

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JAIR RAMOS GALAN

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO SOLAR DE
ÁGUA PARA CASAS DO PROGRAMA MINHA CASA, MINHA
VIDA NO CONJUNTO HABITACIONAL MILTON DE PAULA
WALTER NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2016

JAIR RAMOS GALAN

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO SOLAR DE
ÁGUA PARA CASAS DO PROGRAMA MINHA CASA, MINHA
VIDA NO CONJUNTO HABITACIONAL MILTON DE PAULA
WALTER NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Msc. Roberto Widerski

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PARA
CASAS DO PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA NO CONJUNTO
HABITACIONAL MILTON DE PAULA WALTER NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO -
PARANÁ**

por

Jair Ramos Galan

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h30min do dia 14 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc. Luiz Becher

(UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Barradas Moreira

(UTFPR)

Prof. Msc. Roberto Widerski

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço ao meus pais por tornar tudo isso possível, sempre me aconselhando e me dando suporte, também aos meus tios por terem me acolhido em sua casa, tornando-se minha segunda família. Agradeço também ao meu orientador Roberto Widerski por sua paciência e sabedoria e aos amigos por se fazerem sempre presente.

RESUMO

GALAN, Jair R. Avaliação da utilização de aquecimento solar de água para casas do programa Minha Casa, Minha Vida no conjunto habitacional Milton de Paula Walter na cidade de Campo Mourão – PR. 2016. 38 f. Trabalho de conclusão de curso – Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Este trabalho apresenta um estudo de caso para quantificar a satisfação dos moradores do programa do governo federal, Minha Casa, Minha Vida, em relação ao uso do sistema de aquecimento solar de água, item obrigatório do programa. Ainda avaliar o comportamento dos moradores em relação a utilização e as manutenções que se fazem necessárias, buscando saber se o investimento massivo traz algum benefício para os contemplados. O estudo foi realizado no conjunto habitacional Milton de Paula Walter na cidade de Campo Mourão - Paraná.

Palavras-chave: Sistema de Aquecimento Solar de Água, Minha Casa, Minha Vida

ABSTRACT

GALAN, Jair R. Avaliação da utilização de aquecimento solar de água para casas do programa Minha Casa, Minha Vida no conjunto habitacional Milton de Paula Walter na cidade de Campo Mourão – PR. 2016. 38 f. Trabalho de conclusão de curso – Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

This work presents a case study to quantify the satisfaction of the program residents, Minha Casa, Minha Vida, for the solar water heater system, a mandatory item of the program. It also evaluates the behavior of the residents regarding the use and maintenance procedures that are necessary, to investigate whether the massive investment brings some benefit to the contemplated. The study was done in housing Milton de Paula Walter in the city of Campo Mourão - Paraná.

Keywords: Solar Water Heater Systems, Minha Casa, Minha Vida

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 JUSTIFICATIVA	11
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1 ENERGIA SOLAR	12
4.2 BREVE HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR.....	13
4.3 ENERGIA SOLAR PARA FINS DOMÉSTICOS.....	13
4.4 COLETORES SOLARES.....	14
4.4.1 Princípio de funcionamento	15
4.4.2 Sistema de aquecimento.....	17
4.4.3 Sistemas de armazenamento.....	18
4.4.4 Sistemas de circulação	19
4.5 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA.....	20
4.6 TERMO DE REFERENCIA - SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA (SAS).....	22
5 METODOLOGIA.....	23
6 RESULTADOS	25
7 CONCLUSÃO.....	32
8 REFERENCIAS.....	33
9 APÊNDICE	36
APÊNDICE A	36

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o a Agência Internacional de Energia (2011) 81% de toda energia produzida no mundo em 2011 eram provenientes de combustíveis fósseis como o petróleo, o gás natural e o carvão mineral. Isso mostra o quanto somos dependentes dessas fontes de energia, que é finita e altamente poluente.

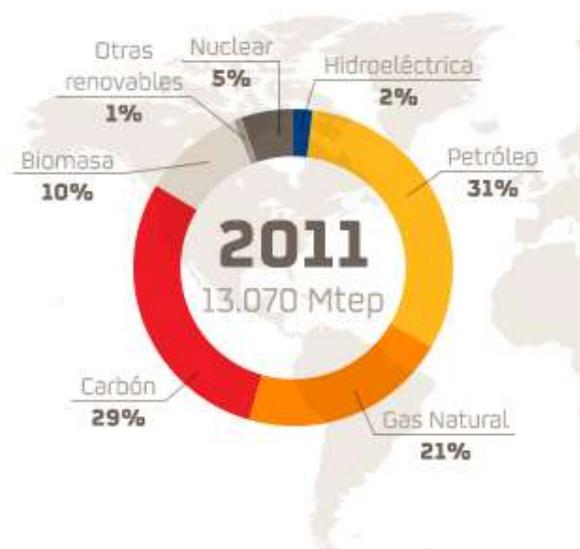


Figura 1 - Matriz energética mundial de 2011
Fonte: Adaptado de Agência Internacional de Energia

O Sol é uma fonte de energia que sempre esteve presente em nossas vidas. Com a finalidade de aproveitar melhor essa energia, que diariamente é renovada, existe as pesquisas para um melhor aproveitamento da energia solar. Há pesquisadores como Geoff Macy, astrônomo da Universidade da Califórnia, que acreditam que a única fonte de energia capaz de sustentar civilizações extremamente evoluídas seria um sol.

Incapacitados pelas tecnologias do nosso tempo, temos que utilizar maneiras menos eficientes de aproveitar a energia emitida pela nossa estrela-mãe. Uma das tecnologias que temos fácil acesso nos dias atuais seria os coletores solares para aquecimento de água, uma maneira de obter água quente para uso doméstico, ou até mesmo empresarial, dependendo do tamanho do

sistema de coletores, reduzindo o consumo de fontes finitas e poluentes de energia.

Com o intuito de reduzir gastos das famílias de baixa renda, e aproveitando o investimento feito no setor imobiliário, o Programa Minha Casa, Minha Vida tornou obrigatório o uso de coletores solares para aquecimento de água em todas as moradias entregues pelo programa. Isso só se torna viável pelo alto índice de insolação presente na região do país inteiro.

Apesar de toda a rigorosidade aplicada pela CAIXA Econômica Federal, responsável pela contratação de empreiteiras para a elaboração e execução dos projetos, esse trabalho tem a finalidade de avaliar a instalação externa dos coletores nas residências do conjunto habitacional Milton de Paula Walter, e quantificar a satisfação dos moradores em relação ao sistema de aquecimento solar de água.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a instalação de coletores solares planos para aquecimento de água em habitações do Programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Campo Mourão Paraná e avaliar o nível de satisfação dos usuários.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se os coletores foram instalados corretamente, de maneira que determina o Termo de Referência – Sistemas de Aquecimento Solar de Água;
- Quantificar a satisfação dos residentes em relação aos coletores solares.
- Levantar se os moradores foram instruídos de alguma forma para uma correta utilização e manutenção.
- Conferir se o residente sabe como funciona a tecnologia.
- Verificar se o coletor solar atende as necessidades dos residentes.

3 JUSTIFICATIVA

Vivemos em um mundo capitalista, onde a procura por evolução tecnológica está sempre em primeiro plano. Todos os dias manchetes evidenciam que novos produtos foram criados e que antigos foram melhorados, mas perante isso não devemos esquecer que a demanda energética vem sempre aumentando.

Estamos também imersos em uma realidade onde a nossa matriz energética principal são os combustíveis fósseis, substâncias essas, finitas e de grande impacto ambiental, geradoras de poluição.

Dados disponibilizados pela Agência Internacional de Energia e pelo Ministério de Minas e Energia mostram que em 2011 a matriz de oferta de energia do mundo era composta em 81% por combustíveis fósseis enquanto no Brasil era de 56%.

Estudos realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (2004) mostram que, chuveiros elétricos são responsáveis por consumir 8% de toda energia gerada no país, e representa um aumento de 18% no consumo de energia em horários de pico. Visando reduzir o consumo de energia e diminuir a demanda em tais horários os coletores solares são uma excelente alternativa.

