de piscina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIGO, J. F. **Estudo Comparativo dos Custos de Aquecedores de Passagem Individual a Gás e um Sistema de Aquecimento Centralizado a Gás com Apoio Solar para Aquecimento de Água em Edifícios Residenciais Multifamiliares.** <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/122004/TCC%20-%20Jessica%20Filipini%20Frigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

CAVALCANTE, K. G. **Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/energia-eletrica.htm>>. Acesso em: 01 mai. 2016.

TIBA, C. **ATLAS SOLAMÉTRICO DO BRASIL.** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2016.

ITAIPU BINACIONAL. **Geração.** Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

DASOL – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ENERGIA SOLAR TÉRMICA. **Energia Solar térmica e suas tecnologias.** Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/2014/02/energia-solar-termica-e-suas-tecnologias/>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

DASOL – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ENERGIA SOLAR TÉRMICA. **Princípio de funcionamento.** Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/principio-de-funcionamento>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

SOLETROL AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA. **O Que é e Como Funciona o Aquecedor Solar de Água Soletrol.** Disponível em: <<http://www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol/>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

APÊNDICE

Apêndice A – Lista de formulários de dados levantados.

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Jabota					Nº:		Bairro: Parque Verde			
Nome: Usuário A										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			4		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		(X)		()			2		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	(X)		()		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	417									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	19									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	()	(X)	()	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim (X) Não ()		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		(X)			()		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Hermes Vessaro					Nº:		Bairro: São Cristovão			
Nome: Usuário B										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			4		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		(X)		()			1 ano e 6 meses		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	(X)		()		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	216									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	9									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	()	()	(X)	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim () Não (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		()			()		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Marechal Deodoro					Nº:		Bairro: Neva			
Nome: Usuário C										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			5		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		()		(X)			25		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	(X)		()		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	462									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	23									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	(X)	()	()	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
	Não ()		()		(X)			()		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Tranquilo Noro					Nº:		Bairro: Parque Verde			
Nome: Usuário D										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			3		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		(X)		()			2 ano e 6 meses		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	(X)		()		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	121									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	4									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	(X)	()	()	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
	Não ()		()		(X)			()		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Capanema					Nº:		Bairro: São Cristovão			
Nome: Usuário E										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			3		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		()		(X)			33 anos		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	(X)		()		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	114									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	11									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	()	(X)	()	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim (X) Não ()		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		()			(X)		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço Rua Terezina					Nº:		Bairro: Tropical			
Nome: Usuário A										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			4		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quanto anos?		
	()		(X)		()			10		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	()		(X)		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	517									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	32									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	()	()	(X)	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim () Não (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		()			()		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Flamboyant					Nº:		Bairro: Tropical			
Nome: Usuário B										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			4		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		(X)		()			2		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	()		(X)		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	431									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	22									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	()	()	()	(X)
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim () Não (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		()			()		

TABELA DE PESQUISA TCC											
Endereço: Benicio Salvador						Nº:		Bairro: Região do Lago			
Nome: Usuário C											
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?			
	()		()		(X)			4			
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?			
	()		(X)		()			6 anos			
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro			
	()		(X)		()						
Qual é a média de consumo de água na residência?	321										
Qual é a média de consumo de energia na residência?	13										
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	()	()	()	()	()	()	()	()	(X)	()	
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim () Não (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás			
			()		()			()			

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Machado de Assis					Nº:		Bairro: Região do Lago			
Nome: Usuário D										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			4		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		(X)		()			2		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	()		(X)		(X)					
Qual é a média de consumo de água na residência?	646									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	39									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	(X)	()	()	()
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim () Não (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		()			()		

TABELA DE PESQUISA TCC										
Endereço: Rua Joel Sanways					Nº:		Bairro: Alto Alegre			
Nome: Usuário E										
Quantas pessoas moram na casa?	1		2		Mais de 2			Quantas?		
	()		()		(X)			3		
A quanto tempo moram no local?	Até 1 ano		De 1 e 10 anos		Mais de 10 anos			Quantos anos?		
	()		(X)		()			3		
Qual o método de aquecimento de água na residência?	Chuv. Elét.		Solar		Gás			Outro		
	()		(X)		()					
Qual é a média de consumo de água na residência?	503									
Qual é a média de consumo de energia na residência?	16									
Qual nota você dá para a sua satisfação com o seu método de aquecimento?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	()	()	()	()	()	()	()	()	()	(X)
Você trocaria seu sistema de aquecimento? Se sim, por qual sistema trocaria?	Sim () Não (X)		Chuv. Elét.		Solar			Gás		
			()		()			()		