

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL

Thiago Miranda dos Santos

AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO
SOLAR DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Passo Fundo

2017

Thiago Miranda dos Santos

AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO
SOLAR DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Dissertação, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia, sob a orientação do Prof. Dr. Márcio Felipe Floss e coorientação da Prof.^a. Dra. Vera Maria Cartana Fernandes.

Passo Fundo

2017

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a dissertação de mestrado AVALIAÇÃO DURANTE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, elaborada por THIAGO MIRANDA DOS SANTOS, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Data de aprovação: Passo Fundo, 29 de março de 2017

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Márcio Felipe Floss, Orientador

Prof. Dr^a. Vera Maria Cartana Fernandes, Coorientadora

Prof. Dr^a. Simone Fiori - Universidade de Passo Fundo

Prof. Dr. Pedro Domingos Marques Prietto – Universidade de Passo Fundo

Prof. Dr. Daniel Setrak Sowmy - Universidade de São Paulo

Passo Fundo, 2017.

AGRADECIMENTOS

A meus pais Evio e Maria por continuar acreditando em mim e me incentivarem a continuar meus estudos e poder fazer um curso de pós-graduação como um mestrado. O apoio de vocês nesses dois anos foi fundamental.

Ao meu orientador, professor Dr. Márcio Felipe Floss e minha co-orientadora professora Dr.^a Vera Maria Cartana Fernandes. O primeiro, por ter me aceitado como orientado demonstrando muito interesse pelo tema e mostrando durante o desenvolvimento do trabalho coisas que eu não percebia, dando uma outra visão do tema, e pela grande orientação dada nesses dois anos. A segunda, pela imposição de limites na pesquisa, pois como ela mesma diz eu quero abraçar o mundo, e pelas grande dicas e orientações durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e pelos conselhos durante todas as etapas, desde o projeto passando pela qualificação e pela defesa.

A minha namorada Geórgia, pelo apoio diário e pela paciência que tinha comigo, principalmente nos meses de entrega das etapas da dissertação.

Aos familiares, amigos que de alguma forma ou de outra participaram da minha formação com conselhos.

Ao PPGENG na figura dos demais professores que de alguma forma, mesmo que não sendo da minha área de pesquisa contribuíram para a minha formação.

Essa conquista não é apenas minha. Sozinhos não conseguimos nada. Muito obrigado.

RESUMO

Através do Plano Nacional de Energia 2030 e 2050, do Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas com metas de redução de gases do efeito estufa, e o aumento das fontes alternativas de geração e conservação de energia e da criação do Programa Minha Casa Minha Vida para financiar habitações de interesse social que atinge uma grande massa da população, o Brasil quer melhorar sua matriz energética e implantar o desenvolvimento sustentável. Com a obrigatoriedade de uso de aquecimento solar de água (SAS) a partir do novo Programa Minha Casa Minha Vida 2 (PMCMV 2) as metas desses planos estratégicos têm a possibilidade de serem seguidas e atingidas. Entretanto a simples obrigatoriedade e instalação do sistema em estados como Rio Grande do Sul com inverno rigoroso e muitos dias nublados e chuvosos podem não estar economizando a energia esperada. Condições sociais e educacionais dos moradores, falta de manutenção do sistema, erro de projeto e instalação, podem ser causas da possível não economia. Por isso este trabalho busca realizar uma avaliação durante operação do SAS instalados em habitações de interesse social em cidade do norte do estado do Rio Grande do Sul. Através da verificação de normas e especificações do PMCMV 2, medição piloto na condição favorável de verão (vazão, volume, temperatura da água, orientação solar) e análise de agrupamento (clusters) na população do local, com quantificação de economia gerada consegue-se entender que dentro da população moradora do local existem grupos homogêneos, os quais se diferem em número de moradores, idade e renda, mas caracterizam-se por baixa escolaridade e predominância de baixa renda, além do desconhecimento da necessidade de manutenção dos coletores. Assim, a não economia de energia por parte de alguns agrupamentos e a grande economia por outra parte, além de os dois casos dentro do mesmo grupo, evidenciam a influência dos perfis dos moradores.

Palavras-chave: análise de agrupamento, economia de energia, Programa Minha Casa Minha Vida 2.

ABSTRACT

Through the National Energy Plan 2030 and 2050, the National Plan on Climate Change with greenhouse gas reduction goals, and the increase of alternative energy generation and conservation sources and the creation of My House My Life Program to finance housing of social interest that reaches a large mass of the population, Brazil wants to improve its energy matrix and implement sustainable development. With the mandatory use of solar water heating (SAS) from the new My Home My Life 2 Program (PMCMV 2) the goals of these strategic plans have the possibility of being followed and reached. However, the simple obligatoriness and installation of the system in states like Rio Grande do Sul with rigorous winter and many cloudy and rainy days may not be saving the energy expected. Social and educational conditions of the residents, lack of system maintenance, design error and installation, can be causes of possible non-economy. Therefore, this work seeks to carry out an evaluation during operation of the SAS installed in social housing in a city in the north of the state of Rio Grande do Sul. Through the verification of PMCMV 2 standards and specifications, pilot measurement in the favorable summer condition (Volume, water temperature, solar orientation) and clusters analysis in the population of the place, with quantification of generated economy one can understand that within the dwelling population of the place there are homogeneous groups, which differ in number of inhabitants, Age and income, but are characterized by low educational level and low income predominance, besides the lack of knowledge of the need of maintenance of the collectors. Thus, the non-saving of energy by some groupings and the great economy on the other hand, besides the two cases within the same group, show the influence of the profiles of the residents.

Keywords: cluster analysis, energy saving, My Home My Life Program 2.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Insolação diária média anual (horas).....	29
Figura 2 - Fluxograma mostrando as principais etapas do processo de um SAS.	29
Figura 3- Principais equipamentos utilizados nas etapas do processo.....	30
Figura 4 - Principais componentes de um coletor solar plano fechado.	31
Figura 5 - Modelos de coletores horizontais e verticais.	32
Figura 6 - Detalhe de um reservatório térmico e suas posições.....	33
Figura 7 - Sistema de aquecimento solar com circulação forçada.	35
Figura 8 - Diferença entre circuitos.	36
Figura 9 - Principais componentes de um sistema solar.	36
Figura 10 - A água quente fica na parte de cima do tubo e a água fria na parte de baixo no interior do cano.....	37
Figura 11 – Posição do sifão.....	38
Figura 12 - Medidas para o sistema termossifão.	39
Figura 13 - Ilustração do conjunto caixa da água e reservatório térmico.	39
Figura 14 - Sistema acoplado fabricado de polímero. Em (a), o sistema apoiado sobre o telhado. Em (b), ilustração mostrando o sentido e a direção do fluxo de água nos coletores.	40
Figura 15 – Instalação de reservatório. Em (a), instalação do reservatório sobre o telhado. Em (b), vedação dos furos do telhado.	45
Figura 16 – Instalação de placa e reservatório. Em (a), instalação do placa sobre o telhado. Em (b), fixação do reservatório.....	46
Figura 17 - Fluxograma desenvolvimento metodologia.	48
Figura 18 - Procedimento para definição de subgrupos homogêneos.	56
Figura 19 - Termômetro a laser infravermelho (INFRARED THERMOMETER) e ilustrações do recipiente graduado para medir vazão e cronômetro de celular.	58
Figura 20 - Interface do software RETScreen.	60
Figura 21 - Projeto dos condomínios com SAS.....	63
Figura 22 - Vista dos condomínios horizontais.	63

Figura 23 - Coletor solar ONIX instalado em duas unidades habitacional.....	65
Figura 24 - Suportes e dispositivos de fixação, tubulações e caixa redutora de pressão.....	65
Figura 25 - Localização do local de estudo.	67
Figura 26 - Ilustração da planta baixa da unidade habitacional Bosque dos Araçás.	68
Figura 27 - Ilustração de corte de unidade habitacional Bosque dos Araçás.....	68
Figura 28 - Ilustração do corte nos banheiros da unidade habitacional Bosque dos araçás.	68
Figura 29 - Ilustração do condomínio Bosque dos Araças.	69
Figura 30 - Coletores solares e chuveiro instalados na unidade habitacional do pré-teste.....	70
Figura 31 – Esquema da localização usada para aleatoriedade da amostra.	71
Figura 32-Visita aos condomínios para entrevistas.	72
Figura 33 - Perfil da população analisada.....	75
Figura 34 – Perfil de escolaridade da população analisada.	76
Figura 35 –Perfil de consumo/economia de energia da população analisada.....	77
Figura 36 - Diagrama perfil das 64 unidades habitacionais do estudo.	78
Figura 37 - Escala de economia de energia dos agrupamentos.	80
Figura 38 - Posicionamento dos coletores.	81
Figura 39 – Temperatura na condição de inverno e verão.....	83
Figura 40 - Radiação global na condição inverno.	84
Figura 41 -Medidor de vazão no ensaio.....	85
Figura 42 - Diferença dos chuveiros.....	85
Figura 43 - Produção média de energia do coletor.	86
Figura 44 - Dados de radiação solar do RETScreen para poupança de energia.	87
Figura 45 - Modelo Energético RETScreen para aquecimento solar do local de estudo.	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Mudanças propostas para matriz energética – setor de eletricidade.....	18
Quadro 2: Caracterização e classificação de áreas para investimentos habitacionais.	21
Quadro 3: Eixos de financiamento do PlanHab.	22
Quadro 4: Classificação dos sistemas de aquecimento de água.	34
Quadro 5: Normativas de atendimento para o SAS.	42
Quadro 6: Modelo de implantação do SAS no PMCMV.	42
Quadro 7: Características específicas equipamentos.	43
Quadro 8: Características específicas materiais.....	44
Quadro 9: Especificação do termômetro para estudo.	57
Quadro 10: Resultados do estudo piloto na condição favorável de verão.	70
Quadro 11: Unidades habitacionais selecionadas para análise técnica.....	81
Quadro 12: Especificações dos coletores solares e reservatórios térmicos.	82
Quadro 13: Poupança de energia estimada no local de estudo.	87
Quadro 14: Poupança de energia estimada com dados do RETScreen.	87

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	PLANOS ESTRATÉGICOS NACIONAIS	14
2.1.1	<i>Plano nacional de energia 2030 e 2050.....</i>	<i>14</i>
2.1.2	<i>Plano nacional sobre mudanças do clima</i>	<i>16</i>
2.1.2.1	Programa de Incentivo ao Uso de Aquecimento Solar de Água.....	18
2.1.2.2	Programa Brasileiro de Etiquetagem	19
2.1.2.3	Mecanismo para implantação das ações	19
2.1.3	<i>Plano nacional de habitação</i>	<i>20</i>
2.1.3.1	Mecanismos de financiamentos habitacionais	22
2.2	PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA 2.....	23
2.3	HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM PASSO FUNDO - RS	26
2.4	USO DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA	28
2.4.1	<i>Coletores solares fechados.....</i>	<i>30</i>
2.4.2	<i>Reservatórios térmicos</i>	<i>33</i>
2.4.2.1	Classificação dos sistemas de aquecimento solar	34
2.4.2.2	Componentes do sistema de aquecimento solar.....	36
2.4.2.2.1	Termossifão convencional	38
2.4.2.2.2	Termossifão acoplado	40
2.4.2.2.3	Sistema anticongelamento para circulação forçada.....	40
2.4.3	<i>Especificações para o uso do SAS no PMCMV.....</i>	<i>41</i>
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	47
3.1	ETAPA 1 - AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DAS NORMAS E/OU ESPECIFICAÇÕES DO SAS NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA 2.....	49
3.1.1	<i>Coleta de dados sobre HIS com SAS na municipalidade e construtora.....</i>	<i>49</i>
3.1.2	<i>Análise comparativa dos dados e o PMCMV 2.....</i>	<i>49</i>
3.2	ETAPA 2 - VERIFICAÇÃO DO USO DO SAS PERANTE ASPECTOS TÉCNICOS DE USO/OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E SATISFAÇÃO DOS MORADORES.	49
3.2.1	<i>Caracterização do local de estudo.....</i>	<i>50</i>
3.2.2	<i>Caracterização da população local - questionário.....</i>	<i>50</i>
3.2.2.1	Método estatístico	50

3.2.2.2	Metodologia do questionário: análise de agrupamento (clusters).....	51
3.2.2.2.1	Questionário pré-teste	52
3.2.2.2.2	Definição da amostra	53
3.2.2.2.3	Conjunto de atributos.....	53
3.2.2.2.4	Padronização dos dados	53
3.2.2.2.5	Processo de partição e subgrupos homogêneos	54
3.2.3	<i>Processo de definição da representatividade dos subgrupos</i>	56
3.2.4	<i>Análise técnica dos SAS</i>	57
3.3	ETAPA 3 - QUANTIFICAÇÃO DA ECONOMIA GERADA PELOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR.....	58
3.4	ETAPA 4 - AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PERFIS DE MORADORES PERANTE AO USO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR E ECONOMIA DE ENERGIA.	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
4.1	RESULTADOS DA ETAPA 1	62
4.1.1	<i>Dados de HIS com SAS: participação municipalidade e construtora</i>	62
4.1.2	<i>Comparação dos dados coletados e as regras do PMCMV 2</i>	63
4.2	RESULTADOS DA ETAPA 2	65
4.2.1	<i>Local de estudo: condomínios horizontais de interesse social em Passo Fundo</i>	66
4.2.2	<i>População local: aplicação de questionário</i>	69
4.2.3	<i>Análise do questionário através de análise de agrupamento</i>	77
4.2.4	<i>Definição da representatividade dos subgrupos</i>	80
4.2.5	<i>Análise técnica</i>	81
4.3	RESULTADOS DA ETAPA 3	86
4.4	RESULTADOS DA ETAPA 4	89
5	CONCLUSÕES	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NO ESTUDO	97
	APÊNDICE B – ANÁLISE TÉCNICA CONDIÇÕES DE INVERNO	99
	APÊNDICE C – ANÁLISE TÉCNICA CONDIÇÕES DE VERÃO	100

1 INTRODUÇÃO

Com aumento da degradação ambiental e do consumo dos recursos naturais, as mudanças climáticas se intensificaram e há necessidade de diminuição da poluição ambiental no que diz respeito a geração de energia, conforme mostra o Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas (BRASIL, 2008b). Ao mesmo tempo, com o crescimento da população e do consumo de combustíveis fósseis nos últimos anos, e forte tendência de continuar seu crescimento, como previsto nos Planos Nacionais de Energia 2030 e 2050 (BRASIL, 2008a; EPE, 2016), a necessidade por energia limpa fica cada dia mais evidente. O uso de energia elétrica é o que mais preocupa o país devido à grande demanda necessária para alimentar o consumo, e sua geração, chegando ao limite através das hidrelétricas, que hoje eram responsáveis por 70% da produção de energia em 2013, e nos últimos anos vem caindo para 65,2% em 2014, 64% em 2015, devido à crise econômica e política inesperada que afetou o consumo e impediu falência do sistema elétrico (BRASIL, 2008 a; BRASIL, 2008 b; BOSCOLI e BARBOSA, 2011; EPE, 2014; EPE, 2015). Com a capacidade limitada de nossas hidrelétricas e o crescimento econômico devendo ser retomado nos próximos anos, se faz necessária a implementação de uma política muito conhecida e pouco implantada, o chamado desenvolvimento sustentável. Com a racionalização do uso de energia elétrica, através de um controle do consumo planejado, pode-se encontrar o problema na fonte e propor soluções que não degradem ainda mais o meio ambiente.

Os estudos que hoje estão sendo desenvolvidos no Brasil abordam temas relativos à compreensão do processo de ocupação do território, bem como ao planejamento, gestão e projeto de sua infraestrutura e do meio ambiente. Essa abordagem relaciona também à qualificação da relação entre o ambiente natural e o ambiente construído, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável e qualidade de vida das populações. Essas questões estão diretamente ligadas aos planos estratégicos brasileiros (documentos oficiais em que o país faz projeções, para um determinado setor com objetivos, metas, regras e condições - Planos Nacionais de Energia 2030 e 2050, Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas, e o Plano Nacional de Habitação) e ao gerenciamento de demanda, aonde a energia economizada em determinado setor através de uma política pública de incentivos é virtualmente direcionada para outro setor que mais necessita, ou apenas desafoga a matriz energética já saturada em determinados horários.

Sabendo que o equipamento que mais consome energia elétrica nas residências brasileiras é o chuveiro elétrico (ARANTES, 2012), sendo responsável por cerca de 30% da conta mensal, e que 90% de seu território está localizado na região considerada de alto potencial de energia

solar, entre os trópicos e próximo à linha do Equador, o Brasil é privilegiado de altos índices de aproveitamento de energia solar (PASSOS, 2011). A utilização dessa outra forma de aquecimento da água junto com a economia que os usuários podem controlar, contribuiria muito para a economia de energia, principalmente nos horários de pico, aonde o consumo é maior. Esse mecanismo possibilitaria que essa energia economizada fosse realocada para outros setores da economia, possibilitando crescimento e geração de empregos, utilizando realmente o conceito do desenvolvimento sustentável (Associação Brasileira de Refrigeração, 2014b).

Unindo a questão do desenvolvimento sustentável com um problema crônico do país que é o déficit habitacional, o governo brasileiro vem promovendo dentro de seus programas habitacionais a inclusão da fonte de energia renovável. Com políticas e programas habitacionais, que são relevantes para a eficiência no uso da energia solar térmica (CHANG et al., 2011; KALOGIROU, 2003), o Brasil tem a intenção de atingir uma grande massa da população e obter uma grande economia de energia através da obrigatoriedade dos sistemas de aquecimento solar de água (SAS) nos novos contratos do Programa Minha Casa Minha Vida 2, assim conseguindo atingir os seus objetivos estabelecidos nos planos estratégicos. Entretanto essa medida pode estar sendo falha, pois em um país continental as diferenças ambientais e climáticas são inúmeras, e elas não estão sendo observadas nem medidas corretamente.

1.1 Objetivo Geral

Realizar avaliação durante operação do sistema de aquecimento solar de água instalados em habitações de interesse social em cidade do norte do estado do Rio Grande do Sul.