Aproveitando o investimento em moradias sociais o governo federal implantou a obrigatoriedade dos coletores solares nas residências do programa Minha Casa, Minha Vida.

A preocupação com o fato de muitas pessoas não serem familiarizadas com esse tipo de tecnologia e o investimento financeiro feito surge a dúvida se o uso desta tecnologia está fazendo a diferença, gerando satisfação e recebendo as devidas manutenções.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 ENERGIA SOLAR

Qualquer tipo de vida depende de alguma forma de energia para existir. Para o nosso planeta a maior fonte de energia é a estrela de quinta grandeza chamada Sol. Sabe-se que sem ele seria impraticável a vida no planeta Terra.

Segundo Branco (1990) apenas uma pequena fração de toda energia produzida pelo Sol chega a Terra, mas essa pequena parcela representa quase 30 mil vezes toda a energia consumida pelo planeta. Desse total de energia que chega, quase 60% é refletida para o espaço ou absorvida pela atmosfera, sobrando para nós algo próximo de 40% e isso ainda representa quase 5 milhões de vezes mais do que a hidroelétrica de Itaipu produz.

É de vital importância o aproveitamento máximo desta fonte inesgotável e gratuita pelos países emergentes como o Brasil. Normalmente estes países possuem grandes extensões territoriais e são situados em zonas tropicais e o aproveitamento, direto e indireto, desta fonte de energia pode contribuir para o desenvolvimento futuro desses países. (AMALFI, 2005)

A energia solar pode ser aplicada de forma direta na produção de calor, potência ou energia elétrica, tudo isso pode ser feito utilizando coletores solares, que dependendo da sua finalidade podem proporcionar baixas, médias e altas temperaturas.

Apesar de vários métodos para o aproveitamento solar, os mais utilizados são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil o aquecimento de água é mais utilizado na região sul e sudeste, por serem regiões mais frias, e a geração de energia elétrica é mais utilizada nas regiões norte e nordeste, por haver comunidades isoladas das redes elétricas e por ter maior incidência solar (ANEEL, 2004).

4.2 BREVE HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR

Um dos primeiros filósofos a mencionar o aproveitamento da energia solar foi Sócrates, ele dizia que as casas viradas para o sul, no hemisfério norte, recebiam raios solares pelos pórticos durante o inverno, por isso esses pórticos deveriam ser mais altos para um maior aproveitamento solar.

Outro caso famoso de aproveitamento de energia solar é o incêndio da frota romana em Siracusa em 214 a.C. Tal feito foi atribuído a Arquimedes e a utilização de espelhos côncavos bem polidos, que dispostos através da costa e concentrados em um único ponto, causaram incêndios em alguns navios, afugentando assim a frota romana.

Em 1872 foi construído um sistema para a destilação de água no Chile, essa destilaria contava com 64 molduras de vidros, somando um total de 4756 m², isso era o suficiente para produzir cerca de 20 000 l de água potável por dia.

Foi no século XX que começaram a aparecer as primeiras experiências com o aproveitamento da energia solar diretamente para fins domésticos. Alexander McNeilledge construiu um edifício com coletores de superfície para aquecimento de água e ambiente. Em 1939 na Florida foi construído o primeiro grande bairro com coletores para água quente, era possível aquecer a água até 83 °C em poucas horas.

Foi depois de 1945 que houve um grande avanço na direção de energia solar em residências, nessa época foram feitos muitos protótipos de casas solares por todo o mundo, países passaram a utilizar coletores solares para aquecimento de água e em alguns se tornaram populares.

4.3 ENERGIA SOLAR PARA FINS DOMÉSTICOS

De acordo com McVeigh (1977) a energia solar pode ser facilmente convertida em calor, o que pode suprir de forma significativa a demanda doméstica de água quente e aquecimento de ambientes. Porém, para alguns

países, esse sistema não é dos mais interessantes por receber uma demanda pequena de radiação solar em determinados períodos do ano.

O método mais conhecido e mais adotado para a transformação da energia solar em calor baseia-se na utilização de coletores solares planos. No século XVIII, idealizado por Nicholas de Saussure, surgiu o sistema de coletor de energia solar, o mesmo que vem sendo utilizado até os dias de hoje para aquecimento de água para instalações domésticas. Consistia em uma simples caixa de madeira, quadrangular e com poucos centímetros de altura, a mesma foi pintada de preto por dentro, cor que absorve uma maior quantidade de radiação, e depois foi coberta com um vidro. Quando exposta ao sol a caixa foi capaz de atingir uma temperatura interna de 85°C. Atualmente essas caixas contém uma serpentina, normalmente de cobre, por onde circula a água, e são feitas de materiais que proporcionam um maior desempenho. Os coletores são posicionados nos telhados e orientados no sentido de máxima exposição ao sol. Dessa forma é possível aquecer uma quantidade considerável de água, a temperaturas maiores do que a obtida por Saussure (BRANCO, 1990).

4.4 COLETORES SOLARES

“A infraestrutura para aquecimento de água na maioria das cidades é baseada nos chuveiros, equipamento de baixo custo inicial, mas de grande consumo de energia ao longo de sua vida útil.” (RODRIGUES; MATAJS, 2004, p.16). Os sistemas de coletores solar são uma excelente alternativa os chuveiros elétricos, já que podem gerar água quente para diversos fins em habitações, comércios e serviços.

Contanto, a tecnologia térmossolar não consegue competir com os chuveiros no fornecimento de água quente. A área total instalada de coletores solares no Brasil em 2008 foi de 4,4 milhões de metros quadrados, um aumento de 20% em relação ao ano de 2007. Apesar de ser um número expressivo, representa apenas 2% do mercado potencial. (RODRIGUES; MATAJS, 2010).

“No Brasil, embora a geração de energia solar ainda seja pequena, estima-se que a produção gere anualmente cerca de 20 milhões de MWh de

eletricidade, o suficiente para abastecer 15 mil residências de dois cômodos” (ULLON, 2007)

A Agência Internacional de Energia (IEA) em 2007 publicou uma pesquisa que mostra que 48 países tem uma área total de 182 milhões de metros quadrados de coletores instalados. O primeiro lugar é ocupado pela China, detentora de 75 milhões de metros quadrados de coletores solar, onde 95% estão instalados em residências. Em segundo lugar aparece os Estados Unidos da América com aproximadamente 30 milhões de metros quadrados, onde 90% é destinado para aquecimento de água de piscinas (RODRIGUES; MATAJS, 2010).

De acordo com Sabady (1979) as funções principais de um sistema de aquecimento solar são a absorção, o transporte, a armazenagem e a restituição do calor. Dentre todos os elementos presentes nesse sistema destaca-se a importância do coletor e do acumulador, elementos diretamente responsáveis pela qualidade do sistema.

4.4.1 Princípio de funcionamento

Todo corpo que é exposto à radiação solar tende a aquecer por meio da absorção dessa energia. Para uma maior absorção utiliza-se superfícies escuras que também pode ser chamada de aleta, de preferência pretas, e para evitar a reflexão essa superfície deve ser fosca. Mesmo utilizando esses métodos, para um maior aproveitamento da radiação, ainda tem o problema da dissipação, problema esse que é resolvido colocando uma placa de vidro plano transparente, ou plástico com as mesmas características, porém tratado contra a ação do ultravioleta.

Se submetemos o conjunto à ação da radiação solar, é possível observar o aumento gradativo da temperatura da placa ao mesmo tempo em que começa a emitir calor em forma de radiação infravermelha, radiação essa que é refletida pelo vidro para a placa em um processo contínuo. Caso esse processo seja hermeticamente fechado, temos a formação de um fenômeno conhecido como

efeito estufa, permitindo o armazenamento da radiação solar em energia calorífica. (BEZERRA, 1990).

Sobre o assunto McVeigh (1977, p.41) diz que a maioria dos coletores solares planos possuem cinco componentes principais que são:

- Uma cobertura transparente constituída por uma ou mais placas de vidro ou de um plástico transmissor de radiação;
- Tubos integrados no absorvedor ou a ele ligados, por onde passam a água, o ar ou outro fluido;
- A placa absorvedora, normalmente metálica e com uma superfície negra, podendo ser utilizado outros materiais, particularmente nos aquecedores de ar;
- Material isolante na parte de trás e nos lados do coletor para minimizar as perdas térmicas;
- A caixa que encerra os outros componentes e que os protege do exterior.

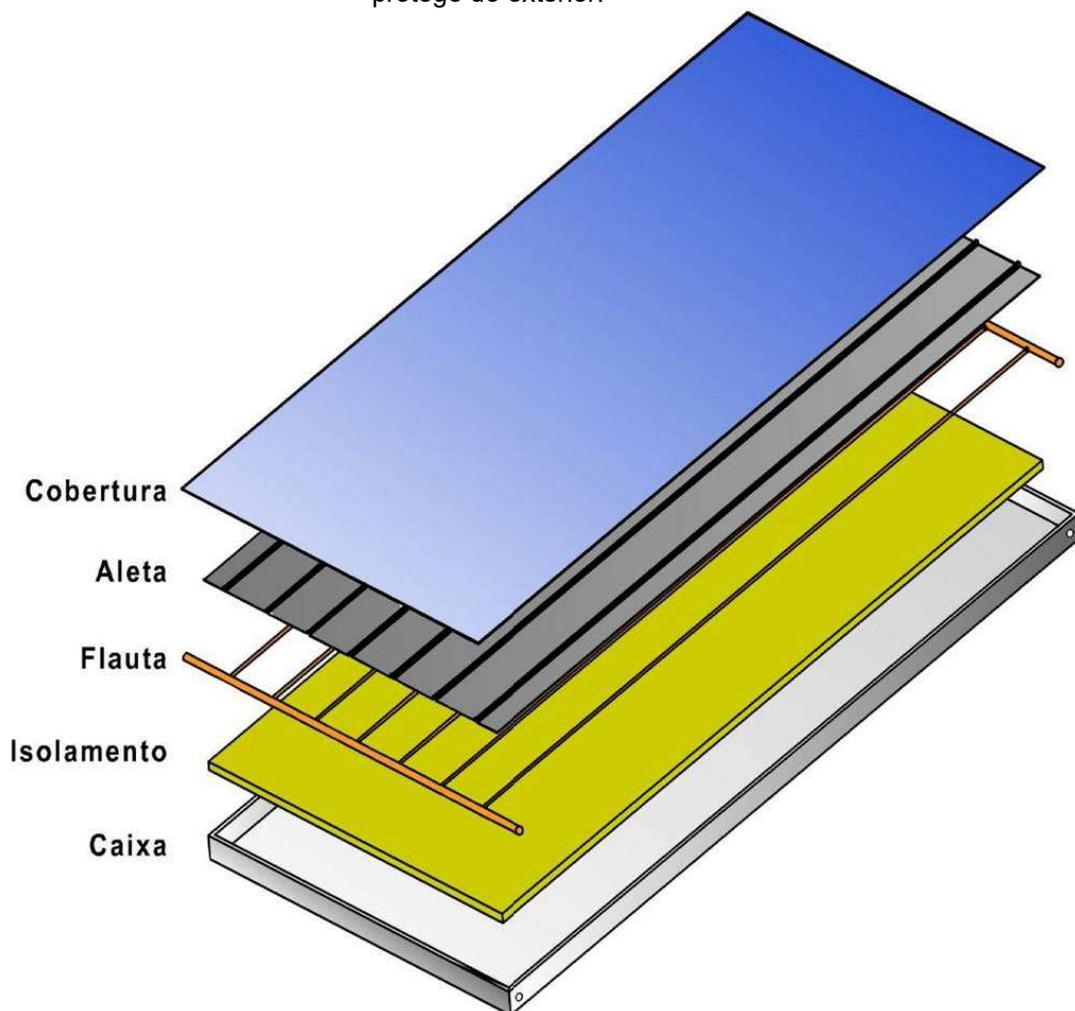


Figura 2 - Estrutura do coletor solar
Fonte: Departamento Nacional de Aquecimento Solar - DASOL

Ainda sobre coletores McVeigh (1977, p.44) diz que esses podem ser classificados em três grupos, de acordo com a sua principal aplicação.

- Aplicações com pequena elevação de temperatura nas quais o coletor não necessita de cobertura ou isolamento. Mantém-se um caudal elevado, de forma que a elevação de temperatura seja inferior a 2 °C;
- Aquecimento doméstico e outras aplicações nas quais a temperatura necessária não excede 60 °C. Existe isolamento da parte de trás e pelo menos uma cobertura transparente;
- Aplicações tais como calor de processo ou conversão em energia mecânica (em pequena escala) com temperaturas acima dos 60 °C. Nestas aplicações é necessário um projeto mais cuidadoso para reduzir as perdas térmicas do coletor para o ambiente.

4.4.2 Sistema de aquecimento

Todos os componentes do coletor solar influenciam no seu aquecimento. O vidro ou o polímero transparente tem a função de isolar o interior do coletor do ambiente externo, reduzindo a perda de calor através da convecção e provocando o efeito estufa.

A placa absorvedora da radiação solar ou aleta é o item mais importante, pois é ela que converterá a energia de radiação solar em energia calorífica. Nesta placa fica aderido os tubos por onde o fluido passará potencializando a absorção da energia calorífica pelo fluido. Os tubos são comumente distribuídos em forma de grades paralelamente espaçadas, como pôde ser visto na Figura 3, onde é descrito como flauta. As aletas têm preferencialmente coloração preta para uma maior absorção de radiação e os materiais empregados na sua fabricação e dos tubos podem ser variados, dando preferência para matérias com alta condutividade térmica como o alumínio.

O isolamento térmico tem como objetivo reduzir a troca de calor com ambiente, maximizando a eficiência do coletor. Além de ter uma baixa condutividade térmica, os isolantes devem possuir resistência a altas temperaturas as quais serão submetidos, resistência a intemperes, resistência mecânica e baixo custo aquisitivo.

A caixa do coletor é o elemento estrutural do sistema de aquecimento, a escolha do seu material é mais uma questão de custo, se for feito de um material que possua uma alta condutividade térmica deve-se usar o isolante em suas laterais também. (BEZERRA, 1990).

4.4.3 Sistemas de armazenamento

Para um bom funcionamento na utilização dos coletores planos para aquecimento de água se faz necessário o uso de um sistema de armazenamento, esse sistema é conhecido como boiler.

Usar um sistema de calor solar com armazenagem a curto prazo significa que se pode poupar cerca de 50% a 70% de energia, conforme a situação climática e a tecnologia aplicada na construção. (SABADY, 1979)

Os boilers devem ser capazes de armazenar a água quente que sai dos coletores e garantir que a mesma não sofra grandes variações térmicas, estando na temperatura esperada no momento da sua utilização, como previsto na elaboração do projeto.

Os boilers devem ser instalados em locais pré-determinados, esses locais dependem do sistema que será adotado para a circulação da água. Caso o sistema escolhido seja o de termossifão o boiler deve ser posicionado abaixo do nível da caixa d'água e 10 cm acima dos coletores, podendo ficar fora ou dentro da cobertura. Caso o sistema escolhido seja o de circulação forçada o boiler pode ser posicionado abaixo do nível dos coletores, podendo ser instalado em qualquer local da residência.

Durante a fase de projeto é muito importante que leve em consideração quantas pessoas e litros de água cada pessoa utilizará, esses dados serão necessários para a correta escolha da quantidade de placas coletoras e o tamanho do boiler.