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos serão:

- a) Avaliar a aplicação da normas e/ou especificações encontradas no Programa Minha Casa Minha Vida 2 nas habitações da pesquisa.
- b) Verificar o uso do aquecimento solar de água perante aspectos técnicos de uso/operação, manutenção e satisfação dos moradores.
- c) Quantificar a economia gerada pelos sistemas de aquecimento solar.
- d) Avaliar a influência dos perfis de moradores perante ao uso do sistema e a economia de energia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma síntese da literatura sobre os temas do trabalho para fundamentar e conceituar terminologias para entendimento das etapas seguintes de realização da pesquisa. Abordando os planos estratégicos nacionais que visam o desenvolvimento sustentável, o Programa Minha Casa Minha Vida e políticas públicas habitacionais na cidade do norte do estado do Rio Grande do Sul, e o sistema de aquecimento solar de água em habitações. Finalizando a revisão com método estatístico para encontro de grupos em populações

2.1 Planos estratégicos nacionais

Segundo Chiavenato (2004), o planejamento estratégico é um processo gerencial que se refere à formulação de objetivos para a seleção de programas de ação e para sua execução, levando em conta as condições internas e externas à empresa e sua evolução esperada. Esse conceito também deve ser aplicado nos governos dos países, que nada mais são do que enormes empresas que devem seguir rigorosas regras para conseguirem atingir suas metas.

O Brasil preocupado com seus rumos perante a diversos setores promove as políticas públicas que tem intuito de gerar planos estratégicos para esses setores importantes. Dentre as políticas públicas mais importantes pode-se enfatizar três as quais resultaram em planos nacionais estratégicos.

2.1.1 Plano nacional de energia 2030 e 2050

Segundo Brasil (2008a) as mudanças implementadas no setor elétrico, ao longo da última década, trouxeram importantes alterações institucionais, orientadas por uma perspectiva de auto regulação pelo mercado, que acabou por se mostrar frágil e ineficiente, como ficou exposto no racionamento de energia elétrica ocorrido entre 2001 e 2002. Desde então, tornou-se evidente e inadiável a necessidade de um novo ordenamento setorial para fazer frente aos entraves e inadequações que colocavam em risco o suprimento às demandas presentes e as expansões para garantir atendimento às projeções futuras.

Afim de resgatar e assumir responsabilidade do Estado de assegurar as condições de infraestrutura básica para dar sustentação ao desenvolvimento econômico e social do país, um novo modelo do setor elétrico veio com a promulgação, em 15 de março de 2004, das Leis nº 10.847 e 10.848 que tratam, respectivamente, da criação da Empresa Pesquisa Energética e de uma nova estrutura das regras de comercialização de energia elétrica. Esse novo modelo focou

numa importante reestruturação do planejamento da expansão dos sistemas elétricos, com uma abordagem mais ampla e integrada, estrategicamente, consolidando a pesquisa, a exploração, o uso e o desenvolvimento dos insumos energéticos, dentro de uma política nacional unificada e ajustada às diretrizes de governo e às necessidades do país (BRASIL, 2008 a; Pereira, 2010).

O planejamento do setor elétrico faz parte de um processo, que inclui o levantamento do potencial energético, com destaque para os estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas e para os estudos de viabilidade técnico-econômica e ambiental. Também conta com estudos comparativos de fontes de geração de energia elétrica e as iniciativas para o gerenciamento da demanda, principalmente os projetos e ações na área de eficiência energética. Esse pensamento não ocorria anteriormente na área de energia elétrica e em outras áreas, faltando uma visão sistêmica e agregada, essencial para a formulação de diretrizes e políticas setoriais e para orientar a ação de governo. Com a criação da Empresa de Pesquisa Energética essa deficiência é solucionada, e seu funcionamento a partir de 2005, além de consolidar o projeto materializado nas leis promulgadas em março de 2004, permitiu ao Ministério de Minas e Energia integrar os estudos energéticos do país, melhorando sua capacidade de exercer o papel constitucional que é atribuído ao Executivo (BRASIL, 2008 a).

A relação que existe entre a evolução da demanda total de energia e o nível de atividade econômica é bastante significativa, e examinar a demanda de energia no Brasil estabelece premissas para o crescimento econômico do país. Elas são definidas através da técnica de cenários, a mais indicada para estudos dessa natureza, especialmente quando se trata de horizonte de análise tão amplo (BRASIL, 2008 a).

Os cenários estudados para uma evolução do ano de 2005 até 2030, mostram que o Brasil deveria crescer seu PIB (Produto Interno Bruto) mais que no resto do mundo, entorno de 4,0% a.a., contra 3,7% a.a., respectivamente. Isso devido a projeções de aumento entorno de 4,2% por setor, como agricultura e serviços. Essa projeção muda para estudos do ano de 2013 até 2050 com taxa média de crescimento entre 3,6% a.a. e 4,0% a.a., contra 2,4 % no mundo, devido à crise econômica e política do país. Mesmo com a redução do crescimento do PIB o país deve retomar seu ritmo de crescimento antes da crise nos próximos anos. As projeções ainda mostram que o crescimento demográfico do país continuará, apesar de sua taxa de crescimento estar diminuindo, como também acontece com a taxa mundial. Mesmo assim o crescimento populacional é significativo, entorno de 53 milhões de habitantes entre 2005 e 2030. Porém novos estudos mostram que o declínio populacional começa em 2040 tornando o crescimento um pouco menor para 30 milhões de habitantes (Brasil, 2008 a; EPE, 2016).

Com os dados das projeções de crescimento do PIB e da população o cenário de consumo final de energia também mostra uma curva de crescimento. Esse crescimento cai um pouco de 3,7% a.a. até 2030 para 2,2% até 2050, mas mesmo assim, faz com que o Brasil ultrapasse países Chile, México e Argentina no consumo de energia per capita, que era de 1,1 tEP/habitantes para 2,2 tEP/habitantes (EPE,2016). Com o consumo energético através da fonte indentifica-se que os maiores consumidores são os derivados do petróleo e eletricidade, com 40% e 18% respectivamente em 2005, totalizando mais da metade da matriz energética, e poderão cair entorno de 6% se tomadas as decisoes corretas e aplicados os planejamentos energéticos, conseqüentemente acarretará em um aumento de 2% para a eletricidade. Em estudos de 2013, derivados do petróleo e eletricidade representavam 43,7% e 16,6%, respectivamente, podendo cair entorno de 4,3% e causando aumento de 7 % para eletricidade, se tomadas as mesmas decisoes. Cabe salientar que derivados de petróleo são grandes poluidores do meio ambiente, e conseqüentemente provocam as mudanças climáticas através dos gases do efeito estufa. Entretanto, as projeções para 2030 e 2050 mostram que esse tipo de energia cresceu aos poucos devido a alta demanda (BRASIL, 2008 a; EPE, 2016).

A eletricidade também é outro parâmetro que cresce com o aumento do PIB e da população, entorno de 4,3% a.a., pulando de 375,2 TWh para 1086 TWh, segundo as projeções de 2030 e mantendo esse crescimento para 2050, triplicando a demanda. Isso provoca a necessidade de alternativas para atendimento dessa demanda extra, por isso projeção de aumento da participação da eletricidade. Essa demanda extra deve ser atendida com conservação de energia e auto produção, com apoio e incentivos nas fontes de energia renováveis e energias limpas (PEREIRA,2010, EPE,2016).

Todas essas projeções mostram que a matriz energética brasileira em 2030 e 2050 deve ser transformada e estar mais limpa, com uma participação maior de energias renováveis, menor dependencia do uso de combustíveis fosseis. Mesmo com aumento de consumo de energia elétrica é esperada a diminuição da participação de hidreléticas, devido a complexidade de sua construção e impactos ambientais. Assim se mostra a necessidade de utilização de energia solar para ajudar a matriz energética com relação a sua participação.

2.1.2 Plano nacional sobre mudanças do clima

Segundo Brasil (2008b) a mudança global do clima é um dos mais significativos desafios da atualidade. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima pretende incentivar o desenvolvimento das ações do Brasil colaborativas ao esforço mundial de combate ao problema e criar as condições internas para o enfrentamento de suas conseqüências. Com a criação da

Política Nacional de Mudança do Clima através da Lei Federal nº 12.187/2009, aonde o Brasil se compromete a adotar ações para reduzir entre 36,1% e 38,9% de suas emissões projetadas até 2020 (equivalente a uma redução de 17% comparada aos níveis de 2005), entra em ação um dos dois instrumentos de política reconhecidos na lei: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima. É essa política, que dentro dos seus cinco planos setoriais, contém ações para o setor de energia e para a indústria (BRASIL, 2008 b).

Com um objetivo geral de identificar, planejar e coordenar as ações e medidas que possam ser empreendidas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como àquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima (BRASIL, 2008 b), o Plano Nacional sobre Mudança do Clima salienta ações de mitigação. Estas são entendidas por mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros de carbono.

No setor de energia, dentre as tecnologias e práticas de mitigação por setor, são consideradas as mais relevantes a melhoria da eficiência da oferta e distribuição de energia, a substituição de combustíveis mais carbono-intensivos por aqueles com menor teor de carbono ou por combustíveis de fontes renováveis, e a captação e o armazenamento de carbono; juntamente com a utilização de equipamentos eficientes e de energia solar. Já no setor de edificações, a prática de mitigação é a adoção de um sistema de planejamento integrado que permita ganhos de eficiência no uso da energia.

No decorrer do plano verifica-se que a energia é um setor que contribuiu muito para as mudanças climáticas devido as várias formas que a poluição do meio ambiente que podem ocorrer através dela. Por isso, existem inúmeros estudos dentro do plano com relação a necessidade de mudança do setor de energia, já enfatizado pelo Plano Nacional de Energia 2030 e 2050, apresentado anteriormente.

Para alterar a matriz energética, o setor de energia brasileiro tem que principalmente aumentar as fontes de energias renováveis e limpas, e reduzir o consumo de energia. Essas mudanças necessárias observadas foram divididas em fases: a) ação de implantação e b) ação de concepção. Cada etapa que necessita de mudança no setor de energia tem ações dos dois tipos classificados. Como existem inúmeros projetos e ações para todos os tipos de energia empregados na matriz, no Quadro 1, elenca-se apenas os relacionados com energia elétrica.

Com uma gama de propostas variadas, o foco se volta no Programa de Incentivo ao Uso de Aquecimento Solar de Água e o Programa Brasileiro de Etiquetagem, para a compressão de suas aplicações nas habitações.

Quadro 1: Mudanças propostas para matriz energética – setor de eletricidade.

ETAPA	AÇÕES DE IMPLANTAÇÃO	AÇÕES DE CONCEPÇÃO
Aumento de fontes de energias renováveis	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Expansão da Geração de Hidrelétricas ✓ Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA ✓ Leilões de Compra de Energia Provenientes de Fontes Alternativas ✓ Expansão da Transmissão ✓ Programa Luz para Todos ✓ Expansão da Energia Nuclear 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Expansão da Energia Solar Fotovoltaica ✓ Utilização de Resíduos Urbanos para Fins Energéticos ✓ Política Industrial para Equipamentos Eficientes e Tecnologias Renováveis
Redução de consumo de energia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE ✓ Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL ✓ Programas de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras – PEE 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relançamento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL ✓ Programa de Substituição e Promoção do Acesso a Refrigeradores Eficientes ✓ Programa de Incentivo ao Uso de Aquecimento Solar de Água ✓ Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos ✓ Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf.

Fonte: Adaptado de Brasil, 2008 b.

2.1.2.1 Programa de Incentivo ao Uso de Aquecimento Solar de Água

Nesse programa, dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL são usados para comprovar que os chuveiros elétricos estão presentes em cerca de 90% dos lares brasileiros, com concentração maior nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Com esse alto potencial de consumo, os chuveiros elétricos entraram na lista para pesquisas com objetivo de levantar informações sobre programas e iniciativas nacionais e internacionais, e propostas de medidas para o incentivo ao uso de sistemas de aquecimento solar no Brasil.

Segundo Brasil (2008b), o Ministério de Minas e Energia e o Ministério de Meio Ambiente têm trabalhado na elaboração de um programa de estímulo à utilização de sistemas de aquecimento solar de água, primeiramente para o setor comercial (hospitais, hotéis, shopping centers, etc.), e posteriormente para o setor residencial. Os estudos para elaboração deste programa demonstram um cuidado especial na importância das diferenças entre classes sociais,

dos diferentes setores de consumo, bem como das características regionais de clima e hábitos de consumo, inclusive o de utilização do chuveiro elétrico.

Esse programa defende que com a amenização das variações da curva de demanda diária de eletricidade no Brasil a geração de energia elétrica pode ser otimizada, evitando que sejam utilizadas usinas termelétricas em horários de pico, e conseqüentemente, diminuir as emissões de gases de efeito estufa. Estima-se que o programa solar térmico tem um potencial de reduzir cerca de 1.200 MW no horário da ponta e 2.200 GWh/ano no ano de 2015, no consumo de energia elétrica, caso sejam mantidas as metas originais de instalar aproximadamente 15 milhões de metros quadrados até 2015 (considerando linha de base de 3 milhões de metros quadrados em 2006). Isso representaria, em 2015, uma redução anual de emissões de 640.000 tCO₂ (BRASIL 2008 b).

2.1.2.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem

Criado em 1984 e coordenado pelo antigo Ministério de Desenvolvimento de Indústria e Comércio, o Programa Brasileiro de Etiquetagem promove a eficiência energética de equipamentos por meio de etiquetas informativas. A adesão ao Programa é voluntária, em primeira instância, e converte-se em obrigatória em passo seguinte.

Consta que 33 tipos de equipamentos já foram efetivamente etiquetados, dentre eles, refrigeradores, chuveiros, condicionadores de ar, motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, incandescentes e decorativas, fogões e fornos domésticos a gás. Outros se encontram em diversas fases do processo, como veículos automotores leves, televisores digitais, geradores fotovoltaicos, coletores solares, reservatórios térmicos, dentre outros (BRASIL 2008 b; INMETRO,2015)

Através dessa padronização que o programa propõe, encontrar as informações mais importantes sobre equipamentos mais eficientes ficará mais acessível e fácil. Ao mesmo tempo, essas informações serão usadas também para a melhor escolha desses equipamentos por profissionais que coloquem em seus projetos produtos de melhor qualidade.

2.1.2.3 Mecanismo para implantação das ações

Se por um lado a mudança global do clima impõe um grande desafio ao Brasil, seja no plano ambiental, econômico e social, por outro lado, as demandas por ações de adaptação, mitigação, produção de processos e tecnologias limpas geram oportunidades concretas de fomento ao crescimento da economia com geração de renda e desenvolvimento regional. Trata-se de custo gerador de oportunidade pela qual o país pode obter vantagens comparativas e

competitivas, pela importância de seu mercado, complexidade de sua economia, e características geográficas e sociais (BRASIL, 2008 b).

A ação do Estado deve ser a de investir ou financiar sistemas sustentáveis pensando sempre no desenvolvimento. O Estado usa o investimento público como o elemento inicial de estímulo a investimentos privados, produzindo efeitos multiplicadores. Dentro dessa lógica tem-se algumas linhas de crédito da Caixa Econômica Federal que, direta ou indiretamente, favorecem o alcance dos objetivos do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e uma delas é a que disponibiliza para pessoa física financiamento de equipamentos de aquecimento solar de água para habitações.

2.1.3 Plano nacional de habitação

Segundo Cardoso (2008) e Brasil (2009b), o plano nacional de habitação é um dos mais importantes instrumentos para a implementação da nova Política Nacional de Habitação. Previsto na Lei 11.124/05, que estruturou o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, ele foi elaborado sob a coordenação da Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, pela consultoria do Consórcio PlanHab, formado pelo Instituto Via Pública, Fupam-LabHab-FAU/USP e Logos Engenharia, por meio de um intenso processo participativo, que contou com a presença de todos os segmentos sociais relacionados com o setor habitacional. Com principal objetivo de formular uma estratégia de longo prazo para equacionar as necessidades habitacionais do país, direcionando da melhor maneira possível, os recursos existentes e a serem mobilizados, e apresentando uma estratégia nos quatro eixos estruturadores da política habitacional: modelo de financiamento e subsídio; política urbana e fundiária; arranjos institucionais e cadeia produtiva da construção civil. Com ele existe a intenção de implementar um conjunto de ações capazes de construir um caminho que permita avançar no sentido de atingir o principal objetivo da PNH: universalizar o acesso à moradia digna para todo cidadão brasileiro.

Segundo Moura e Ferreira (2014), para melhor fazer as atividades, o PlanHab criou uma divisão de grupos sociais os quais serão atendidos conforme ordem de prioridade, ou seja, necessidade de moradia, sendo estes cinco e que se configuraram da seguinte forma:

- a) Grupo 1 – famílias com renda abaixo da linha do financiamento ou sem renda, que não tem condições de assumir o compromisso com o financiamento da casa própria (Região Metropolitana de SP/RJ: até R\$ 800,00 / Outras Região Metropolitana: até R\$ 700,00 / Demais situações: até R\$ 600,00);

- b) Grupo 2 - famílias com renda mensal que possibilita o comprometimento com o financiamento, porém o valor é pouco para adquirir uma moradia adequada e cuja renda gera risco para os credores do financiamento (Região Metropolitana SP/RJ: de R\$ 800,00 a R\$ 1.600,00 / Outras Região Metropolitana: de R\$ 700,00 a R\$ 1.400,00 / Demais situações: de R\$ 600,00 a R\$ 1.200,00);
- c) Grupo 3 - famílias cuja renda mensal permite o financiamento imobiliário, porém também oferece risco para os agentes financeiros (Região Metropolitana SP/RJ: de R\$ 1.600,00 a R\$ 2.000,00 / Outras Região Metropolitana: de R\$ 1.600,00 a R\$ 2.000,00 / Demais situações: de R\$ 1.600,00 a R\$ 2.000,00). Posteriormente, o grupo 2 e 3 foram fundidos em um só devido a sua semelhança no que diz respeito a divisão;
- d) Grupo 4 – famílias com renda estruturada e regular, com capacidade de adquirir moradia própria e sem oferecer riscos para os agentes financeiros (de R\$ 2.000,00 a R\$ 4.000,00);
- e) Grupo 5 – famílias estruturadas com acesso a imóveis adequados de acordo com suas as necessidades (acima de R\$ 4.000,00).

Conforme Moura e Ferreira (2014) e Brasil (2009b), sobre as cidades que receberam os benefícios deste Plano também realizou uma divisão para categorizar quais necessitavam mais de investimentos em moradia (Quadro 2).

Quadro 2: Caracterização e classificação de áreas para investimentos habitacionais.

CATEGORIA	CARACTERIZAÇÃO
A	Regiões Metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro;
B	Regiões metropolitanas e principais aglomerações e capitais do Centro-Sul;
C	Regiões metropolitanas e principais aglomerações e capitais prósperas do Norte e Nordeste;
D	Aglomerados e centros regionais do Centro-Sul;
E	Aglomerados e centros regionais do Norte e Nordeste;
F	Centros urbanos em espaços rurais prósperos;
G	Centros urbanos em espaços rurais consolidados, com algum grau de dinamismo;
H	Centros urbanos em espaços rurais com elevada desigualdade e pobreza;
I	Pequenas cidades em espaços rurais prósperos;
J	Pequenas cidades em espaços rurais consolidados, mas de frágil dinamismo recente;
L	Pequenas cidades em espaços rurais de pouca densidade econômica;

Fonte: Adaptado de Brasil, 2009a.