Figura 3 - Exemplo de boiler instalado no telhado de uma casa
Fonte: construindo.org

4.4.4 Sistemas de circulação

O sistema de termossifão consiste no fenômeno conhecido como convecção térmica. De acordo com Bernuy (2008) quando se aquece um fluido sua temperatura aumenta e sua densidade diminui, dessa forma quando um fluido é aquecido ele tende a subir, por sua vez o fluido mais frio tende a descer ocupando o espaço do fluido mais quente, e assim se forma as correntes de convecção. É dessa forma que a água se movimenta em um sistema de aquecimento de água, nos coletores ela ganha temperatura o que a faz subir para o boiler, por sua vez, a água mais fria do boiler desce para os coletores, criando uma corrente de convecção.

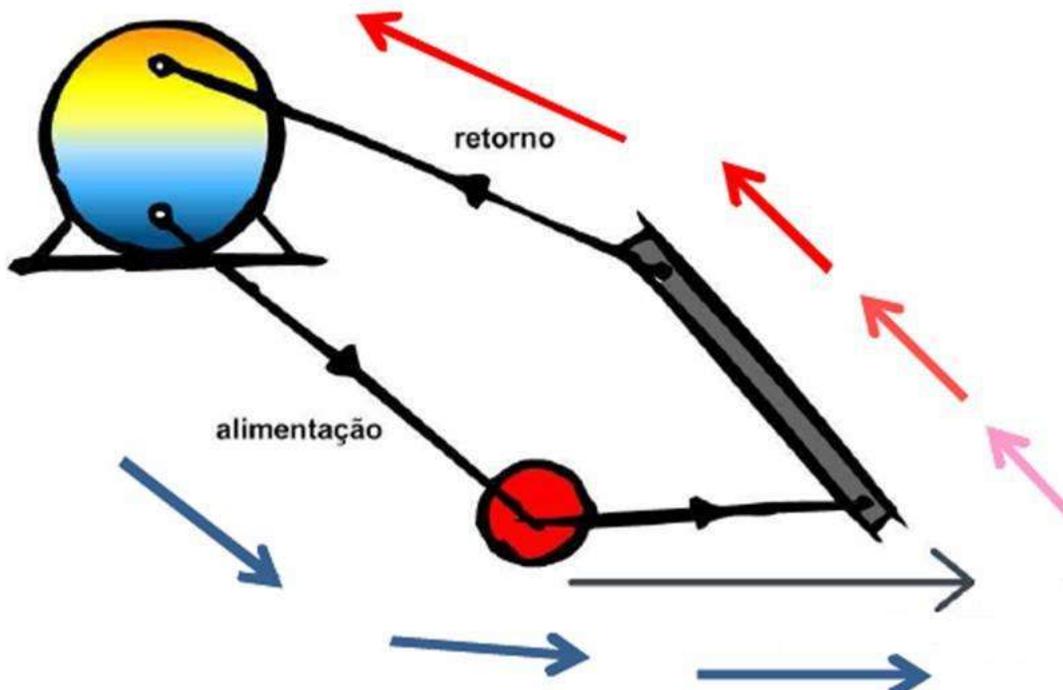


Figura 4 - Circulação por termosifão
 Fonte: Departamento Nacional de Aquecimento Solar – DASOL

Caso o sistema escolhido seja o de circulação forçada, será necessário a utilização de uma bomba que fará com que a água circule entre o boiler e os coletores. A bomba deve ser ativada por um Controlador Diferencial de Temperatura (CDT), que através de dois sensores que mede a temperatura da água no coletor e a temperatura no fundo do boiler, quando a temperatura do coletor, supera a temperatura do fundo do boiler a bomba é ligada, quando as temperaturas ficarem iguais a bomba é desligada. Este sistema é indicado quando a quantidade de água quente é superior a 1500 litros.

4.5 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) Recursos FAR é um programa gerido pelo Ministério das Cidades e operacionalizado pela CAIXA, que consiste em aquisição de terreno e construção ou requalificação de imóveis contratados que depois de concluídos são alienados às famílias que possuem renda familiar mensal de até R\$ 1.600,00.

Contempla também a aquisição de terreno e produção de empreendimentos habitacionais vinculados a intervenções inseridas no PAC, para reassentamento, remanejamento ou substituição de unidades habitacionais, atendendo as famílias provenientes de área de intervenção, admitindo-se renda familiar mensal de até R\$ 3.725,00. (CAIXA, 2013)

De acordo com a Caixa (2013) o PMCMV foi lançado em 2009, com a meta de aquisição de 1 milhão de novas unidades habitacionais, atualmente a meta da terceira etapa é a entrega de mais 2 milhões, 1 milhão a menos do que anunciado antes do lançamento. Nas duas primeiras etapas o programa entregou 2,6 milhões de unidades, com a extensão do programa a meta é a entrega de mais 2 milhões de residências até 2018.

A execução das obras fica por conta de construtoras contratadas pela CAIXA, que tem a responsabilidade de entregar os imóveis concluídos e legalizados.

As famílias contempladas pelo programa são indicadas pelo município ou Governo do Estado.

Na PORTARIA N° 465, DE 03 DE OUTUBRO DE 2011 consta no ANEXO I duas tabelas que seguem normativas diferentes, onde uma contempla sistema de aquecimento solar individual e a outra não.

Já na PORTARIA N° 168, DE 12 DE ABRIL DE 2013 consta no ANEXO IV na parte de especificação técnica que o projeto de empreendimento composto por edificações unifamiliares deverá contemplar sistema de aquecimento solar individual e os componentes presentes neste sistema devem ser aprovados pelo INMETRO.

Para a implantação do sistema de aquecimento solar deve ser seguido um termo de referência cedido pela CAIXA.

4.6 TERMO DE REFERENCIA - SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA (SAS)

Os SAS deverão ser incluídos obrigatoriamente nos projetos de habitação unifamiliar localizados em todas as regiões do país. O custo de aquisição e instalação são limitados a R\$ 2.000,00 por unidade habitacional.

O termo de referência tem como objetivo definir as referências básicas de projeto, fornecimento e instalação do SAS, de acordo com os procedimentos e requisitos mínimos de qualidade exigidos para os produtos e serviços envolvidos.

O SAS contempla o coletor solar, reservatório térmico, caixa redutora de pressão, interligação entre estes elementos e suportes que sejam necessários. Fazem parte da infraestrutura todos os dispositivos necessários para a correta aplicação e utilização. O SAS tem que ser entregue em perfeito funcionamento, juntamente com o sistema de aquecimento auxiliar.

5 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizado para a pesquisa de campo as casas entregues pelo Programa Minha Casa Minha Vida no conjunto habitacional Milton de Paula Walter na cidade de Campo Mourão, que terá um total de 500 casas de acordo com o projeto. Na primeira fase foram entregues 168 moradias no primeiro semestre de 2013, na segunda fase foram entregues mais 84 moradias, na terceira e quarta etapa serão construídas mais 72 e 94 casas respectivamente.

As casas possuem 37 m², contendo dois quartos, sala, cozinha e banheiro. Cada casa foi construída com o valor aproximado de R\$ 41.500,00, que contempla a casa e o terreno, além de toda a infraestrutura necessária. (CRN, 2013)

Como o projeto é financiado pela CAIXA, o mesmo deve estar de acordo com todas as exigências da empresa. O Termo de Referência – Sistemas de Aquecimento Solar de Água será utilizado para a verificação da correta instalação externa do coletor do sistema. Neste termo está descrito o objetivo, escopo do sistema de aquecimento solar, modelo de implantação e as diretrizes do sistema de aquecimento solar.

De acordo com o Termo de Referência – Sistemas de Aquecimento Solar de Água (2011, p.2), foram utilizadas as seguintes normas para a sua fundamentação:

- ABNT NBR 15569 Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação;
- ABNT NBR 15747-1 Sistemas solares térmicos e seus componentes – Coletores solares Parte 1: Requisitos gerais;
- ABNT NBR 10185 Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar – Determinação de desempenho térmico;
- ABNT NBR 5626 Instalação predial de água fria;
- ABNT NBR 7198 Projeto e execução de instalações prediais de água quente;
- ABRAVA RN 4 -2003 Proteção contra congelamento de coletores solares;
- ABNT NBR 5419 Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- ABNT NBR 15220-3 Desempenho térmico de edificações parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;

- RAC – Requisito de Avaliação da Conformidade para Sistema e equipamentos para aquecimento solar de água do PBE/Inmetro vigente na data que o projeto for aprovado.

Para a obtenção das informações sobre o comportamento e da satisfação dos residentes a respeito do coletor solar foi elaborado um questionário que se encontra no apêndice e aplicado em 40 residências, somando próximo aos 15% das residências entregues.

6 RESULTADOS

No que diz respeito a instalação externa dos coletores solar pode observar pela figura 5 que eles se encontram instalados, ora para o norte, ora para o oeste, variando a cada casa. De acordo com a NBR 15569 as placas terão melhor aproveitamento se instaladas voltada para o norte. Com isso podemos concluir que apenas uma quantidade próxima a metade do número total de casas encontrasse de acordo com a NBR 15569.

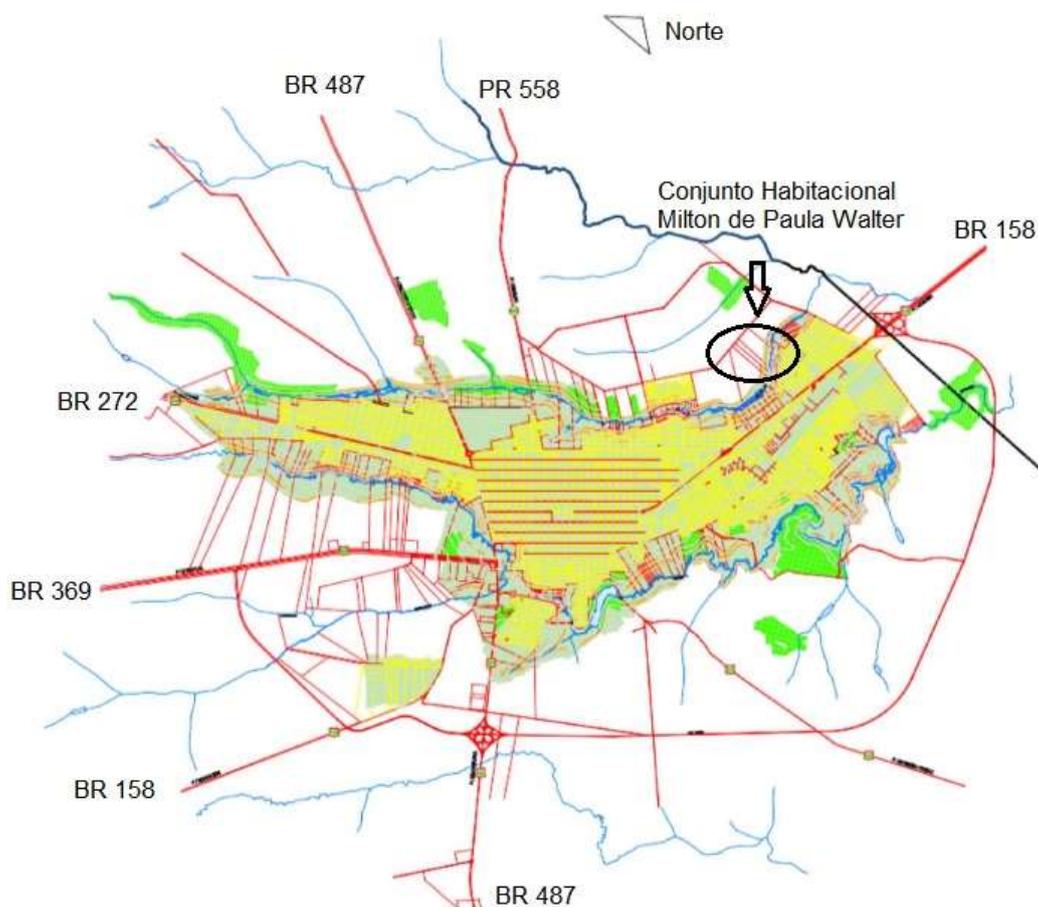


Figura 5 - Localização do conjunto habitacional na cidade de Campo Mourão



Figura 6 - Foto aérea do Conjunto Milton de Paula Walter
 Fonte: cpiacentini.com.br

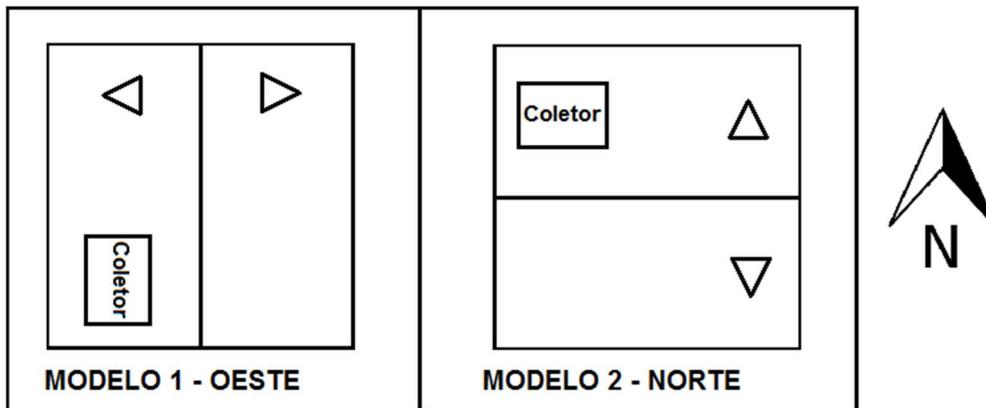


Figura 7 - Croqui com os dois modelos de casa



Figura 8 - Imagem de satélite do Conjunto Milton de Paula Walter com o norte indicado
 Fonte: google.com.br/maps

Após a aplicação do questionário para fazer o levantamento da satisfação dos usuários obteve-se que em 30% dos domicílios residiam 2 pessoas, em 45% 3 pessoas, 22,5% 4 pessoas e em 2,5% 5 pessoas, resultando em 119 moradores.

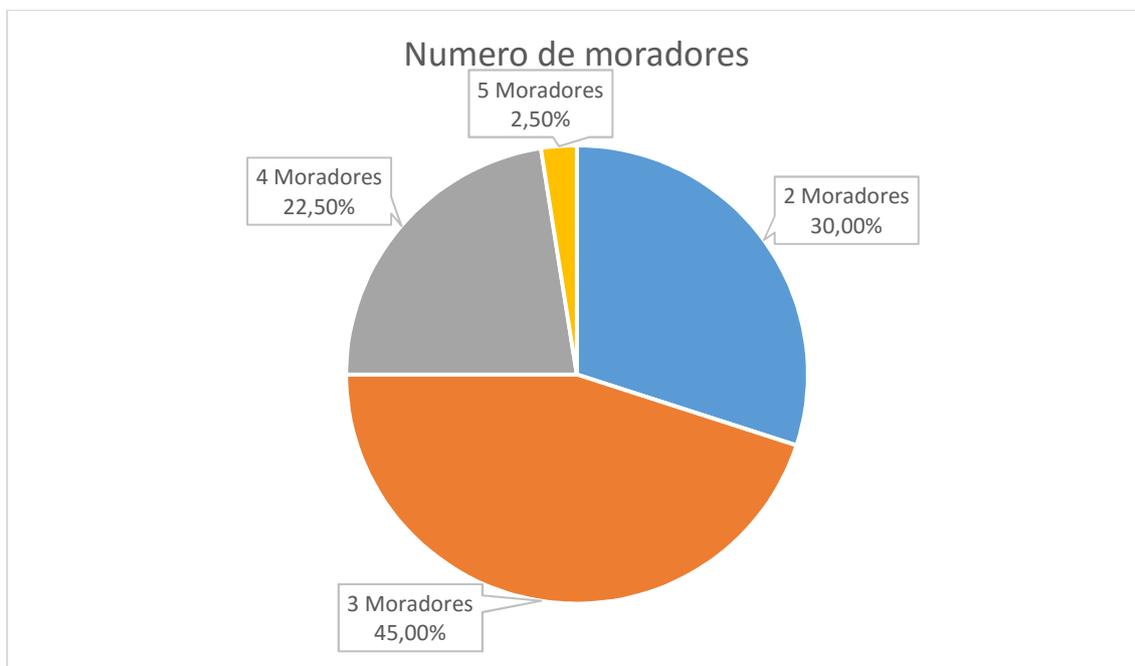


Gráfico 1 - Número de moradores

No que diz respeito ao banho, 31,1% dos moradores tomam banho de 5 minutos ou menos, 52,9% de 5 a 10 minutos e 16% mais de 10 minutos. Também foi levantado que apenas 17,5% das famílias tiveram sua rotina de banhos alterada pelo uso dos coletores solares e as mudanças foram em relação ao fato de utilizar de forma consciente a água quente, dividindo os banhos durante o dia evitando deixar todos para o período noturno, ou em relação a menor quantidade de água quente disponível em determinados horários do dia, como no período da manhã onde a quantidade de banho e as durações foram alteradas.