Quadro 3: Eixos de financiamento do PlanHab.

EIXO	Estratégias
Financiamento e subsídio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Novo modelo para garantir recursos para a urbanização de assentamentos precários e produção massiva de unidades novas, com foco nas faixas de baixa renda;
Arranjos Institucionais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Funcionamento do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social; ➤ Política habitacional descentralizada, com participação; ➤ Controle social, articulação intergovernamental e intersetorial;
Estratégias urbanas e fundiárias	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantir acesso à terra urbanizada, legalizada e bem localizada para a provisão de Habitação de Interesse Social - HIS (unidades prontas ou lotes); ➤ Regularizar os assentamentos informais; ➤ Garantir a permanência dos moradores de baixa renda;
Cadeia Produtiva da Construção Civil	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ampliar a produção e estimular a modernização da construção civil voltada à HIS; ➤ Buscar obter qualidade, menor custo, ganho de escala e agilidade;

Fonte: Adaptado de Brasil, 2009a.

Com essas divisões criadas os trabalhos são direcionados para aqueles locais onde a necessidade de investimentos é maior, aonde existem maior concentração populacional e moradias críticas. Juntamente, para conseguir resolver realmente o problema da habitação no país, foram criados quatro eixos como estratégia para enfrentar este problema (Quadro 3).

2.1.3.1 Mecanismos de financiamentos habitacionais

Com a divisão em grupos definida, fica mais fácil a destinação de recursos ou financiamentos para a pessoas de acordo com as suas realidades sociais e econômicas. Destaque para a demanda futura por habitação (no momento de implantação do PlanHab) compreendia 25 milhões de novos domicílios, que segundo as metas serão sanadas em 50% (BRASIL, 2009b).

A demanda por moradia em cada forma de subsídio pode ser descrita como o endividamento que o governo assumirá. Do Grupo 1, que não tem condições de assumir um financiamento haverá disponibilização de valores mais baixos, sendo que por ser a demanda muita alta nesta faixa, a meta de construção de moradias não atinge o total necessário. No Grupo 2 quem se responsabilizará pelo financiamento será o Orçamento Geral da União (OGU) juntamente com o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), que como no grupo destacado anteriormente, oferece a casa própria ou cesta de materiais de construção ou lote mais cesta de materiais de construção, apenas se diferenciando do outro por ter lote urbanizado.

O Grupo 3, cujo financiamento está a cargo do FGTS e SBPE, possui um valor de financiamento mais alto (na faixa de R\$ 90 a 120 mil reais), sendo que também pode ser disponibilizado a casa pronta ou cesta de material de construção ou lote com cesta de material de construção. Por fim, no último grupo, o valor do financiamento é de R\$ 350 mil reais, sendo o SBPE o órgão financiador, tendo como produto disponibilizado a casa pronta.

De acordo com Brasil (2009b), a partir da definição das metas apresentadas, o PlanHab tem três etapas de implantação, entre os anos de 2009 a 2011 e corresponde ao período de transição e implementação; entre os anos de 2012 a 2015, caracterizada como a fase de consolidação e, entre os anos de 2016 a 2023, considerada o período de conquistas e resultados. Sendo que na primeira etapa é aonde é criado o Programa Minha Casa Minha Vida, principal programa financiador habitacional.

2.2 Programa Minha Casa Minha Vida 2

De acordo com Moura e Ferreira (2014), o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) faz parte da atual política habitacional do Brasil, sendo que é a principal estratégia do Governo Federal para eliminar o déficit habitacional, além de dinamizar a economia por meio do setor de construção civil e mercado imobiliário. Juntamente com a implantação do Plano Nacional de Habitação em 2009, também foi criado o PMCMV para fazer o direcionamento dos investimentos no âmbito habitacional. E como principal objetivo, o programa pretende criar um ambiente econômico confiável que estimule o desenvolvimento do mercado formal da habitação com subsídios governamentais para famílias de baixa renda e de classe média.

Esse programa procura compatibilizar a prestação da casa própria com a capacidade de pagamento das famílias brasileiras e antecipa ações do PlanHab como: a distribuição de recursos conforme o déficit, a regionalização do custo dos imóveis, e a contrapartida das partes da união, estados e municípios. Além disso, conta com um papel estratégico na regularização fundiária urbana, fundamental para completar o acesso à moradia (BRASIL, 2009b; PEREIRA et al, 2011).

A Lei nº 11.977 de julho de 2009, lançou o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e determinou as diretrizes do mesmo. Em junho de 2011, esta sofreu alterações, com adições e retiradas de artigos, resultando na Lei nº 12.424/2011, o chamado Programa Minha Casa Minha Vida 2. Assim, tem por finalidade a criação de mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção

ou reforma de habitações rurais, para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais) (BRASIL,2011).

Conforme Brasil (2011), a principal meta do programa é a promoção da produção, aquisição, requalificação e reforma de dois milhões de unidades habitacionais, a partir de 1º de dezembro de 2010 até 31 de dezembro de 2014 das quais, no mínimo duzentas e vinte mil unidades serão produzidas por meio de concessão de subsídios econômicos aos beneficiários com renda de até R\$ 1.395,00 (mil, trezentos e noventa e cinco reais).

Moura e Ferreira (2014) salienta que o PMCMV é dividido em duas etapas, sendo que a primeira foi entre 2009 e 2011; a segunda entre 2013 e 2014. Existe uma diferença entre as etapas, e se encontra na ampliação da faixa de renda das famílias, com intuito de expandir o número de beneficiados, bem como a não autorização de venda dos imóveis de famílias de menor renda antes da quitação da dívida, reforma de habitações rurais para famílias de baixa renda e melhoria nas casas construídas. Além disso, as famílias beneficiadas são à população que recebe até dez salários mínimos que podem financiar até 100% do imóvel em até 30 anos, pagando prestações mínimas conforme a renda familiar, com possibilidade de utilização do FGTS.

Conforme Brasil (2009a e 2011), verifica-se de acordo com alterações feitas desde a criação do programa que as faixas de renda mudaram devido aos aumentos do salário mínimo, e necessidade de aumento da faixa. Com isso as faixas do programa foram mudando e passaram para:

- a) Faixa 1 – de R\$ 1.395,00 (mil, trezentos e noventa e cinco reais) em 2009, para R\$ 1.600,00 (mil, seiscentos reais) em 2011.
- b) Faixa 2 – de R\$ 2.790,00 (dois mil, setecentos e noventa reais) em 2009, para R\$ 3.160,00 (três mil, cento e sessenta reais) em 2011.
- c) Faixa 3 – de R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais) em 2009, para R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) em 2011.

Essas faixas criadas são destacadas pelas famílias com renda familiar de até 3 salários mínimos (Faixa 1), aonde o subsídio é integral e isenção de seguro. As famílias com renda de 3 a 6 salários mínimos (Faixa 2), conseguem subsídio parcial em financiamento com redução de custos do seguro e acesso ao fundo garantidor e, por fim, as famílias com renda entre 6 e 10 salários mínimos (Faixa 3) contam com redução de custos do seguro e acesso ao fundo garantidor.

Sabe-se que o maior déficit habitacional do Brasil está integrado na faixa 1. Essas famílias sem o incentivo do governo federal não conseguiriam pagar um financiamento imobiliário comum. Para que elas consigam a moradia própria por meio do PMCMV, estas famílias têm que realizar cadastro conforme estipulado na prefeitura da cidade em que residem. Devem levar documentação solicitada, composta por documentos pessoais e comprovação de renda.

A família que deseja participar da seleção não deve ter sido beneficiada anteriormente com programas de habitação do governo, não possuir financiamento, nem casa própria e estar enquadrada na faixa de renda do programa. A seleção das famílias que serão beneficiadas pelo programa não segue um número de inscrição, mas passa por uma análise social, sendo escolhidas as que mais necessitam.

Os futuros proprietários só começarão a pagar pela casa quando a mesma for construída e entregue. A família deve pagar o financiamento com 10% da renda mensal durante o prazo de 10 anos, sendo a prestação mínima de R\$ 50,00 reais, além de a casa ter a escritura no nome da mulher responsável pela família (BRASIL, 2011).

Na outra faixa de renda, entre 3 a 6 salários mínimos pelo PMCMV é possível adquirir financiamento por meio de carta de crédito, onde o interessado deve procurar um imóvel cujo proprietário, construtora ou imobiliária aceite a carta de crédito da Caixa Econômica Federal, sendo que o imóvel deve estar na planta ou em processo de construção. Para conseguir o auxílio, o indivíduo não deve ser proprietário do imóvel ao qual reside, bem como não ter realizado financiamento pelo SFH e nem solicitado desconto do FGTS referente ao imóvel a partir de 2005. Neste caso, são disponibilizados para financiamento até R\$ 130 mil reais, dependendo do tamanho do município, tendo o adquirente o prazo de até 30 anos para pagamento da dívida, ficando comprometidos cerca de 20% da renda familiar para quitação do financiamento, necessário a verificação de cadastros de proteção ao crédito como SERASA e Serviço de Proteção ao Crédito (SPC).

Nessa faixa poderá ser obtido o financiamento total do imóvel, ou seja, 100%, sendo que é solicitado um pagamento antecipado, conforme a renda familiar. No que tange a cobrança de juros, este atinge 5% para famílias que recebem de R\$ 1.395,00 a R\$ 2.235,00 reais, 6% para aquelas cuja renda varia de R\$ 2.235,00 a R\$ 2.790,00 e cerca de 8% para renda entre R\$ 2.790,00 e R\$ 4.650,00 reais. Tendo o fundo garantidor por um período de 36 meses (3-5 salários) e 24 meses (5-8 salários) em caso de desemprego (BRASIL, 2011).

Na faixa de 6 a 10 salários mínimos não são beneficiados com subsídios diretos, porém há o estímulo à compra com redução dos custos do seguro e acesso ao fundo garantidor por 12

meses (8-10 meses) caso seja necessário. Também se verifica a redução de 80% de custos de registro de imóveis em cartório, bem como refinanciamento da dívida caso haja redução da renda mensal da família. As taxas de juros se encontram na faixa de 8 %.

No que diz respeito a habitação, esta pode ser casa ou apartamento de respectivamente 35 m² e 42 m². As casas possuem sala, cozinha, banheiro, dois dormitórios, área externa com tanque e sistema de aquecimento solar. Quanto aos apartamentos, estes dispõem de sala, cozinha, área de serviço, banheiro e dois quartos. Os prédios podem ser de quatro pavimentos tendo por bloco 16 apartamentos e de cinco pavimentos com 20 apartamentos por bloco. Ressalta-se que estes também possuem sistema de aquecimento solar. Importante salientar que o programa salienta em um de seus artigos da Lei o sistema de aquecimento solar

[...] Art. 82: Fica autorizado o custeio, no âmbito do PMCMV, da aquisição e instalação de equipamentos de energia solar ou que contribuam para a redução do consumo de água em moradias (BRASIL,2011,p.35).

Moura e Ferreira (2014), além de construir as moradias é necessário que seja implantado nestes conjuntos habitacionais infraestruturas e serviços básicos como água, esgoto, arramento, espaços de lazer, energia elétrica, entre outros, que ficam a carga dos governantes municipais, com auxílio do Governo Federal. A construção destes conjuntos habitacionais abarca regiões e capitais metropolitanas, municípios com mais de 100 mil habitantes e municípios com 50 e 100 mil habitantes. As etapas para a execução de conjuntos habitacionais correspondem à alocação de recursos da União, apresentação de projetos às construtoras juntamente com Estados e Municípios, análise de projetos e contratação de obra pela Caixa Econômica Federal, contagem de famílias prioritárias, ou seja, famílias com portadores de deficiência e idosos o registro do imóvel será em nome da mulher.

Importante destacar que as diretrizes gerais do programa buscam a melhoria da qualidade de vida, respeito aos planos diretores municipais integrando sustentabilidade social, econômica e ambiental, a criação de novos postos de trabalho, e a acessibilidade as pessoas com deficiência e idosos. Dentro dessas diretrizes se vê claramente um foco sustentável que vem do Plano Nacional de Habitação e de outras políticas públicas.

2.3 Habitações de interesse social em Passo Fundo - RS

Segundo Kalil et al (2013), observou-se que com a implantação do Estatuto da Cidade, vários municípios na Região da Produção têm procurado mudar a tradição civilista e a concepção individual do direito à propriedade, em busca da mudança de modelos conceituais

sobre a cidade e a habitação. Em Passo Fundo, as políticas públicas para a questão habitacional de interesse social têm refletido, de alguma forma, na tentativa de encontrar soluções mais democráticas e sustentáveis na implementação das moradias populares.

Com objetivo de entender como tem sido abordada a problemática da habitação de interesse social no contexto do século XXI, em nível municipal, após os anos de Banco Nacional de Habitação (BNH), a regulamentação do Estatuto da Cidade e a criação do Ministério das Cidades, quer diagnosticar a realidade dos programas habitacionais.

Após o Estatuto da Cidade (2001) e à criação do Ministério das Cidades (2003) se inicia a renovação na política de desenvolvimento urbano e habitacional, e o Ministério das Cidades é o órgão coordenador, gestor e formulador da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano e que inclui a Política Nacional de Habitação (PNH), mostrando um novo modelo de organização institucional, fundamentado em um sistema de habitação (BRASIL, 2009 a).

Conforme Kalil et al (2015), no município de Passo Fundo, foram criadas a Secretaria Municipal de Habitação e o Conselho e o Fundo de Habitação passaram a atuar na deliberação da aplicação dos recursos e na destinação das unidades habitacionais. No período de 2000 a 2010, os projetos passaram a seguir a política municipal, em núcleos de menor porte através de financiamentos federais dos programas PSH, Par e Pac/Far e contrapartida municipal. Sete núcleos foram em tipologia de unidades térreas isoladas ou geminadas e cinco núcleos em tipologia de unidades multifamiliares de quatro ou cinco pavimentos. Em 2011, foi elaborado o Plano Local de Habitação de Interesse Social, e foram executados diversos programas de qualificação urbanísticas, inclusive em áreas em que foram implantados núcleos habitacionais, como o Parque do Sol e Vila Donária. Também em 2011 e 2012, novos projetos estão em obras e outros planejados, totalizando 1395 unidades na década, conforme Tabela 1.

A análise dos programas habitacionais vai até o ano de 2012, porém mais unidades habitacionais foram construídas nessa área de expansão de habitações de interesse social, principalmente financiadas pelos recursos do FAR no Programa Minha Casa Minha Vida 2. Com a obrigatoriedade dos SAS encontram-se unidades habitacionais no Bairro Santa Marta, Núcleo Vila Donária.

Tabela 1: Programas e núcleos habitacionais em Passo Fundo – 2002-2011.

ANO	PROGRAMA/NÚCLEO HABITACIONAL	QUANTIDADE DE UNIDADES POR TIPOLOGIA		
		ISOLADAS	GEMINADAS	APARTAMENTOS
2002	Morar Melhor/Santa Marta	26		
2002	PSH/Santa Marta		10	
2002	PSH/Valinhos		9	
2002	PSH/Donária		72	
2003	PSH/Entre rios	22		
2004	PSH/Jaboticabal		30	
2004	PAR Petrópolis			96
2007	PAR Jardim Boqueirão I			160
2007	PAR Jardim Boqueirão II			160
2008	PAR Vera Cruz			180
2008	PAR Hélio Toldo			200
2009	PAC/ Parque do Sol	100		
2010	PAC/FAR Donária	58		
2011	PAR/Planaltina			220
2012	MCMV/Vila Bom Jesus	30		
2012	MCMV/Loteamento Bom Recreio	30		
	MCMV/Unidades dispersas	12		
	TOTAL	258	121	1016

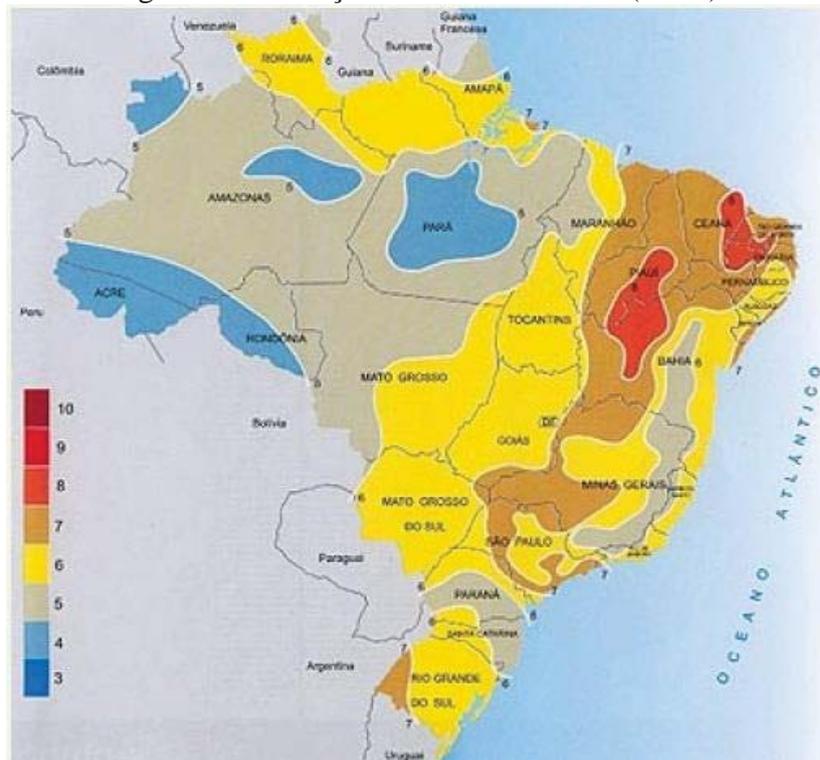
Fonte: Adaptado Wunder 2006 apud Kalil (2015).

2.4 Uso de aquecimento solar de água

Sabendo da importância dada pelo PMCMV 2 com a adoção de um artigo próprio em sua lei para o uso do SAS em habitações financiadas pelo programa, se faz necessário conhecer o funcionamento geral do sistema no Brasil.

Conforme Rodrigues (2006), o Brasil conta com 2200 horas de insolação, o que equivale a 15 trilhões de MWh (megawatt hora), sendo 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade da época. Toda essa energia inserida na nossa matriz energética traria um bem maior para o país. Como o Brasil é um país continental existem diferenças entre as regiões para o potencial energético. Como mostra a Figura 1, a maior parte do país tem níveis elevados de horas ensolaradas, variando de 4 a 8 horas diárias, permitindo que essa tecnologia solar seja empregada.

Figura 1 – Insolação diária média anual (horas).



Fonte: Atlas Solarmétrico do Brasil, 2000.

O funcionamento do sistema de aquecimento solar de água pode ser simplificado em quatro etapas: de captação, transferência, armazenamento e distribuição. Na captação a energia solar é recolhida para o aquecimento posterior da água, que ocorre na transferência, aonde a energia solar térmica é transferida para o fluido (água). Após vem o armazenamento da energia térmica e distribuição da água aquecida para o sistema, aonde podemos adicionar mais duas etapas secundárias, que seriam o controle do sistema e temperatura desejada e aquecimento auxiliar (SOUZA, 2010).

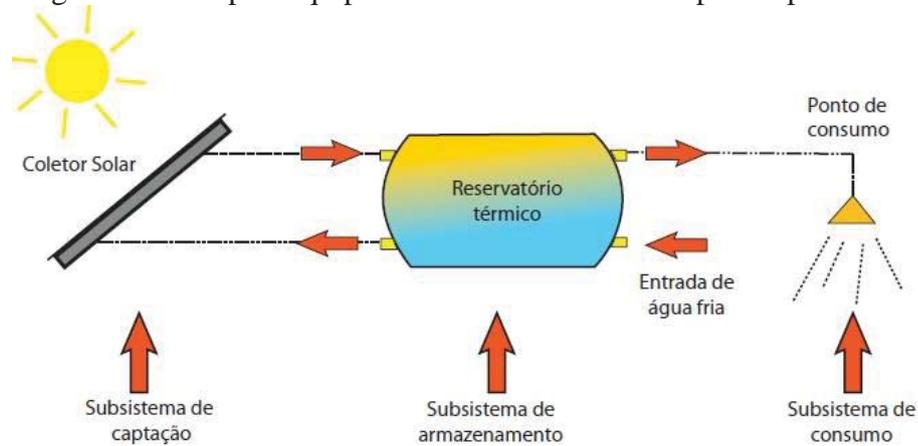
Nas etapas de captação, transferência e acumulação os coletores e o reservatório trabalham em conjunto e na etapa de distribuição os componentes fundamentais são as tubulações e os acessórios hidráulicos, segundo Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma mostrando as principais etapas do processo de um SAS.



Fonte: Souza (2010).

Figura 3- Principais equipamentos utilizados nas etapas do processo.



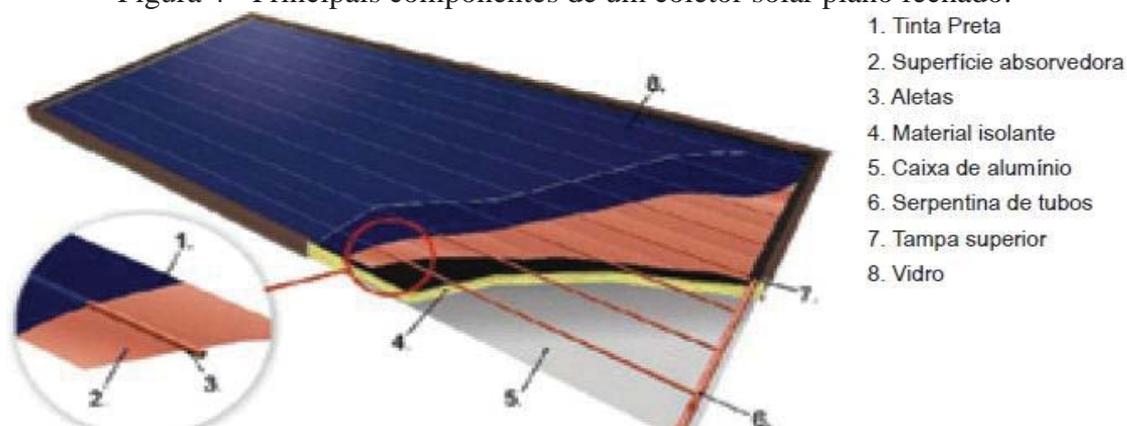
Fonte: Mesquita,2011 e Souza,2010.

Para entrar em funcionamento, o aquecedor solar necessita que a energia solar radiante ou irradiante, luz visível e infravermelho incida sobre a superfície preta dos coletores. Essa energia absorvida pela placa transforma-se em calor e aquece a água que está no interior dos coletores. Com o aquecimento, a água diminui sua densidade e começa a se movimentar em direção ao reservatório, iniciando o processo natural de circulação a água, chamado de *termossifão* (Figura 3). Esse processo mantém o sistema em operação, enquanto houver radiação solar incidente sobre as placas ou até toda água do circuito atingir equilíbrio térmico. O sistema contém equipamentos específicos para cada etapa, dos quais os mais importantes são os coletores (captação) e reservatórios térmicos (armazenamento) apresentados na Figura 3.

2.4.1 Coletores solares fechados

Segundo Souza (2010), de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), coletor solar é todo o dispositivo que absorve radiação solar incidente, transferindo-a para um fluido de trabalho sob a forma de energia térmica. Quatro tipos principais de coletores solares são usados atualmente para aquecer água e ar: coletor a ar, coletor plano, coletor plano com concentrador parabólico e tubo à vácuo. Mesmo com grande variedade de coletores disponíveis, mais utilizado para habitações é o coletor fechado, dominando mais da metade do mercado.

Figura 4 - Principais componentes de um coletor solar plano fechado.



Fonte: Souza (2010).

O coletor plano pode ser fechado ou aberto. Os fechados são fabricados com diversos componentes metálicos e materiais isolante térmicos, acondicionando em uma caixa coberta por um vidro, conforme Figura 4. A água aquecida circula através de tubos conhecidos por aletas (normalmente cada coletor tem de 8 a 12 aletas) que juntas formam a chapa absorvedora. Com o desenvolvimento tecnológico das máquinas e dos processos industriais, a montagem de diferentes modelos de placas absorvedoras vem crescendo, porém é necessário selecionar corretamente os materiais usados na montagem de placas e aletas. Nem sempre é possível conseguir bons resultados de condutibilidade térmica, quando se mistura dois ou mais metais diferentes (FARIA, 2006; MESQUITA, 2011; SOUZA,2010).

O coletor de estudo é um pouco diferente, sendo constituído de parte poliméricas. Como se costuma ver nos coletores, a chapa absorvedora tem a cor preta. Isso se deve para atender a garantia de eficiência na absorção dos raios solares que incidem na chapa. Dependendo do tipo de tinta aplicada na superfície absorvedora ela pode reter até 95% de toda radiação, aumentando o rendimento do sistema.

Na maior parte dos coletores fechados utiliza-se vidro como cobertura, porém existe a possibilidade de usar material plástico, desde que seja resistente à radiação ultravioleta e que suporte as variações constantes de temperaturas que ocorrem no sistema. Os vidros para esse fim têm que ter a transmissividade como qualidade mais importante, pois quanto mais transmissivo o vidro for, mais radiação solar entra no coletor e atinge a placa absorvedora (FARIA,2006).

Segundo Souza (2010) no Brasil, por ter um clima mais quente, o vidro liso comum martelado ou canelado pode ser usado, porém em países e regiões com variações bruscas de

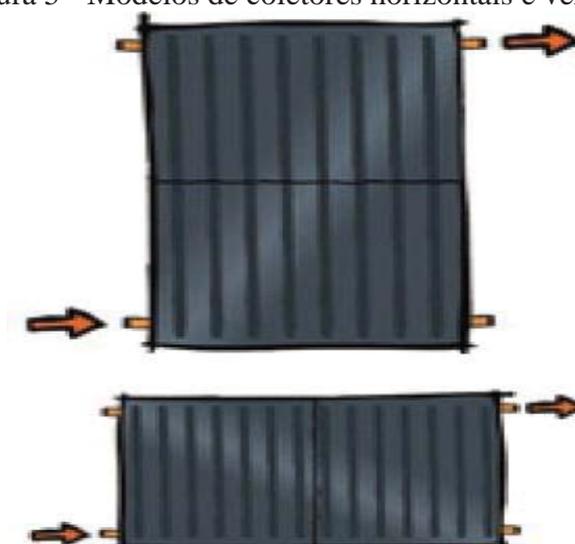
temperatura e valores abaixo de zero, o vidro tem que ser temperado. Independentemente de qual for o tipo de vidro usado, espera-se que ele tenha resistência à pressão do vento, suporte peso de neve, se houver, e resista a choques térmicos.

A manutenção preventiva é uma rotina que deve ser aplicada no caso dos vidros dos coletores solares no mínimo a cada ano. Além dos vidros, devem ter a manutenção em dia as borrachas e silicone para que não haja infiltração de água da chuva. A limpeza dos vidros é fundamental para a eficiência dos coletores, principalmente em grandes centros aonde existe poluição por partículas atmosféricas. Nesses casos, a limpeza deve ser feita a cada 6 meses, sendo desnecessária se na região chover muito.

O coletor solar não precisa ser uma caixa totalmente fechada. Ele precisa ter um orifício que possibilite a saída de água, que por infiltração, tenha se acumulado no interior. Um coletor com excesso de água na caixa terá reduzido sua eficiência, quando a água estiver sendo absorvida pelo material isolante térmico, acarretando corrosão nas peças metálicas de alumínio e cobre. Os materiais isolantes usualmente empregados são as lãs de vidro e de rocha, além de poliuretano (plástico), bastante sensíveis a umidade, menos um último.

Conforme Souza (2010), os coletores são fabricados nos modelos verticais ou horizontais (Figura 5). A escolha por um ou por outro modelo depende do tipo de aplicação e funcionamento do sistema. Os fabricantes mundiais trabalham com medidas padronizadas que variam de 1,6 m² a 2,4 m² de área.

Figura 5 - Modelos de coletores horizontais e verticais.



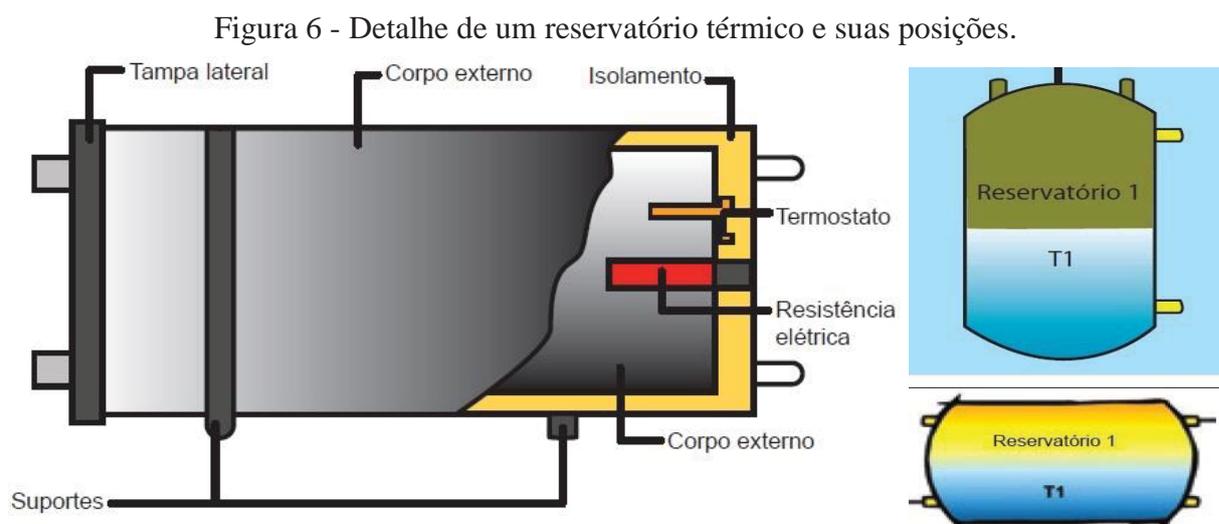
Fonte: Adaptado de Souza (2010).

2.4.2 Reservatórios térmicos

Os reservatórios térmicos são tanques utilizados para armazenar água quente proveniente dos coletores solares, de modo a atender a demanda de água aquecida mesmo fora dos períodos de incidência solar. São constituídos de um corpo interno cilíndrico, geralmente de aço inoxidável ou cobre, termicamente isolado para minimizar as perdas de calor para o ambiente, conforme mostrado na Figura 6. A maior parte dos modelos tem um sistema de aquecimento auxiliar, acionado por um termostato, que aquece a água nos períodos chuvosos ou nublados. Estima-se que o reservatório térmico, assim como o coletor, deve ter uma vida útil de aproximadamente 20 anos (FARIA, 2006; MESQUITA, 2011; SOUZA, 2010).

O reservatório tem que ser capaz de suportar grandes pressões e temperaturas de trabalho. Todo projeto de sistema de aquecimento solar deve prever um mecanismo de alívio de pressão, sem a possibilidade de escape para o vapor, o reservatório pode danificar-se em função de uma dilatação térmica (SOUZA, 2010).

Os reservatórios podem ser fabricados para instalação na posição horizontal ou vertical. Para melhorar a estratificação, fenômeno natural que se observa na água aquecida armazenada no interior do reservatório térmico, recomenda-se a instalação de reservatórios verticais, mas no Brasil predomina o modelo horizontal, principalmente no setor residencial unifamiliar. Do ponto de vista térmico o vertical é bem mais eficiente, pois a estratificação ocorre na horizontal em níveis decrescentes de temperatura em função da densidade da água, ilustrado na Figura 6.



Fonte: Mesquita (2011) e Souza (2010).

Um cuidado importante não relacionado às etapas de aquecimento, mas que deve ser comentado tendo em conta a saúde do usuário é quanto à temperatura mínima de funcionamento e armazenamento dos reservatórios. Os reservatórios devem garantir temperatura mínima de 50 °C ou fornecerem ciclos de aquecimento até esta temperatura, para evitar o possível surgimento da legionella— bactéria que causa pneumonia, pois ela se prolifera em ambientes úmidos, escuros e com temperatura entre 35 e 40 °C (SOUZA, 2010).

2.4.2.1 Classificação dos sistemas de aquecimento solar

Existe uma classificação dos sistemas de aquecimento solar de acordo com a *ABNT NBR 15569/2008 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação*. Essas classificações contêm três categorias, as quais dependem: do arranjo, circulação, regime, armazenamento, alimentação e alívio de pressão, conforme a Quadro 4.

Quadro 4: Classificação dos sistemas de aquecimento de água.

ATRIBUTO	CATEGORIAS		
	I	II	III
Arranjo	Solar mais auxiliar	Somente solar	Pré-aquecimento solar
Circulação	Natural ou termossifão	Forçada	-
Regime	Acumulação	Passagem	-
Armazenamento	Convencional	Acoplado	Integrado
Alimentação	Exclusiva	Não exclusiva	-
Alívio de Pressão	Respiro	Conjunto de válvulas	-

Fonte: Adaptado de Souza (2010).

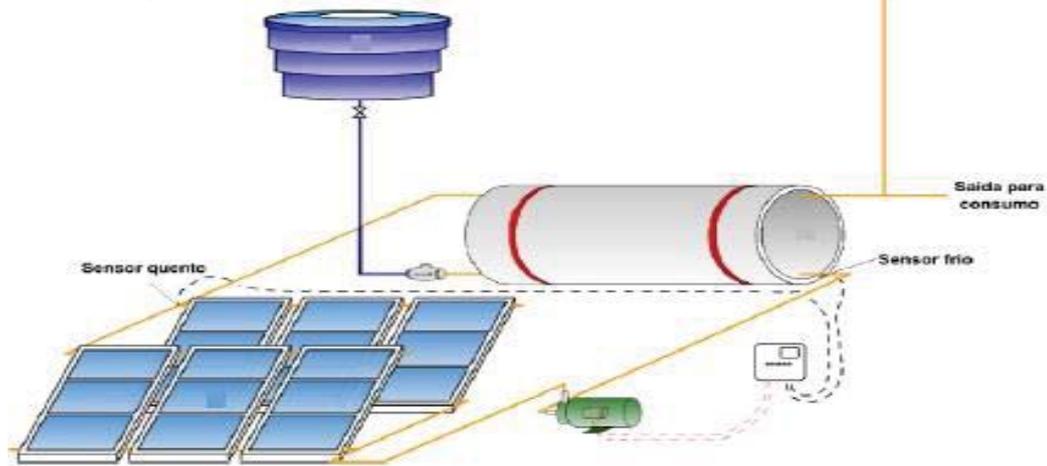
De acordo com Souza (2010) e Faria (2006), o arranjo se refere à necessidade de o sistema utilizar ou não aquecimento auxiliar para os dias chuvosos ou nublados. Quando se fala da circulação da água, esta pode ser feita de duas maneiras: circulação forçada e circulação natural, conhecida por *termossifão*. A circulação forçada utiliza uma bomba hidráulica e um circuito eletrônico que controla o fluxo de água no circuito, e é indicada para sistemas de médio e grande porte (Figura 7).

No sistema *termossifão* não se necessita de bomba, o fluido circula naturalmente devido à diferença de temperatura em diferentes pontos do sistema. Para o funcionamento adequado desse processo, o fundo do reservatório deve estar em nível igual ou superior ao ponto mais alto do coletor solar.

O regime de utilização da água nos sistemas solares pode ser por acumulação ou passagem. A acumulação armazena água quente para ser utilizada em outros horários do dia, já o regime de passagem é utilizado para aquecer a água e utilizá-la, por exemplo, em processos

industriais que necessitem elevar a temperatura em um processo de fluxo contínuo (SOUZA,2010; FARIA,2006).

Figura 7 - Sistema de aquecimento solar com circulação forçada.



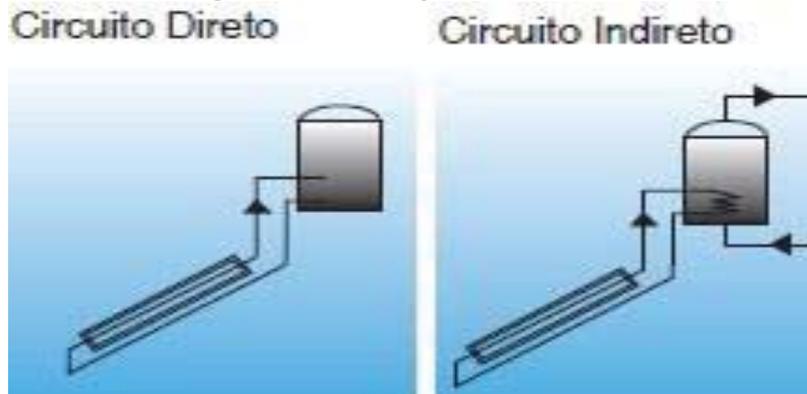
Fonte: FARIA, 2006.