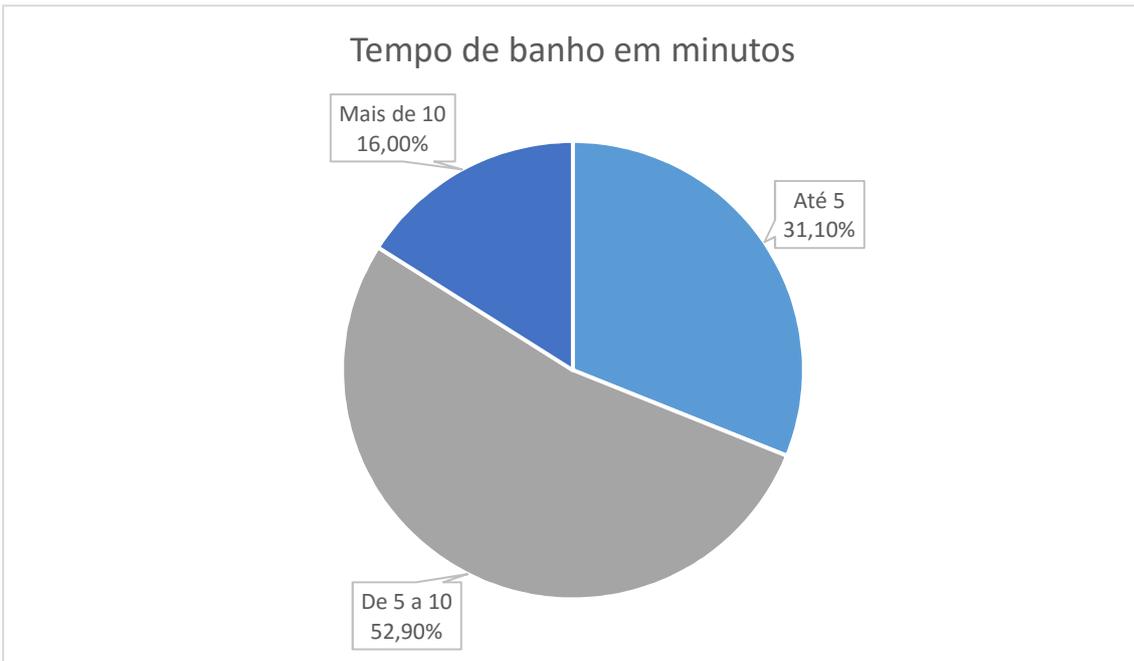


Gráfico 2 - Tempo de Banho

Sobre o entendimento do funcionamento da tecnologia 55% das famílias dizer compreender como ela funciona, 37,5% diz não dominar totalmente o assunto e apenas 7,5% diz não entender nada sobre o funcionamento. Ainda podemos perceber que esse conhecimento teve que ser buscado pelos moradores já que todos afirmaram não receber nenhum tipo de informação, instrução ou orientação por parte do programa Minha Casa, Minha Vida ou da construtora.

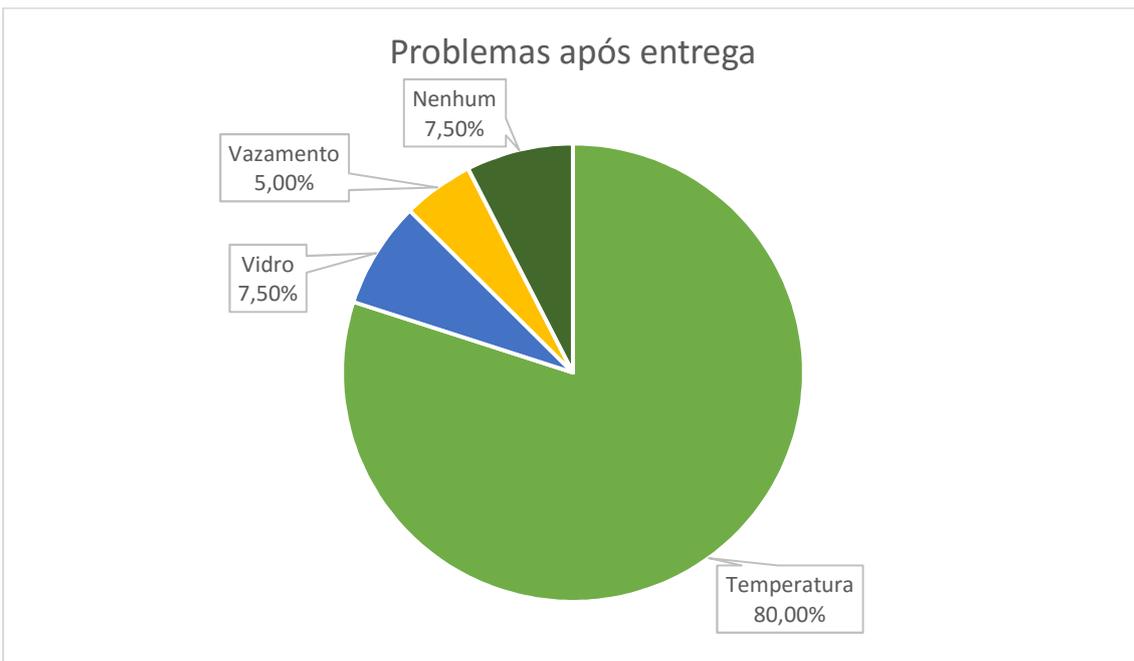


Gráfico 3 - Problemas após a entrega

O bom funcionamento do sistema na entrega das moradias foi unanime, porem nos dias de hoje algum já apresentam problemas 7,5% dizem ter percebido diferença na temperatura da água quente em relação à quando foi entregue, outros 7,5% apresentam problemas no vidro e 5% apresentam vazamentos, não sabendo informar se é na água quente ou fria.