O armazenamento da água pode ser do tipo: convencional quando o reservatório é separado; acoplado quando o coletor está junto ao reservatório; e integrado quando coletor e reservatório são um corpo único. A alimentação de água fria que abastece os reservatórios pode ser exclusiva ou não-exclusiva, a escolha por uma dessas opções dependerá de critérios de hidráulica que devem ser definidos desde o projeto da obra (SOUZA,2010).

Obrigatório para toda instalação de aquecimento solar é um sistema de alívio de pressão, por meio de respiro ou por um conjunto de válvulas de alívio de pressão. Nenhuma instalação de aquecimento solar funciona de forma 100% segura sem um sistema de alívio. A transferência de calor pode ser feita por meio de circuito direto ou indireto.

No Brasil na maioria das vezes utiliza-se o circuito direto, sendo o fluido a própria água; na Europa e em outros países de clima frio os coletores e o reservatório trabalham em circuito indireto, ou seja, o fluido térmico circula por uma serpentina trocando calor com a água, conforme Figura 8.

Figura 8 - Diferença entre circuitos.

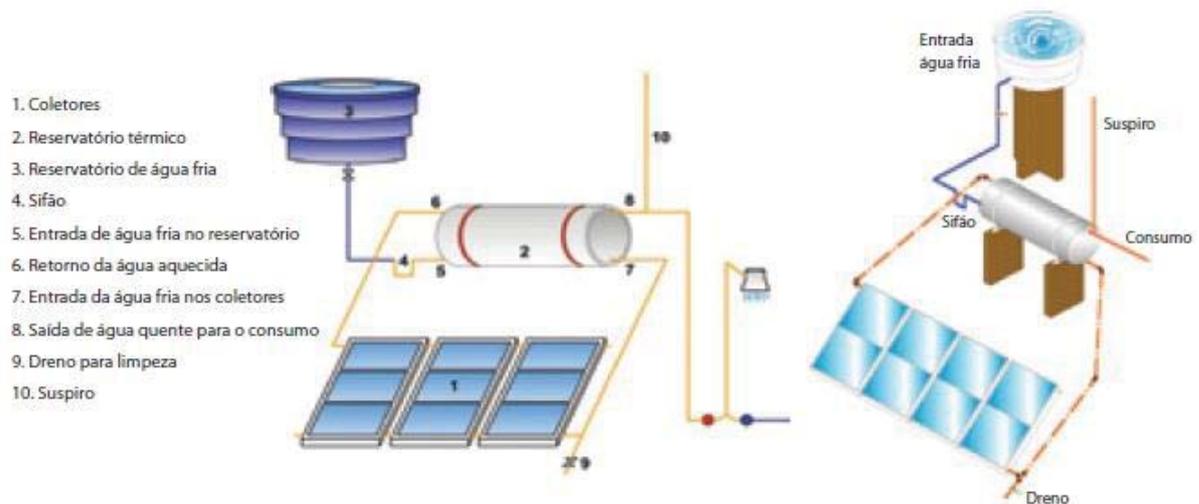


Fonte: Adaptado de Souza, 2010.

2.4.2.2 Componentes do sistema de aquecimento solar

Coletores, reservatório, tubulações, e caixa da água fria são os principais componentes de um sistema de aquecimento solar, conforme Figura 9. A caixa de água fria pode ser considerada como um dos componentes do sistema de aquecimento solar, pois serve para reduzir a pressão da água “da rua” e abastecer o sistema. Ao instalar um aquecedor solar recomenda-se não fazer derivação do tubo principal que abastece a hidráulica da casa para alimentar o sistema solar, pois podem surgir problemas hidráulicos, principalmente relacionados ao acionamento da descarga ou retorno de água quente para as tubulações de PVC (SOUZA, 2010).

Figura 9 - Principais componentes de um sistema solar.

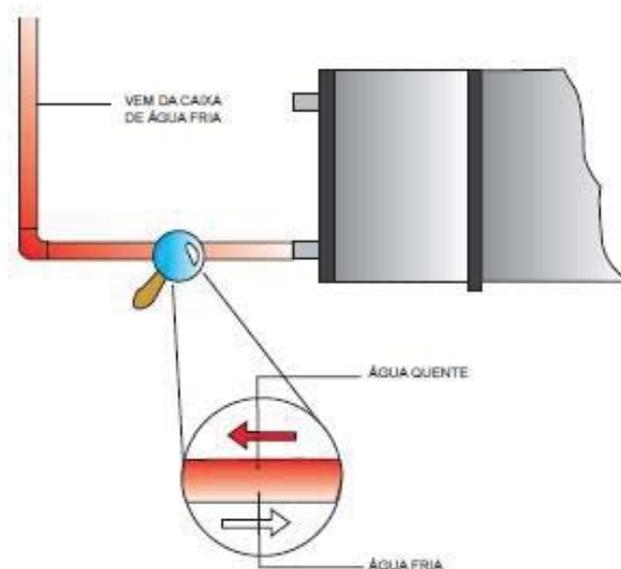


Fonte: Souza, 2010.

Conforme Souza (2010), os fundos da caixa de água fria e do reservatório térmico devem ser interligados por tubulação, formando um sifão. Esse componente é obrigatório, pois evita o fenômeno “sifão tubular”, que ocorre no interior da tubulação horizontal próxima ao reservatório (Figuras 10 e 11). Esse fenômeno que se estabelece devido a diferença de temperatura entre a água do reservatório e a temperatura ambiente, faz com que a água quente do reservatório retorne para a caixa de água fria nos dias nublados, chuvosos ou durante a noite. Na tubulação que liga o reservatório à ducha deve-se colocar um “T”(tê) e na parte superior instalar o respiro, para aliviar a pressão. Esse componente é obrigatório e, em sistema de baixa pressão, deve estar 30 cm acima da caixa de água fria.

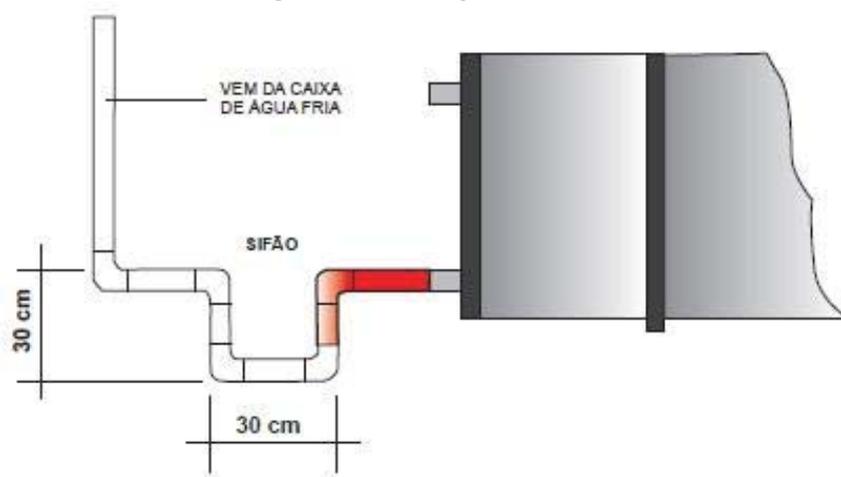
O aquecimento auxiliar é controlado por meio de um termostato regulado manualmente, e em muitos casos acaba entrando em funcionamento mesmo em dias de sol, nublados ou chuvosos, mesmo quando a água ainda está quente. Outro cuidado fundamental para garantir a eficiência de um sistema de aquecimento solar é aplicar isolamento térmico das tubulações. Instalação sem isolamento térmico apresenta baixo rendimento e perde energia para o ambiente (SOUZA,2010).

Figura 10 - A água quente fica na parte de cima do tubo e a água fria na parte de baixo no interior do cano.



Fonte: Adaptado de Souza, 2010.

Figura 11 – Posição do sifão.



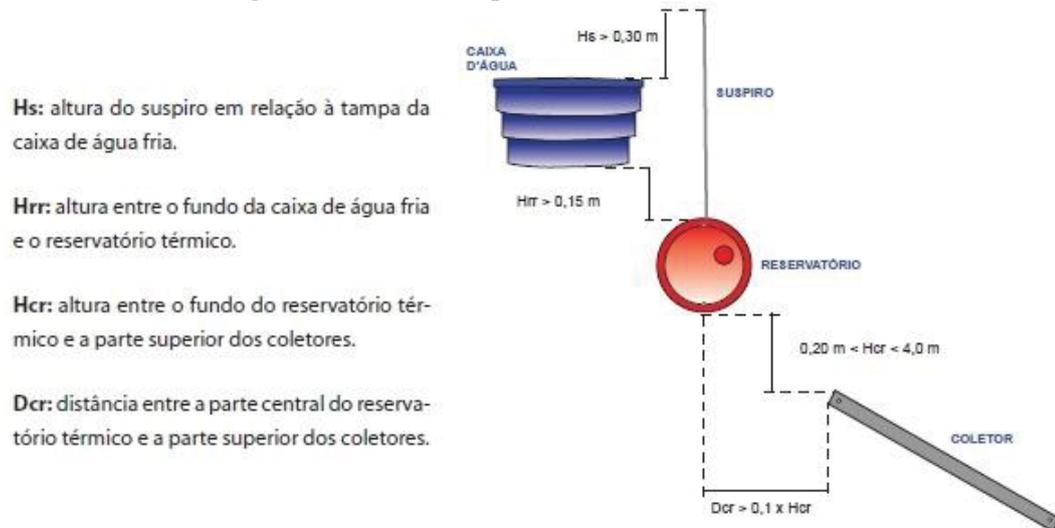
Fonte: Adaptado de Souza, 2010.

2.4.2.2.1 Termossifão convencional

De acordo com Souza (2010) e Faria (2006) o *termossifão* possibilita a movimentação natural da água em seu sistema de aquecimento de água, porém para que seu funcionamento seja satisfatório é necessário ficar atento a algumas medidas ideais de distância e altura entre a caixa de água fria, o reservatório e os coletores. A Figura 12 apresenta as medidas mínimas e máximas que garantem o funcionamento satisfatório do *termossifão* para um sistema convencional de aquecimento de água.

Podemos comparar duas instalações de sistema convencional instaladas em telhados residenciais que foram projetados para receber um sistema de aquecimento de água. A pressão da água não depende da distância (altura), por isso mesmo o reservatório térmico estando acima de quatro metros em relação aos coletores não melhora o *termossifão*. Distâncias elevadas, acima da medida mencionada podem aumentar o custo do sistema, pois demandam maior quantidade de material para isolamento térmico, aumentam as perdas térmicas e as perdas de carga do sistema. O recomendado é seguir as orientações e manter a Hcr (altura entre coletor e reservatório) entre 20 cm e 4 m, considerando que quanto maior essa distância, maior será a força motriz, pois a diferença de temperatura que se estabelece no sistema é maior (SOUZA, 2010).

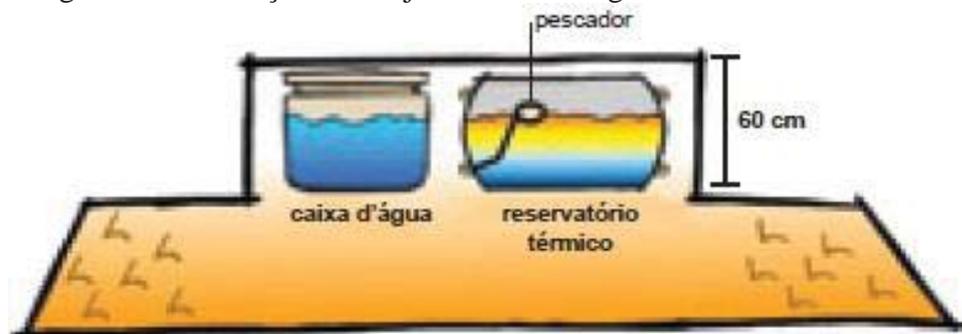
Figura 12 - Medidas para o sistema termossifão.



Fonte: Adaptado de Souza, 2010.

Existem sistemas em que a caixa de água fria e o reservatório trabalham em nível, ou seja, a caixa de água fria fica ao lado do reservatório, porém entre o reservatório e os coletores é necessário manter a diferença de altura, caso contrário o termossifão não funciona. Nesses sistemas utilizam-se dois componentes trabalhando em conjunto no interior do reservatório térmico: a tradicional boia e outro chamado pescador (Figura 13). O pescador flutua sempre na camada superior da água armazenada no reservatório térmico, dessa forma garante o fornecimento de água quente à ducha. A restrição a essa configuração em nível é que seu sistema pode parar de funcionar se o pescador apresentar defeitos, comprometendo o fornecimento de água quente (SOUZA, 2010).

Figura 13 - Ilustração do conjunto caixa da água e reservatório térmico.



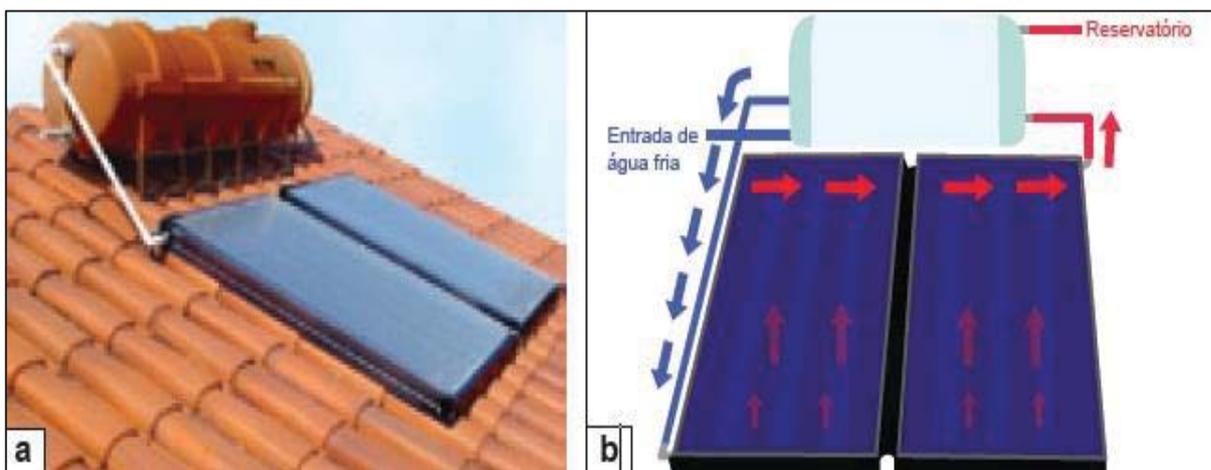
Fonte: Adaptado de Souza, 2010.

2.4.2.2 Termossifão acoplado

Conforme Souza (2010) e Faria (2006) a NBR 15569 define sistema acoplado como sendo todo dispositivo formado por reservatório e coletor que esteja montado sobre uma estrutura de suporte comum. O sistema acoplado necessita somente de quatro conexões hidráulicas e pode ser abastecido com água da rua ou por meio da caixa de água fria, havendo a necessidade somente, em alguns casos, de utilizar uma caixa para quebrar a pressão da água da rua.

Em relação à tecnologia de termossifão acoplado, ainda não se chegou a um consenso sobre trabalhar com o coletor plástico encapsulado em uma caixa fechada (Figura 14). Ao encapsular o coletor de polímero a temperatura de estagnação pode atingir valores próximos de 100 °C, comprometendo a estrutura dos canos. Os principais problemas são em relação à memória térmica desses canos; ao atingir temperaturas próximas à do momento de extrusão, tendem a deformar. Outro fato importante é em relação às junções que interligam as tubulações plásticas, que dependendo da temperatura, podem dilatar, vaziar ou até mesmo romper.

Figura 14 - Sistema acoplado fabricado de polímero. Em (a), o sistema apoiado sobre o telhado. Em (b), ilustração mostrando o sentido e a direção do fluxo de água nos coletores.



Fonte: Souza, 2010.

2.4.2.3 Sistema anticongelamento para circulação forçada

No Brasil a maior parte dos sistemas de aquecimento de água é direta, tendo como fluido a água. Nos países de clima frio e em algumas regiões do Brasil é necessário prever a instalação de um componente anticongelamento para evitar que água congele no interior dos coletores,

entre elas a região sul do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul. Um dos sistemas de anticongelamento pode ser acionado por um controle de temperatura que também disponibiliza um sensor para esta finalidade (SOUZA, 2010).

Sua função é controlar a temperatura da água nos coletores e quando chegar próximo a zero grau Celsius ele aciona a bomba e transfere água quente para os coletores. Outro componente que pode ser instalado e que não depende de energia elétrica é a válvula anticongelamento. Fica instalada na parte inferior de um dos coletores e quando a temperatura está próxima do congelamento da água ela abre e drena toda água dos coletores.

2.4.3 Especificações para o uso do SAS no PMCMV

Após o conhecimento da obrigatoriedade do uso de aquecimento solar de água no PMCMV 2 e do conhecimento geral do sistema no Brasil, é necessário verificar a existência desse conhecimento dentro do próprio programa. Sendo assim, encontrou-se especificações que ajudam ao empreendedor e demais interessados em utilizam esse sistema. Essas especificações norteiam o procedimento, desde a documentação até instalação, e são exigências do órgão financiador do programa, a Caixa Econômica Federal.

O Termo de Referência de Sistemas de Aquecimento Solar de Água, exigido pelo Programa Minha Casa Minha Vida 2, é destinado às famílias com renda bruta de até R\$ 1.600,00 (um mil e seiscentos reais) com recursos do FAR (Fundo de Arrendamento Residencial) e do FDS (Fundo de Desenvolvimento Social). A atual política habitacional do governo federal visa fomentar a qualidade e sustentabilidade dos empreendimentos, com economia de energia e melhor qualidade de vida aos moradores. Tem como objetivo a definição de referências básicas de projeto, fornecimento e instalação dos SAS para as unidades habitacionais unifamiliares e atingir os requisitos mínimos para os produtos e serviços envolvidos. (CAIXA, 2011).

Com um custo de aquisição e instalação fixado em até R\$ 2.000,00 (dois mil reais) por unidade habitacional, o conjunto composto por coletor solar, reservatório térmico, caixa redutora de pressão, interligação entre os elementos e suportes necessários, são considerados o escopo de um SAS. Além disso, o chuveiro elétrico ou aquecedor de passagem a gás serão o sistema de aquecimento auxiliar, cujo aquisição e instalação também fazem parte do programa (CAIXA, 2011 e PEREIRA, 2011).

Dentro do termo de referência são encontradas as normas e referências técnicas atualizadas que deverão ser atendidas para que o SAS esteja funcionando perfeitamente no

momento da entrega (Quadro 5). Além de seguir as normas e referências técnicas apresentadas, os empreendimentos devem seguir um modelo de implantação estipulado. Nesse modelo são explicadas as atribuições e as documentações necessárias para a aquisição e instalação do SAS nas unidades habitacionais (Quadro 6).