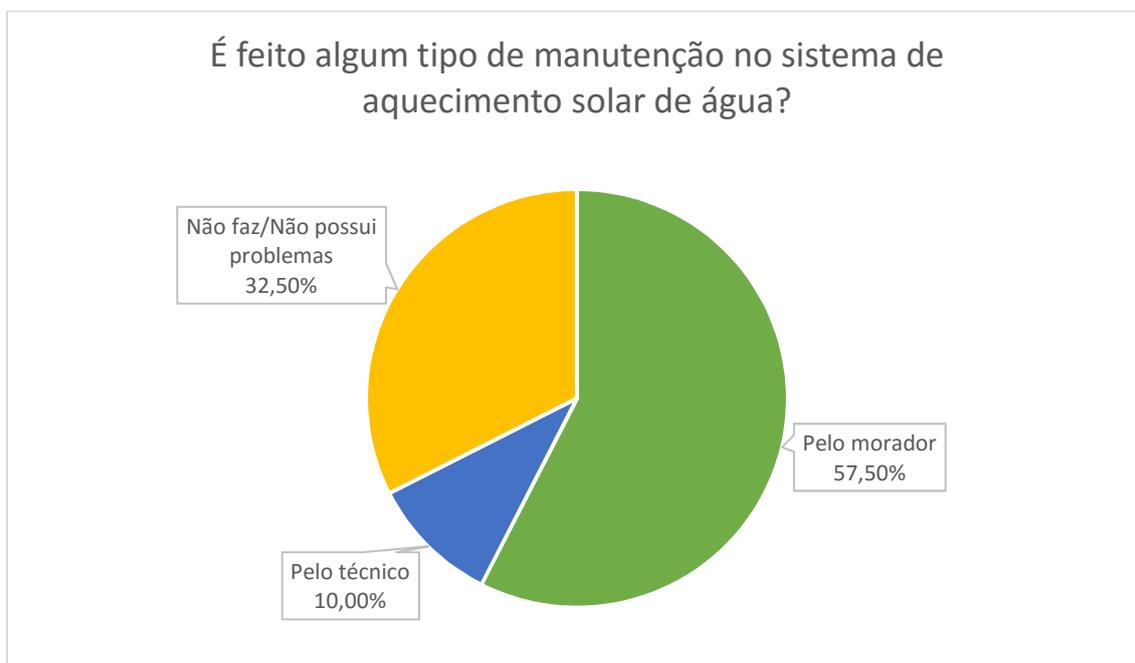


Gráfico 4 - Manutenção do sistema de aquecimento solar de água

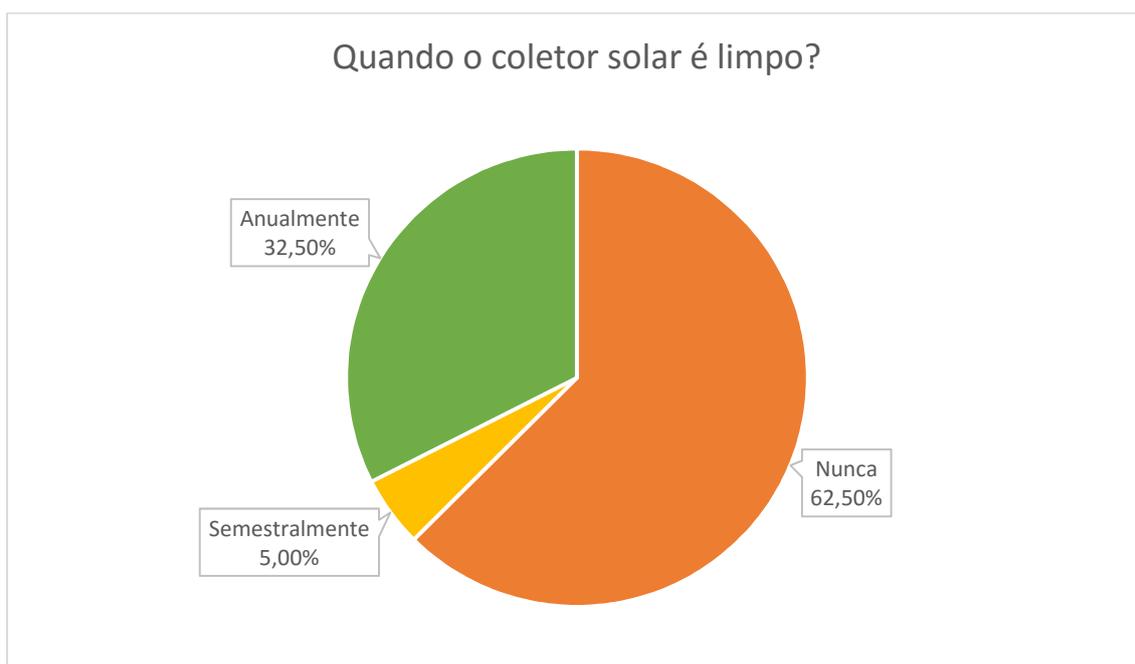


Gráfico 5 - Frequência de limpeza das placas do coletor solar

Quando questionados sobre como fazem manutenção preventiva ou corretiva 57,5% informaram tentar fazer por conta própria, 10% procuram algum técnico especializado e 32,5% disseram não resolver ou não ter problemas. Sobre a limpeza das placas solares, 62,5% afirmaram nunca terem feito qualquer tipo de limpeza, 5% disseram fazer a limpeza a cada 6 meses e o 32,5% informaram fazer todo o ano. Os conhecimentos para fazer as manutenções foram adquiridos em pesquisas na internet, vizinhos, conhecidos e técnicos.

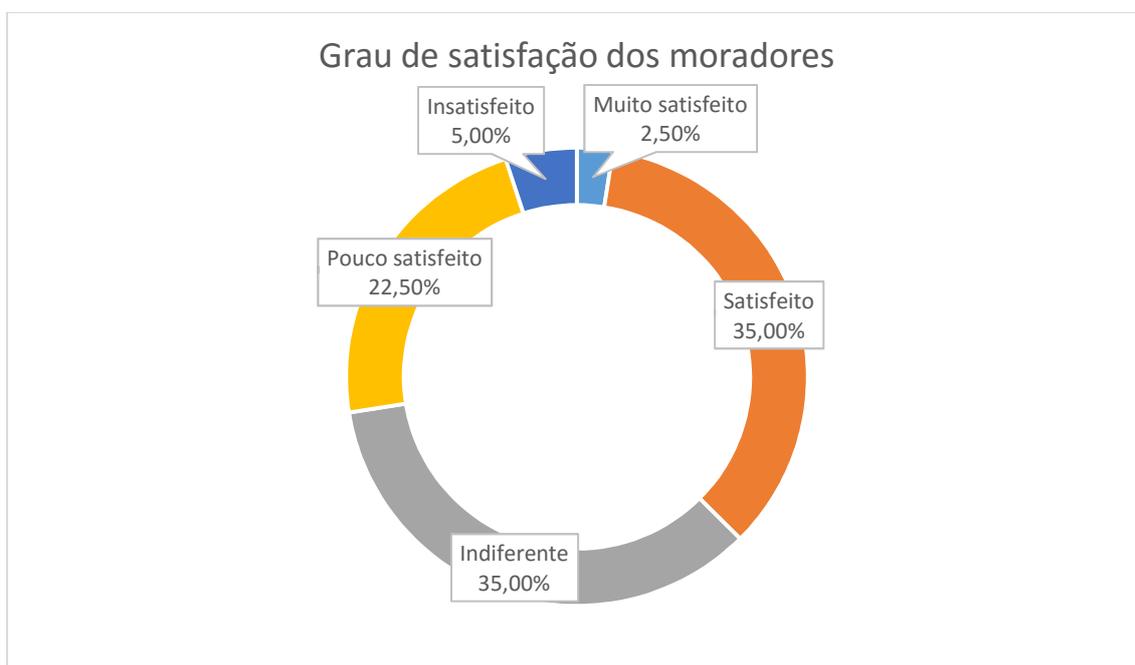


Gráfico 6 - Satisfação do usuário

Em relação a satisfação do usuário foi levantado que 2,5% estão muito satisfeitos, 35% encontram-se satisfeitos, 35% são indiferentes, 22,5 estão pouco satisfeitos e 5% estão insatisfeitos. Quando questionados sobre a preferência pelo sistema de aquecimento solar ou pelo chuveiro elétrico 90% afirmaram preferir o sistema de aquecimento solar. Os pontos positivos levantados pelos moradores foram, o fato de a água ter uma temperatura mais elevada quando comparado, a menor consumo de energia elétrica, ser mais sustentável para o meio ambiente, conseguir uma temperatura agradável para o banho independente da temperatura ambiente. Porém os pontos negativos citados foram, a manutenção que é maior que no chuveiro elétrico, a água quente

que pode acabar, em dias frios ou períodos de dias nublados em que a água não aquece o tanto quanto deveria.

Indagados sobre o volume de água ser o suficiente para toda a família 90% responderam que sim, mas alguns complementaram dizendo que no começo era insuficiente, que só após compreender o funcionamento do sistema e toda a família se conscientizar sobre ele que se tornou possível todos tomarem banho com a quantidade de água disponível.

E por último foi perguntado se nos dias atuais ainda acham difícil a utilização do sistema de aquecimento solar, obtendo apenas três respostas afirmando que ainda acham difícil a sua utilização, e os motivos foram o fato de ter que controlar a demanda de água, as manutenções que se fazem necessárias.

7 CONCLUSÃO

Através do questionário pode ser observado que a tecnologia empregada juntamente com o programa Minha Casa, Minha Vida é utilizada de forma satisfatória por grande parte dos contemplados. Mas ainda existem pontos que podem ser melhorados, como na disseminação do funcionamento, manutenção, e forma de utilização. Muitos moradores sabem utilizar de forma que satisfaçam suas necessidades, mas isso só foi possível porque eles foram em busca de informações, as quais deveriam ser passadas de forma verbal e escrita para os moradores, evitando uma má utilização e depreciação do sistema.

Um problema que se apresentou foi que por se tratar de população de baixa renda, muitos não têm o capital necessário para fazer todas as manutenções periódicas e muito menos para fazer a substituição do sistema, caso se faça necessário. Por isso muitos optam por eles mesmos fazerem as manutenções, às vezes não sendo feitas da melhor maneira, diminuindo a vida útil do sistema.

Um fato que pode ser relacionado é que fazendo o controle de demanda da água quente as pessoas acabam fazendo um consumo mais sustentável da água, um recurso finito e essencial para a manutenção da vida, mudando a cultura da população, evitando desperdícios.

8 REFERENCIAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. Disponível em: < https://www.repsol.com/pt_pt/corporacion/conocer-repsol/contexto-energetico/matriz-energetica-mundial/ > Acesso em: 01 ago. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. Disponível em: < [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf) > Acesso em: 22 jul. 2014.

AMALFI, Silvio Luiz. **Energia Solar**. 2005. Dissertação (monografia) – Universidade Federal de Lavras, 2005. Disponível em: < http://www.solenerg.com.br/files/monografia_silvio.pdf > Acesso em: 25 jul. 2014.

BERNUY, A. C. Transferência de calor por condução e convecção. **Centro de Referência Virtual do Professor**. Disponível em: < http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=58321&tipo=ob&cp=780031&cb=&n1=&n2=M%EF%BF%BDdulos%20Did%EF%BF%BDticos&n3=Ensino%20M%EF%BF%BDdio&n4=F%EF%BF%BDsica&b=s > Acesso em: 05 ago. 2014.

BEZERRA, A. M. **Aplicações práticas da energia solar**. São Paulo: Nobel, 1990.

BRANCO, S. M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Moderna, 1999.

CAIXA. **Programa Minha Casa Minha Vida – Recursos FAR**. Disponível em: < http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_habitacao/pmcmv/saiba_mais.asp > Acesso em: 30 jul. 2014.

CAIXA. **Termo de Referência – Sistemas de Aquecimento Solar de Água**. Disponível em: <

http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/tr_sas_mcmv2.pdf > Acesso em: 30 jul. 2014.

CENTRAL REGIONAL DE NOTÍCIAS – CRN. Disponível em: < http://2015.crn1.com.br/noticias/29402/Conjunto_Milton_de_Paula_Walter_sera_inaugurado_nesta_sextafeira.html > Acesso em: 05 mar. 2015

CONSTRUINDO.ORG. Disponível em: < <http://construindo.org/aquecedor-solar/> > Acesso em 05 out. 2015

DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR. Disponível em: < <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/principio-de-funcionamento/> > Acesso em: 05 ago. 2014.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. **Mudanças Climáticas:** Gases do efeito estufa. Disponível em: < http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mudancas_climaticas/gases_do_efeito_estufa > Acesso em: 22 jul. 2014.

Madeira, G. S. **Análise do uso de sistemas de aquecimento solar de água em habitações do interesse social.** Estudo de caso: Conjunto Habitacional Pindamonhangaba “F” – SP. < Disponível em: http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo_sophia=47889 > Acesso em: 05 ago. 2014.

McVEIGH, J. C. **Energia Solar:** introdução às aplicações da energia solar. Lisboa: CETOP, 1977.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Portaria N° 465, de 03 de outubro de 2011,** Brasília, out 2011. Disponível em: < http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/Portaria_465_FAR_Consolidada_21_01_2013.pdf > Acesso em: 30 jul. 2014.

_____. **Portaria N° 168, de 12 de abril de 2013**, Brasília, abr. 2013. Disponível em: <
http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/Portaria_M_Cidades_168.pdf > Acesso em: 30 jul. 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Política Energética Nacional**, Brasília, 2013. Disponível em: <
http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/CNPE/memoria_2013/Polxtica_Energxtrica_Nacional.pdf > Acesso em: 22 jul. 2014.

RODRIGUES, Délcio; MATAJS, Roberto. **Introdução ai Sistema de Aquecimento Solar**. São Paulo: Instituto Vitae Civilis, 2010.

_____. **Um Banho de Sol para o Brasil**: O que os Aquecedores Solares podem fazer pelo Meio Ambiente e a Sociedade. São Lourenço da Serra: Instituto Vitae Civilis, 2004

SABADY, P. R. **A Energia Solar na Habitação**. 3 ed. Lisboa: CETOP, 1979.

9 APÊNDICE

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO SOBRE A SATISFAÇÃO COM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA EM HABITAÇÃO DO PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA

1. Número de moradores: _____

2. Quanto tempo em média as pessoas ficam no banho? _____

3. Houve mudança nos horários de banho da família com o sistema de aquecimento solar de água?

Sim () Não () Qual mudança? _____

4. Você tem conhecimento do funcionamento do sistema de aquecimento solar de água?

Sim() Não() Mais ou menos()

5. Você recebeu alguma orientação sobre o funcionamento do sistema de aquecimento solar de água?

Sim () Não() De quem? PMCMV() Construtora() Fornecedor() Que tipo de orientação? _____

6. Quando a casa foi entregue, o sistema de aquecimento solar de água apresentava algum problema?

Não() Sim: vazamento() vidro quebrado() não aquece() registro girando em falso() outro() Qual? _____

7. Atualmente, o sistema de aquecimento solar de água apresenta algum problema?

Não() Sim: vazamento() vidro quebrado() não aquece() registro girando em falso() outro() Qual? _____

8. O que a família faz/faria para resolver problemas no sistema de aquecimento solar de água?

Entra em contato o PMCMV() com a assistência técnica do fornecedor() Construtora() Resolve sozinho() Contrata um técnico especializado() Não resolve() Outro () Qual? _____

9. Você recebeu algum MANUAL ou orientação sobre o procedimento para realizar a MANUTENÇÃO do sistema de aquecimento solar de água?

Sim () Não () De quem? PMCMV() Construtora() Fornecedor() Que tipo de orientação? _____

10. É feito algum tipo de MANUTENÇÃO no sistema de aquecimento solar de água?

Não() Sim: pelo próprio morador() por técnico () Outros()

Que tipo de Manutenção é feita? _____

11. Quando o coletor solar é limpo?

Nunca() Todo mês() A cada 3 meses() Todo ano()

Quem forneceu a informação? _____

12. Qual o grau de satisfação dos moradores quanto ao sistema de aquecimento solar de água?

Muito satisfeito() Satisfeito() Indiferente() Pouco satisfeito() Não satisfeito ()

Porque? _____

13. Tem algum morador da família insatisfeito com o sistema de aquecimento solar de água?

Não() Sim() Por quê? _____

14. Você prefere o sistema de aquecimento solar de água ou o chuveiro elétrico?

Sistema de aquecimento solar de água() Chuveiro elétrico()

14a. Por qual motivo prefere o sistema de aquecimento solar de água?

Economia() Sustentabilidade() Aquece mais() Outro_____

14b. Por qual motivo prefere o chuveiro elétrico?

Economia() Aquece mais() Menos manutenção() Outro_____

15. Você acha que o volume de água do reservatório do aquecedor é suficiente para a sua família?

Sim() Não() Por quê?_____

16. Você acha difícil lidar com o sistema de aquecimento solar de água nos dias atuais?

Não() Sim() Por quê?_____