Quadro 5: Normativas de atendimento para o SAS.

NBR 15569:2008 -Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação
NBR 15747-1:2009 -Sistemas solares térmicos e seus componentes–Coletores solares Parte 1: Requisitos gerais
NBR 10185:2013 -Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar – Determinação de desempenho térmico
NBR 5626:1998 -Instalação predial de água fria
NBR 7198:1993 -Projeto e execução de instalações prediais de água quente
ABRAVA RN 4 – 2003 -Proteção contra congelamento de coletores solares
NBR 15220-3: 2005 -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

Fonte: Adaptado de CAIXA, 2011.

Quadro 6: Modelo de implantação do SAS no PMCMV.

ATRIBUIÇÕES	Do Construtor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Responsável legal pela execução da obra; ✓ Gestão das equipes de trabalho; ✓ Aquisição do SAS junto ao “Fornecedor”; ✓ Execução da infraestrutura necessária na edificação para a instalação do SAS; ✓ O zelo pelo bom cumprimento das determinações aqui estabelecidas; ✓ O controle e a guarda da documentação e dos materiais e equipamentos para construção;
	Do Fornecedor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A empresa fabricante de equipamentos que compõem o SAS; ✓ Elaborar o projeto do SAS; ✓ Fornecer o SAS, incluindo o coletor solar, reservatório térmico, caixa para quebra de pressão, conforme as diretrizes estabelecidas; ✓ Apresentar ART do projeto e todo o escopo de fornecimento do SAS; ✓ Realizar aprovação e testes de verificação do funcionamento do SAS; ✓ Fornecer assistência técnica dos equipamentos e acessórios; ✓ Apresentar o “Termo de Conclusão”, ao final da instalação do SAS;
DOC. NECESSÁRIA	Para Análise	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FRE – Ficha Resumo do Empreendimento destacando a uso SAS e as unidades atendidas; ✓ Memorial Descritivo da Habitação com especificação técnica dos equipamentos que devem atender as especificações mínimas; ✓ Orçamento da habitação incluindo o SAS; ✓ Cronograma físico-financeiro da habitação incluindo o SAS; ✓ Projeto Executivo do SAS.
	1º pag.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Projeto do SAS; ✓ ART do Projeto Executivo e de todo o seu escopo; ✓ ART de execução da instalação; ✓ ART de fiscalização da instalação;
	Últ. pag.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Termo de Conclusão” da implantação emitido por responsável técnico do “Fornecedor” do SAS para cada empreendimento; ✓ Manual do Usuário com informações do fabricante, especificações técnicas dos produtos, instrução de uso, conservação e manutenção, termo de garantia e informações sobre assistência técnica, em linguagem simples e ilustrado para usuário leigo;

Fonte: Adaptado de CAIXA, 2011.

Quadro 7: Características específicas equipamentos.

COLETOR SOLAR	
✓	Categoria Banho do Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO) com produção média mensal de energia maior ou igual a 150 kWh/mês, expressa na ENCE – etiqueta nacional de conservação de energia, classificados como A ou B, para as Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste
✓	Resistente à temperatura de estagnação e à pressão de trabalho
✓	Vidro com espessura nominal maior ou igual a 3,0 mm
✓	Caixa em alumínio, aço inoxidável ou material resistente à corrosão e às intempéries
✓	Ser devidamente fixados à estrutura do telhado da forma indicada pelo fornecedor do equipamento, sendo no mínimo com fita metálica galvanizada ou com outro tipo de tratamento resistente à corrosão
✓	Poderá ser adotado arranjo com mais de um coletor
RESERVATORIO TÉRMICO	
✓	Capacidade nominal de 200 litros dispostos, preferencialmente, em único reservatório horizontal;
✓	Não apresentar resistência elétrica como aquecimento auxiliar;
✓	Resistente à temperatura de estagnação e à pressão de trabalho e devendo ser em aço inoxidável ou em termoplástico;
✓	Resistente a intempéries e condições de operação em exposição externa;
✓	Seguir o projeto de tipologias, sendo, preferencialmente interno ao telhado;
✓	Ser posicionado para evitar sombreamento do coletor solar, e todo equipamento deverá estar livre de sombra dos demais obstáculos da edificação e entorno;

Fonte: Adaptado de CAIXA, 2011.

Ademais, deve ser respeitada a relação das distâncias entre o coletor solar e o reservatório térmico, nas seguintes equações, aonde DH é o vão horizontal e DV o vão vertical entre os dois componentes.

$$\left(\frac{DH}{DV}\right) = 10 \text{ cm} \quad DV > 20 \text{ cm} \quad (1)$$

Outras importantes partes constituintes do SAS são a caixa redutora de pressão, os suportes e dispositivos de fixação, e as tubulações. Todas devem apresentar as seguintes características listadas no Quadro 8.

Quadro 8: Características específicas materiais.

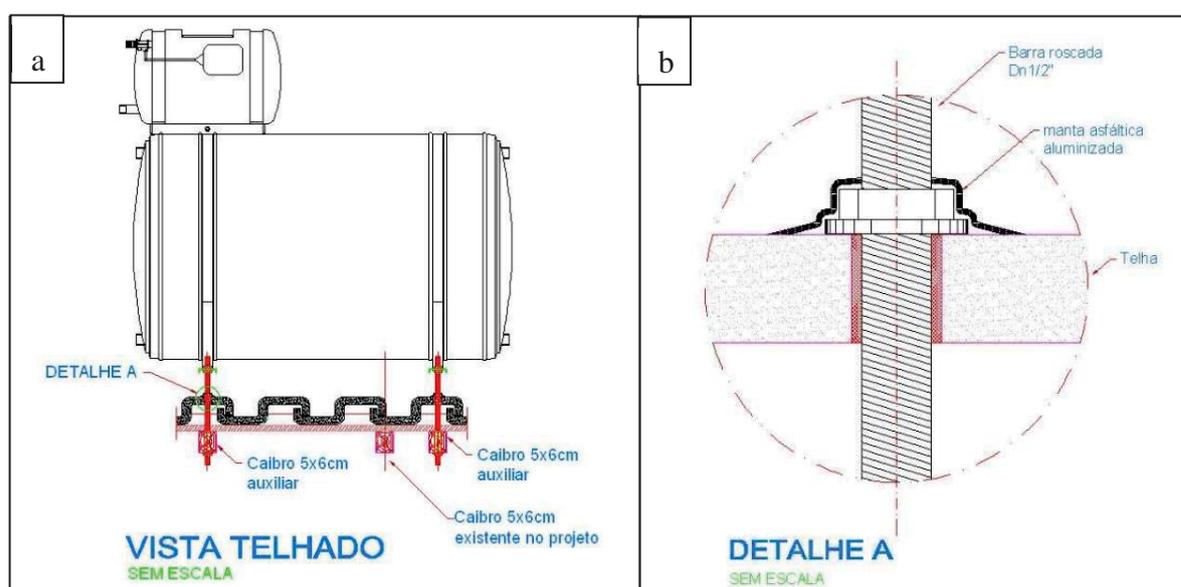
CAIXA REDUTORA	
✓	Possuir registro bóia com vazão de operação mínima de 6,0 litros por minuto
✓	Volume útil mínimo de 10 litros
✓	Registro de bóia com resistência à pressão conforme norma ABNT NBR 5.626
✓	Tamponamento à prova de poeira
✓	Deverão ser feitas em aço inoxidável ou em termoplástico
SUPORTES E DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO	
✓	Material metálico não ferroso ou em aço SAC300 ou similar pintado com material adequado à sua proteção e conservação.
✓	No mínimo, deverá ser prevista fita metálica galvanizada ou com outro tipo de tratamento resistente à corrosão para fixação dos coletores solares à estrutura do telhado, da forma indicada pelo fornecedor do equipamento;
✓	Não será aceita amarração com fios de cobre ou arame;
✓	Todo o conjunto deve ser resistente à carga de vento mínima de 40 kg/m ² .
✓	Todo o conjunto deverá ser, alinhado e sem arranjos que indiquem falta de equilíbrio ou insegurança.
TUBULAÇÕES	
✓	Alimentação de água fria: com tubulação de material metálico (inox ou cobre), EPDM ou polimérico;
✓	Distribuição de água quente: com tubulação em material metálico (inox ou cobre), EPDM ou polimérico termo-resistente;
✓	Interligação entre coletor e reservatório térmico: com tubulação em material metálico (inox ou cobre) ou polimérico termo-resistente, deve apresentar rigidez compatível com o percurso, ou ser apoiada, de modo a não permitir a formação de bolsas de ar. Caso a interligação entre coletor e reservatório térmico seja com tubos flexíveis, as curvas deverão ser feitas com conexões rígidas.
✓	Toda a tubulação deverá ser resistente a pressões e temperaturas características de cada tipologia;
✓	Todo o percurso, metálico ou polimérico, deverá ser isolado termicamente com tubos flexíveis de polietileno expandido com espessura mínima de 10 mm, ou equivalente em resistência térmica, com proteção contra intempéries no caso de tubulações expostas;
✓	Conexões poliméricas rosqueadas em peças metálicas deverão ser dotadas de insertos com roscas metálicas;

Fonte: Adaptado de CAIXA, 2011.

Para regiões onde houver a necessidade, deve ser previsto no projeto a utilização de sistemas anticongelamento mecânico. É obrigatória a utilização de sistemas anticongelamento nos empreendimentos localizados nas zonas bioclimáticas 1 e 2, e nas zonas bioclimáticas 3 cuja temperatura mínima no inverno seja igual ou inferior a 2°C. A relação dos municípios com as respectivas zonas bioclimática. Caso o empreendimento se situe em cidade não relacionada, deve ser adotada como referência uma cidade próxima que detenha aproximadamente as mesmas condições climáticas, tais como latitude, altitude, regime de ventos, temperatura e umidade (CAIXA, 2011).

O serviço de instalação é a fixação dos suportes às bases na edificação, montagem e interligação de todos os componentes do sistema, acoplamento do SAS à tomada de água fria e ao ponto de distribuição de água quente da edificação. A instalação do aquecedor solar deve apresentar as seguintes características: (1) isolamento térmico da interligação deverá ter sua integridade garantida, (2) todos os furos no telhado para passagem de tubulação ou de fixações deverão ser devidamente vedados com manta asfáltica aluminizada ou poliuretano na telha de capa para garantir a estanqueidade do telhado, conforme Figura 15; e (3) os furos passantes não deverão ser vedados com silicone.

Figura 15 – Instalação de reservatório. Em (a), instalação do reservatório sobre o telhado. Em (b), vedação dos furos do telhado.



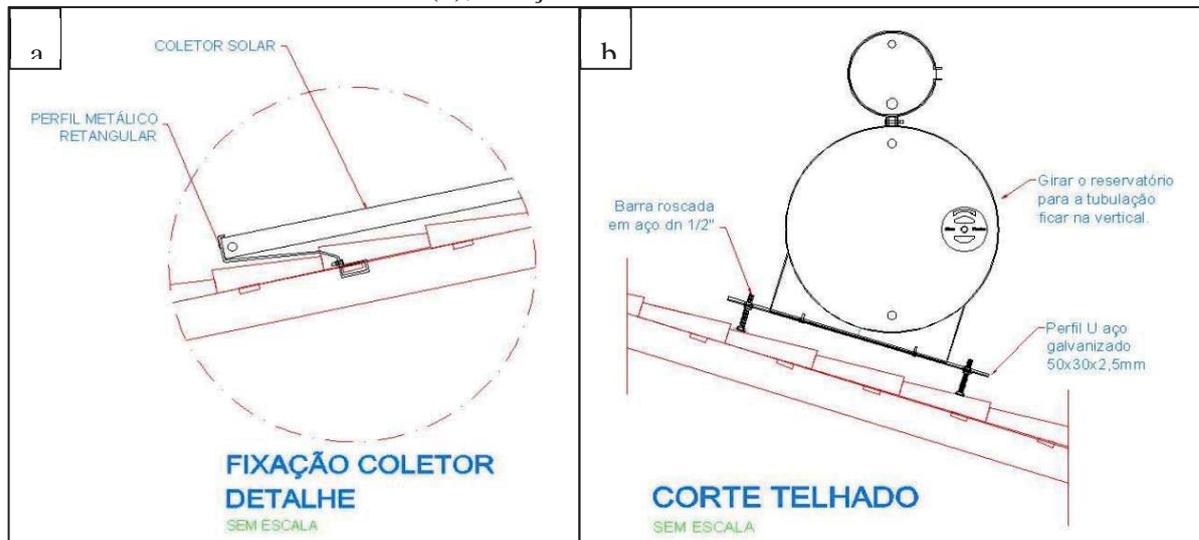
Fonte: Adaptado de CAIXA, 2011.

O coletor solar deve obrigatoriamente ser posicionado e instalado conforme foi ensaiado em laboratório para a classificação no Programa Brasileiro de Etiquetagem e ainda apresentar um ponto de drenagem na parte inferior do coletor e uma saída de água quente do coletor solar no ponto mais alto do coletor, que deve receber inclinação positiva neste sentido, para eliminação de bolhas (CAIXA,2011).

Como mostra a Figura 16, os coletores devem ser montados sobre o telhado com orientação de $+30^\circ$ (trinta graus) ou -30° (trinta graus) em relação ao Norte Geográfico (NG), sendo que a orientação para o NG é de maior eficiência do sistema. Em caso de desvio da face do telhado superior a 30° em relação ao norte geográfico, deve ser adotado suporte metálico para correção da orientação dos coletores solares, ou ser aumentada a “Produção Mensal de

Energia” Nominal (PMEN) - (etiqueta do INMETRO), dos coletores solares, de modo a se compensarem as perdas decorrentes. Nos reservatórios externos, devem ser previstos suportes metálicos com proteção contra corrosão, como apoio para os mesmos. Os reservatórios não deverão ser apoiados diretamente sobre as telhas, como pode ser observado na mesma Figura 16.

Figura 16 – Instalação de placa e reservatório. Em (a), instalação do placa sobre o telhado. Em (b), fixação do reservatório.



Fonte: Adaptado CAIXA, 2011.

Com o conhecimento adquirido das especificações do Programa Minha Casa Minha Vida 2, a tomada de decisão nas avaliações futuras dos sistemas será mais consistente em conhecimento para o cumprimento dessas regras em cada localidade do país.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo é destinado para apresentação e delimitação do objeto de estudo da pesquisa e seus processos metodológicos adotados bem como materiais utilizados para o desenvolvimento dos levantamentos e análises.

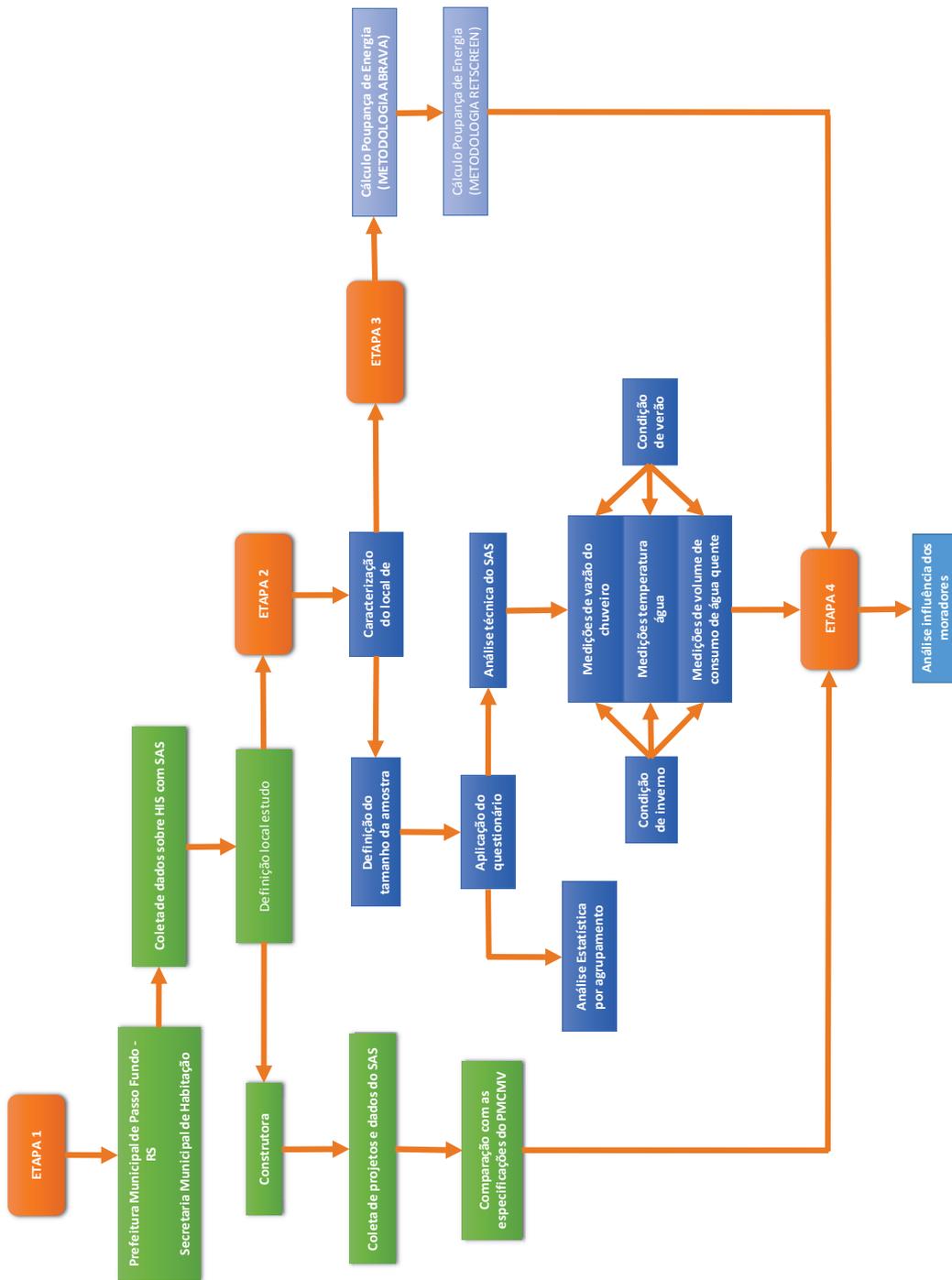
A partir da análise da revisão bibliográfica construída para esse trabalho, existe a necessidade de ser feita uma metodologia que comporte e sane as dúvidas sobre o tema e os objetivos. Assim, para a realização dos estudos propostos este trabalho está dividido em quatro partes.

Na primeira parte é apresentada a análise do uso das especificações do sistema de aquecimento solar de água no Programa Minha Casa Minha Vida 2 em Passo Fundo. Na segunda parte é apresentado uma verificação do aquecimento solar de água em habitações de interesse social na cidade de Passo Fundo, perante aspectos técnicos de uso/operação e manutenção, e satisfação dos moradores.

A terceira parte é composta da quantificação da economia gerada pelos sistemas de aquecimento solar. Fechando o estudo com a quarta parte, aonde é apresentada a identificação da influência do perfil dos moradores na possível economia de energia ou não economia.

Em resumo, serão feitas as avaliações necessárias sobre o aquecimento solar de água nas habitações de interesse social, seguindo o fluxograma da Figura 17.

Figura 17 - Fluxograma desenvolvimento metodologia.



Fonte: Autor, 2015.

3.1 Etapa 1 - avaliação da aplicação das normas e/ou especificações do SAS no Programa Minha Casa Minha Vida 2

Visando descobrir mais informações de como estão sendo aplicados os SAS no PMCMV 2 na cidade de Passo Fundo, essa etapa traz uma coleta de dados e posterior confronto destes com as regras do programa habitacional.

3.1.1 Coleta de dados sobre HIS com SAS na municipalidade e construtora

Por se tratarem de obras financiadas com recursos públicos parciais ou totais, o gerenciamento desses recursos bem como o gerenciamento operacional após conclusão das obras fica a cargo da Prefeitura Municipal através da Secretaria Municipal de Habitação. Cabe a esse órgão público ter informações sobre todos esses empreendimentos, sabendo aonde estão localizados e quantas unidades existentes. Para a realização dessa etapa é feita a comunicação com órgãos competentes citados anteriormente para obtenção das informações e dados necessários, explicando a natureza da pesquisa e seus objetivos estritamente acadêmicos.

Informações específicas sobre projeto e execução dos sistemas de aquecimento solar instalados nas habitações de interesse social da cidade devem ser obtidas através da construtora que foi contratada pelo município para realização dos empreendimentos. Com a construtora também é feita a comunicação para obtenção das informações necessárias, juntamente com as mesmas explicações dadas a municipalidade, referindo sobre os objetivos da pesquisa.

3.1.2 Análise comparativa dos dados e o PMCMV 2

A partir da obtenção das informações do item anterior é feita uma análise comparativa entre o projeto do SAS e as especificações que o programa habitacional exige, levando em consideração esses dois itens:

- as atribuições de construtor e fornecedor;
- documentações e características de instalação e montagem;

3.2 Etapa 2 - verificação do uso do SAS perante aspectos técnicos de uso/operação, manutenção e satisfação dos moradores.

Na busca por entender como os moradores lidam com essa tecnologia em suas unidades habitacionais e também, visando encontrar alguma influência que eles possam provocar nos sistemas, essa etapa é dividida em duas partes: caracterização do local de estudo e caracterização da população local – questionário.

3.2.1 Caracterização do local de estudo

O local de estudo é encontrado a partir das informações coletadas com o município de Passo Fundo, buscando as habitações de interesse social que tenham o sistema de aquecimento solar de água instalado. A partir disso é feita sua caracterização com localização, projetos das residências unifamiliares para mostrar dados construtivos como área, quantidade de unidades, entre outros dados que se encontrem relevante para essa etapa.

3.2.2 Caracterização da população local - questionário

Essa caracterização é norteada por dois objetivos: (a) compreender como as famílias e moradores usam o sistema, quais benefícios e problemas existem e quais as impressões de economia e fatores de influência no uso do sistema; e (b) identificar subgrupos homogêneos entre fatores socioeconômicos, de consumo e comportamentais. Para que isso ocorra existe necessidade de escolha de um método estatístico e de uma metodologia para o questionário.

3.2.2.1 Método estatístico

Dentre a variedade de métodos estatísticos disponíveis para encontro de grupos dentro de uma população, frequentemente diversos pesquisadores encontram situações mais bem desenvolvidas através da definição de grupos de objetos, indivíduos ou comportamentos homogêneos. Traçar estratégias baseadas na identificação de grupos dentro de uma população é possível quando o pesquisador está à procura de uma estrutura “natural” entre as observações baseadas num perfil multivariado. Para essa tarefa a técnica mais usada é a análise de agrupamentos, a qual une em grupos objetos ou indivíduos aonde esses são mais semelhantes uns com os outros do que os de outros grupos. Isso é feito para homogeneizar os objetos dentro dos grupos e consequentemente provocar heterogeneidade entre os grupos (HAIR et al,2009).

A análise de agrupamento, também chamada de “AA” ou análise de *clusters*, tem como finalidade agregar objetos com base nas características que eles possuem, aonde cada objeto é muito semelhante aos outros no agrupamento a partir de um critério pré-determinado pelo pesquisador. Desse modo, se a classificação for bem-sucedida, os objetos deverão estar próximos quando representados graficamente e os diferentes agrupamentos estarão afastados.

Conforme Hair et al. (2009), esse tipo de análise é uma ferramenta muito útil na análise de dados de um questionário por exemplo, devido ao grande número de observações que eles contem e que poderiam ficar sem um significado se não forem classificados em grupos que o pesquisador possa utilizar. Essa tarefa de redução de dados pode ser feita de forma eficiente e objetiva por essa análise reduzindo a informação de uma amostra da população para informação

sobre subgrupos específicos e menores que podem mostrar as atitudes dessa população através dos seus principais grupos. Assim, o pesquisador conta com uma caracterização mais completa e compreensível das observações sem perder muita informação.

Como toda técnica, junto com os benefícios existem alguns problemas. Esse tipo de análise é classificado como descritiva sem base teórica e não-inferencial, assim não tem base estatística sobre a qual esboçar inferências de uma amostra para a população (HAIR et al.,2009). Para resolver esse problema, esse método não deve ser usado sozinho, e sim acompanhado de uma inferência estatística para encontro da amostra necessária para o estudo, podendo ser usada as usuais encontrada na literatura.

Serão criados grupos independentemente da existência real de qualquer estrutura nos dados, tornando essa técnica dependente das variáveis usadas como base para a medida de similaridade entre os objetos. A adição ou retirada de uma ou outra variável relevante pode ter impacto grande na solução, o que torna indispensável o cuidado que o pesquisador deve ter com cada decisão tomada na execução da análise de *clusters*.

Atualmente os cálculos e gráficos que o método proporciona são gerados através de softwares. Possibilitando agilidade na obtenção dos resultados, o *software* mais usado é o STATISTICA pois se encaixa nas necessidades desse tipo de estudo.

3.2.2.2 Metodologia do questionário: análise de agrupamento (clusters)

Para essa finalidade de pesquisa é aplicada a técnica de análise de agrupamentos, caracterizada como técnica multivariada de dados, que é a mais comumente usada. Ela reúne indivíduos ou objetos em grupos tais que os objetos no mesmo grupo são mais parecidos uns com os outros do que com objetos de outros grupos. Essa técnica maximiza a homogeneidade de objetos dentro de grupos, ao mesmo tempo que maximiza a heterogeneidade entre os grupos, provocando uma classificação de objetos semelhantes (GIGLIO et al.,2015; HAIR et al., 2009). Esta classificação ou conjunto de indivíduos, unidos baseados nessa técnica que usa medidas geométricas de distâncias para seus cálculos, define o agrupamento. Sendo assim, objetos que estão dentro de um grupo devem ser semelhantes entre eles e dissemelhantes aos objetos contidos dos outros grupos (GIGLIO et al., 2015; HAN; KAMBER, 2006).

A aplicação do questionário adaptado intitulado “Medição e Verificação de Desempenho Energético de SAS em HIS”, que faz parte do trabalho apresentado por Giglio et al (2015), responderá as questões levantadas. O questionário estruturado contém 39 perguntas fechadas (Apêndice A) que foram norteadas em estudos de influência do usuário no consumo de energia; sobre hábitos de conservação de energia; em experiências com a inserção de

coletores solares em habitação interesse social; e nas recomendações técnicas de sistemas de aquecimento solar para habitações de interesse social (POLINDER; AA, 2011; BARR,S.; GILD A.W.; FORD,N., 2005; FANTINELLI, 2006; SOUZA; ABREU, 2009; GIGLIO et al, 2015).

Este questionário foi dividido em cinco partes:

1. Composição familiar: número de ocupantes, idade, grau de escolaridade e tempo de moradia;
2. Hábitos de consumo de água quente: a rotina de banho de cada membro da família, incluindo horário, tempo e frequência de banho. Ainda abrange o sistema de aquecimento que o proprietário possuía na antiga moradia assim com mudança de hábitos de banho na nova moradia;
3. Nível de satisfação e condições de operação e manutenção do sistema pela família: dificuldade de uso do sistema auxiliar de aquecimento e os problemas que já ocorreram e se já houve a manutenção de algum componente do sistema;
4. Hábitos de conservação de energia e água do banho, energia elétrica: compreender subjetivamente como os usuários de baixa renda lidam com esta questão;
5. Fatores socioeconômicos: renda familiar, consumo de energia elétrica e de água, se a família considera cara a conta de energia, e a declaração do valor da conta de energia elétrica na antiga moradia.

Com o método estatístico definido a metodologia da análise de agrupamento prossegue com suas diretrizes para o questionário.

3.2.2.2.1 Questionário pré-teste

Inicialmente um questionário preliminar (pré-teste) será elaborado e aplicado com uma pessoa leiga, não pertencente a população da pesquisa e uma pessoa diretamente ligada a população. O objetivo é nivelar os termos usados no questionário para que os moradores tenham clareza e entendam perfeitamente os questionamentos, além de encontrar e ajustar eventuais questões não compreendidas ou inserir novas possibilidades de respostas. Esse pré-teste é recomendável que seja realizado sempre que haja questionário em pesquisas (MALHORTA, 2012).

3.2.2.2 Definição da amostra

Para conseguir ter dados mais confiáveis sobre a população se faz necessário uma delimitação de amostra por análise estatística. A metodologia empregada para cálculo da amostragem para entrevista será a mesma de Giglio et al (2015), na qual baseia-se na equação de população finita.

$$n = \frac{\left(\left(Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \right)^2 pqN \right)}{\left(e_0^2(N-1) + \left(Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \right)^2 pq \right)} \quad (2)$$

Onde: n = tamanho da amostra; N = o tamanho da população; $Z_{\alpha/2}$ = nível de confiança em %; $p = q = 0,5$ = proporção amostral desconhecida; e_0 = erro em %.

3.2.2.3 Conjunto de atributos

Um conjunto de características ou atributos representam famílias que devem ser agrupadas será um ponto crucial nas pesquisas que envolvem a análise de agrupamento ou análise de *clusters*. Isso se deve pela dependência que a análise tem das especificações do pesquisador. Os agrupamentos são definidos com uma base teórica inicial muito forte para que não sejam formados agrupamentos sem fundamentação conceitual estabelecida de sua existência. Assim a análise de agrupamento necessita ser aplicada apenas como confirmação, identificando grupos que já se tenha conhecimento (HAIR et al.,2009; GIGLIO et al.,2015). Deste modo, nesse estudo atribui-se o termo atributo para representar uma característica (variável) de um objeto qualquer (família), termo usualmente aplicado em técnicas de análise de agrupamento (HAN; KAMBER, 2006; MALHORTA, N.K, 2012).

3.2.2.4 Padronização dos dados

Por existirem no questionário dados qualitativos juntamente com diferença de escala de valores nos atributos, exige-se que seja feito o nivelamento dos dados. Atributos binários e ordinais serão transformados em atributos numéricos, e a diferença de escala de valores será nivelada através da distribuição normal padrão. Como exemplo, entende-se que a renda familiar que é composta por números que variam numa escala maior, enquanto que o número de banhos em horário de pico varia em escala menor. Assim, os todos dados amostrais serão transformados em valores da distribuição normal padrão.

$$z_i = \frac{X_i - X_N}{S} \quad (3)$$

Onde: z_i = número de desvios padrões a contar da média; X_i = valor real a ser transformado; X_N = valor médio do atributo relativo a amostra; S = desvio padrão;

3.2.2.2.5 Processo de partição e subgrupos homogêneos

Para formar os agrupamentos e calcular a distribuição normal padrão será necessário a ajuda de um software estatístico, que nesse estudo é o STATISTICA 7. Com inúmeras técnicas existentes na análise de agrupamento utiliza-se o algoritmo (conjunto de regras e procedimento) de *K-médias*. Essa técnica necessita que o número de agrupamentos que se quer obter seja previamente fornecido, e o centro do grupo é representado pelo valor médio dos objetos contidos no mesmo. Para conseguir que exista maior homogeneidade nos agrupamentos será necessário a coerência para manter um número de agrupamentos que reflitam os dados, assim devem ser feitas simulações com números de K para encontrar o ideal (GIGLIO, et al.,2015).

Para que esse processo seja realizado, necessita-se da definição da medida de similaridade que deverá ter entre os objetos. Essa similaridade é a correspondência ou associação de dois objetos baseada nas variáveis da variável estatística do agrupamento. Essa por sua vez será o conjunto de variáveis ou características que representam os objetos a serem agrupados. Portanto, será usada a medida de similaridade mais usada que é a distância euclidiana, que essencialmente é a uma medida de comprimento de um segmento de reta desenhado entre dois objetos (HAIR, et al.,2009). A medida é definida pela soma da raiz quadrada da diferença entre os atributos, em suas respectivas dimensões.

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (4)$$

Onde: $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ e $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ são famílias (casos) e os numerais correspondem aos atributos do estudo;

Assim que for especificado o número de agrupamentos K, a partição se inicia com escolha aleatória de objetos que representam os centros iniciais de cada agrupamento. Cada objeto (família) é relacionado ao seu grupo com base na distância Euclidiana e do centro do grupo a que está mais próximo. Posteriormente, o centro de cada grupo é atualizado com base no valor médio dos objetos contidos nele. Com novos centros dos agrupamentos formados, os

objetos são novamente redistribuídos nos grupos em que estão mais próximos do seu centro. Com um processo de iteração, novos reposicionamentos de objetos ocorrem até a inexistência de mudanças nos centros dos agrupamentos.

Uma parte difícil do processo é encontrar uma estrutura coerente com a pesquisa com relação ao número de agrupamentos. Menos agrupamentos pressupõe menos homogeneidade dentro do grupo enquanto que um grande número de agrupamentos reflete na maior homogeneidade interna (HAIR et al., 2009). Como o objetivo da pesquisa será identificar subgrupos homogêneos que possam ser analisados por medição técnicas, a meta é encontrar poucos agrupamentos e ao mesmo tempo, conseguir níveis de heterogeneidade satisfatórios entre eles. Para que isso seja atingido, algumas simulações iniciais serão feitas para diferentes K ou números de agrupamentos.

Segundo Hair et al,(2009) com a estruturação de um diagrama de perfil relacionando os atributos no eixo das abcissas e o seu respectivo valor de distribuição normal padrão média no eixo das ordenadas permite entender a estrutura lógica final de subdivisão dos grupos, caracterizar o agrupamento com base nos seus atributos, e ajuda na detecção das observações atípicas.

Outro ponto importante nesse processo é a descoberta de observações atípicas, que são aquelas observações muito elevadas e que estão muito fora da realidade dos dados, e que prejudicam a formação dos agrupamentos. Para essa etapa da pesquisa, será aplicada a medida *D² de Mahalanobis*. Ela é adotada em técnicas multivariadas e medem a distância de cada observação (família) em um espaço multidimensional a partir do centro médio de todas as observações. Se esse valor de *D²* é mais elevado mais distante está a observação do centro das observações. (HAIR et. al., 2009). A distância de *Mahalanobis* é calculada através do software STATISTICA 7 com base na equação.

$$D_M = \sqrt{(X_i - X_N)^T S^{-1} (X_i - X_N)} \quad (5)$$

Onde: X = valor real do atributo em cada caso; T = matriz transposta;

X_N = valor médio do atributo relativo a amostra; S^{-1} = matriz de covariância inversa;

Assim cumprindo todos esses procedimentos para definição dos subgrupos homogêneos, têm-se o resumo desses processos na figura 18 e a preparação para a representatividade dos subgrupos que serão encontrados.



Fonte: Adaptado de Giglio et al., 2015.

3.2.3 Processo de definição da representatividade dos subgrupos

Após encontrar os subgrupos homogêneos será necessário um outro processo para escolha das famílias que mais representam os grupos para que sejam submetidas a análise técnica. Essa escolha será feita através de análise estatística por amostragem estratificada proporcional.

Segundo Malhorta (2012) esse tipo de análise consiste na divisão de uma população em grupos, os quais chamados de estratos, devido uma ou mais características conhecidas na população estudada, e de cada um desses estratos são escolhidas amostras em proporções convenientes. Essa amostra deverá obter camadas que obtenham as mesmas proporções observadas na população. Sendo assim, a amostra estratificada proporcional produz um erro amostral menor ou igual a amostra aleatória simples, e é mais precisa. Essa igualdade ocorre quando as médias ou as proporções que estamos analisando são iguais em todos os níveis dos estratos. Portanto, a estratificação produz mais benefícios quanto mais diferentes as forem as camadas, o que deve ocorrer nesse estudo.

Através da utilização dos dados da população e das amostras que serão encontradas, os membros dos agrupamentos serão os estratos para cálculo da amostra estratificada proporcional através da formula a seguir:

$$E = \frac{a}{(N)} * n \quad (6)$$

Onde: E =tamanho do estrato; a =tamanho do agrupamento;
 n = tamanho da amostra; N = tamanho da população

Assim são encontradas as quantidades dos membros de cada estrato aonde devem ser realizadas as análises técnicas posteriores.

3.2.4 Análise técnica dos SAS

A avaliação através de medições é uma forma concreta de avaliação dos sistemas de aquecimento solar instalados. A partir do conhecimento da amostra e de seus subgrupos, as medições são realizadas nos representantes de cada subgrupo. Serão obtidos valores de volume e vazão de água quente consumida no banho e temperatura, juntamente com dados de orientação/instalação e radiação global incidente nos coletores solares. Esses dados explicam como o sistema está sendo utilizado pelos moradores de forma mais contundente e que possa conhecer a sua real situação.

Para as medições será necessário a autorização dos moradores para entrada no terreno e posterior medição. As medições de temperaturas da água na unidade habitacional serão executadas com o termômetro a laser infravermelho (Figura 19), que é usado para medir a temperatura da superfície do objeto e aplicável para vários objetos quentes, perigosos ou de difícil alcance, sem contato com segurança e rapidez, conforme especificação no Quadro 9. A utilização desse tipo de termômetro não causa diferença na medição da água (líquida) pois a variabilidade é mínima.

Quadro 9: Especificação do termômetro para estudo.

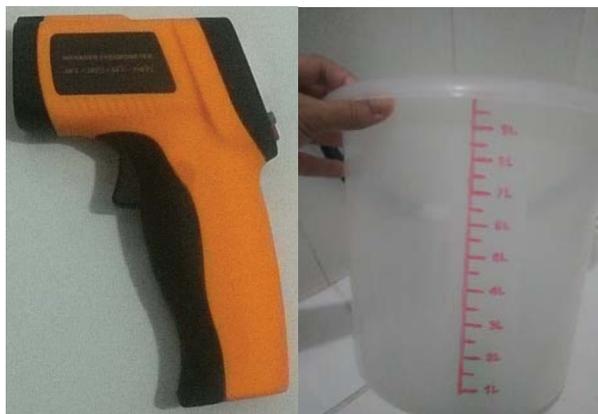
Faixa de temperatura	-50 ~ 380°C
Precisão	0°C ~ 380°C: +- 1,5°C ou +- 1,5% -50°C ~ 0°C: +-3°C O QUE FOR MAIOR
Resolução	0,1°C
Repetibilidade	1% da leitura ou 1°C
Tempo de resposta	500mSec, 95% resposta
Resposta espectral	8-14 um
Emissividade	0,95 preset
Raio de tamanho de ponto	12:1
Temperatura de operação	0 ~40°C
Umidade de funcionamento	1~95% RH sem condensação, até 30°C
Temperatura de armazenamento	- 20 ~60° C
Força	9v bateria
Vida típica da bateria	Modo não laser: 22hs Modo laser: 12hs
Peso	147,5g
Dimensão	153x101x43mm

Fonte: Autor, 2015.

Em seguida, no interior da unidade habitacional será medida a vazão de água quente que chega ao chuveiro, juntamente com sua temperatura. Para esse procedimento um recipiente graduado, será posicionado abaixo do chuveiro e o registro aberto durante 30 segundos, tempo cronometrado com celular. Passado esse tempo será verificado o volume do recipiente e

encontrada a vazão em L/min através de sua fórmula : $Q=V/t$ (vazão é igual a volume dividido pelo tempo). Ao mesmo tempo, com termômetro, será analisada a temperatura de saída da água do chuveiro, o mais próximo possível, para obtenção dos valores de temperatura desse fluido até a entrada no recipiente graduado mencionado anteriormente. Os dados coletados serão tabelados e analisados com a utilização de planilha para geração de gráficos resposta que possibilitem a análise.

Figura 19 - Termômetro a laser infravermelho (INFRARED THERMOMETER), recipiente graduado para medir vazão



Fonte: Autor, 2015.

Para obtenção de maior variabilidade de dados será necessário que a análise seja feita em condições adversas, para testar o sistema em condições favoráveis e desfavoráveis. É de conhecimento que o SAS trabalha com a radiação solar, portanto sua condição mais favorável é o verão e a desfavorável o inverno.

De acordo com EMBRAPA (2016) no verão no mês de janeiro é onde têm condições favoráveis de insolação com 238,8 horas, e no inverno no mês de junho se têm condições mais desfavoráveis de insolação com 153,7 horas. Consequentemente os dados de radiação solar também se encontram nesses meses, 21,44 MJ/m²dia e 9,32 MJ/m²dia, respectivamente. Assim as medições deverão ser feitas nesses meses para melhor obtenção dos dados. Esses dados serão obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que tem uma estação no município.

3.3 Etapa 3 - quantificação da economia gerada pelos sistemas de aquecimento solar

Para quantificar a energia que está sendo economizada nos sistemas será feito o cálculo de poupança de energia. Através da metodologia de conversão da produção dos sistemas solares

térmicos para equivalentes elétricos (Associação Brasileira de Refrigeração, 2014) e comparação com o resultado obtido através de simulação computacional.

Primeiramente, a determinação da equivalência da energia elétrica (EEE) da produção dos sistemas térmicos solares é feita pelo cálculo da produção de energia térmica anual. Esse cálculo será feito de forma mais direta através de simulações computacionais que permitem prever a produção de energia a partir de dados meteorológicos típicos da cidade de Passo Fundo. Em sistemas de banho com coletores fechados usa-se o software RETScreen

O software RETScreen de Análise de Projetos de Energia Limpa é o mais avançado software de suporte à tomada de decisão no setor de energia limpa. Este é um software totalmente livre de custos disponibilizado pelo Governo do Canadá como resultado do reconhecimento, por parte deste país, da necessidade de adotar uma abordagem integrada no tratamento das alterações climáticas e na redução da poluição. RETScreen é um comprovado ativador de projetos de energia limpa em todo o mundo (SAGE, 2015).

Segundo Associação Brasileira de Refrigeração (2014), uma vez tendo-se a produção térmica específica em kWh/ano.m², através do RETScreen, e os dados de área instalada em m², é possível, então, calcular-se a Produção de Energia Térmica Fechado (PETF), conforme equação.

$$PETF = \text{Área de Coletores Fechados} \times 750 \text{ kWh/ano.}^2 \text{ [kWh]} \quad (7)$$

Uma vez calculada a produção de energia térmica, é possível determinar sua equivalência elétrica, tanto em termos de energia, quanto em termos de potência elétrica instalada equivalente, seguindo-se as equações.

$$EEE = [(PETF/FCF)] / 1.000.000 \text{ [GWh]} \quad (8)$$

$$PEI = (EEE \times 1000) / (24 \times 365 \times FC) \quad (9)$$

Aonde o FCF será o fator de conversão de energia solar térmica para energia elétrica equivalente para coletores solares fechados, ou seja, aplicação de banho O FCF adotado será 0,9, representativo das perdas técnicas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Isso representa que, na equivalência, 1 kWh gerado em uma central elétrica levaria à 0,9 kWh de calor em um chuveiro elétrico, por exemplo. E o FC será o fator de capacidade médio das

usinas geradoras de eletricidade, adotando-se aqui o número representativo para o Brasil de 0,52. Assim, para os cálculos tem-se que considerar os seguintes fatores: $FCF = 0,9$; $FC = 0,52$.

Nessa etapa também serão utilizados para o cálculo de poupança de energia os dados referentes ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e pelo Instituto Nacional de Medidas (INMETRO), os quais já possuem tabelas com as produções anuais de energia dos coletores solares. Após os dados serem analisado pela primeira metodologia, será empregado o uso de análise por simulação computacional com o mesmo software. Dessa vez a análise será feita integralmente no software RETScreen (Figura 20), buscando um valor de referência para a economia de energia.

Figura 20 - Interface do software RETScreen.



Fonte: Adaptado de SAGE, 2015.

Com a obtenção dessas duas análises de economia de energia existe a possibilidade de quantificar para cada uma das condições a economia de energia para os agrupamentos encontrados. Desse modo a verificação da influência dos perfis de moradores poderá ser vista em números.

3.4 Etapa 4 - avaliação da influência dos perfis de moradores perante ao uso do sistema de aquecimento solar e economia de energia.

Com dados da satisfação dos moradores com os sistemas de aquecimento solar, escolaridade e manutenção preventiva e a quantificação dos valores economizados de energia

real, será feita a comparação para descobrir se os mesmos moradores que possivelmente estejam insatisfeitos com o sistema sejam os mesmos que tenham baixa escolaridade e que não fazem a manutenção correta do equipamento. Essa comparação será feita através de análise das respostas dos questionários e medições feitas in loco, com os cálculos de poupança de energia dos moradores envolvidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo a seguir é delimitado aos resultados obtidos através das etapas do estudo. Esses resultados são discutidos confrontando-os com literatura para encontrar as respostas para os objetivos da pesquisa.

4.1 Resultados da etapa 1

Para essa etapa 1 têm-se o objetivo de coletar dados sobre as habitações de interesse social (HIS) que contenham sistemas de aquecimento solar de água (SAS) na cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, e comparar esses mesmos dados com as regras do programa habitacional Minha Casa Minha Vida 2 (PMCMV 2).

4.1.1 Dados de HIS com SAS: participação municipalidade e construtora

Para atingir os objetivos dessa etapa, foi enviado um ofício ao representante da Prefeitura Municipal /Secretaria Municipal de Habitação. Nesse documento contém a explicação da pesquisa e informando que ela é estritamente acadêmica, sem financiamento de outras instituições ou entidades.

Na Secretaria Municipal de Habitação buscou-se informações sobre a localização e quantidade de habitações de interesse social com aquecedores solares de água instalados no município. Através da assistente social do município, que cuida dessa área, obteve-se a informação de que apenas os condomínios horizontais da Vila Donária/Bairro Santa Marta encontram-se dentro do objetivo da pesquisa: aquecedores solares de água instalados em habitações de interesse social financiadas pelo Programa Minha Casa Minha Vida 2. Além desse dado, a municipalidade forneceu informações sobre os projetos e quantidades das unidades habitacionais, conforme Figura 21 e 22, aonde se evidencia que não havia projeto de SAS para essas habitações devido na época de aprovação do projeto não existir exigência,

O mesmo ofício feito para a Prefeitura Municipal foi entregue a representante da construtora responsável pelo empreendimento dos condomínios horizontais informada pela municipalidade. Através de contatos telefônicos e por e-mail tentou-se entrar em contato com a empresa, e não se obteve resposta desejada.

Figura 21 - Projeto dos condomínios com SAS.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2016.

Figura 22 - Vista dos condomínios horizontais.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2016.

4.1.2 Comparação dos dados coletados e as regras do PMCMV 2

Essa etapa de comparação é muito importante para a pesquisa pois visa a aplicação das regras estabelecidas nas normas e especificações do PMCMC 2 in loco. A verificação foi feita diretamente com moradores durante uma visita espontânea.

Levando em consideração o que foi encontrado de regras para o programa habitacional, principalmente o Termo de Referência da Caixa Econômica Federal para Sistemas de

Aquecimento Solar de Água, as normas da ABNT e a Recomendação Normativa da ABRAVA já mencionadas no trabalho verificou-se que grande parte dessas especificações foram cumpridas pela construtora e fornecedor. Entretanto algumas recomendações não foram levadas em conta, e elas serão exemplificadas a seguir.

Das regras que foram executadas corretamente conforme os órgãos competentes exigem estão o valor do equipamento instalado, que gira entorno do estipulado, mas não foi obtido seu valor real pois questões burocráticas da construtora. As normas referenciadas da ABNT foram utilizadas em sua maioria, dando destaque nas normas 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 15220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social; e da ABRAVA RN 4 – 2003: Proteção contra congelamento de coletores solares; e o RAC - Requisito de Avaliação da Conformidade para Sistema e equipamentos para aquecimento solar de água do PBE/Inmetro.

Foram cumpridas as regras de divisão de atribuições para construtora e fornecedor, porém com ressalvas pois a informação não se confirma com a construtora. Assim, na visita em algumas unidades habitacionais verificou-se que a exigência do Manual do Usuário ser disponibilizado para os moradores não foi cumprida por parte da construtora, deixando os mesmo sem o conhecimento necessário sobre a como funciona a unidade em que moram e principalmente sobre o sistema de aquecimento solar instalado.

Com a utilização das normas referenciadas no Termo de Referência da Caixa Econômica Federal, poucos erros aconteceram nas diretrizes de instalação dos equipamentos. Sobre o coletor solar, essas diretrizes não sofreram alterações, dando destaque para a escolha correta do coletor, sendo este de Categoria “A” no INMETRO, e com produção mensal de energia de 166 KWh/mês, conforme Figura 23, maior que a exigida de 150KWh/mês, juntamente com o sistema anticongelamento necessário para a região e aplicação da zona bioclimática correta para a cidade de Passo Fundo. Já no reservatório térmico verificou-se um erro. Apesar de ter capacidade compatível com a exigida de 200L o mesmo apresenta resistência elétrica como aquecimento auxiliar. Os demais requisitos foram verificados e aprovados assim como a distância de vão horizontal e vão vertical do reservatório e do coletor solar, obedecendo a regra estabelecida.

Figura 23 - Coletor solar ONIX instalado em duas unidades habitacional.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 24 - Suportes e dispositivos de fixação, tubulações e caixa redutora de pressão.



Fonte: Autor, 2016.

Os suportes e dispositivos de fixação, as tubulações e a caixa redutora de pressão também estão presentes no sistema, conforme mostra figura 24. Porém a última não está presente em todas as unidades habitacionais. Apesar de falhas pontuais, em sua maioria, o sistema foi bem instalado. Esses dados serão melhores analisados na etapa de análise técnica.

4.2 Resultados da etapa 2

Com dados e informações coletadas na etapa 1 se passou para etapa 2 onde é feita a caracterização do local de estudo e da população local, bem como é análise do questionário pelo

método de agrupamento para obtenção dos subgrupos homogêneos e de análise por amostragem estratificada proporcional para representatividade de cada amostra para análise técnica.

4.2.1 Local de estudo: condomínios horizontais de interesse social em Passo Fundo

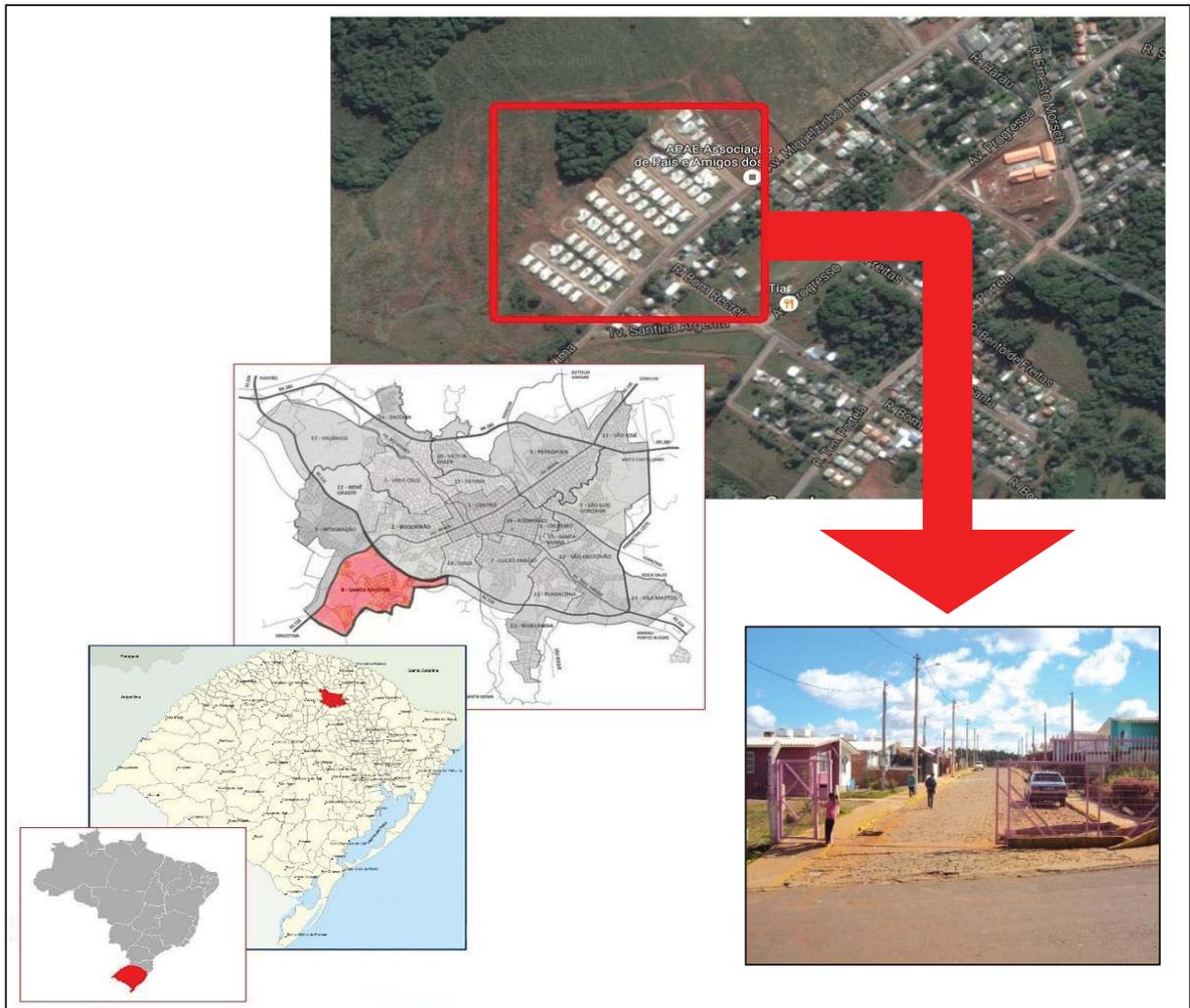
O município de Passo Fundo é localizado na região sul do Brasil, no interior do estado do Rio Grande do Sul, na sua metade norte (Figura 25). Com latitude de 28° 15' 46" e longitude 52° 24' 24", o município fica a 687 m acima do nível do mar e tem área aproximada de 759,40 km², comportando uma população aproximada de 196.739 mil habitantes com densidade demográfica de 259,07 habitantes por Km², uma das maiores densidades do estado. É considerada uma cidade de porte médio bem desenvolvida economicamente e socialmente (FERRETTO,2011; IBGE, 2015; PREFEITURA, 2016). Mesmo numa cidade desenvolvida existem locais com maior desigualdade social, e é aonde a prefeitura busca implantar políticas para essa população, entre elas as que envolvam construção de habitações de interesse social.

Em uma área mais afastada da cidade, no setor 8 onde contempla a maior parte de habitações de interesse social da cidade com grande expansão habitacional se encontra o Bairro Santa Marta / Vila Donária, que é onde está a localizado os condomínios horizontais de interesse social do estudo, mais especificamente na Avenida Miguelzinho Lima, conforme também Figura 25.

Segundo EMBRAPA (2016) pela classificação de Köppen, Passo Fundo está localizada na Zona Climática fundamental temperada, apresentando clima do tipo fundamental úmido e variedade específica subtropical. Desse modo, o clima local é descrito como subtropical úmido, com verões quentes e invernos com grandes precipitações e úmido, tornando-se ideal para o estudo.

O empreendimento de condomínios horizontais da Vila Donária/Bairro Santa Marta é constituído de 5 condomínios contendo 12 casas geminadas cada condomínio, 24 unidades habitacionais por condomínio, totalizando 120 unidades habitacionais, entregue no ano de 2013 para a população. Cada condomínio tem um nome diferente, sendo eles: (1) Condomínio Bosque Araçás, (2) Condomínio Bosque Guabirobas, (3) Condomínio Bosque Guabijus, (4) Condomínio Bosque Ariticuns, e (5) Condomínio Bosque Butias.

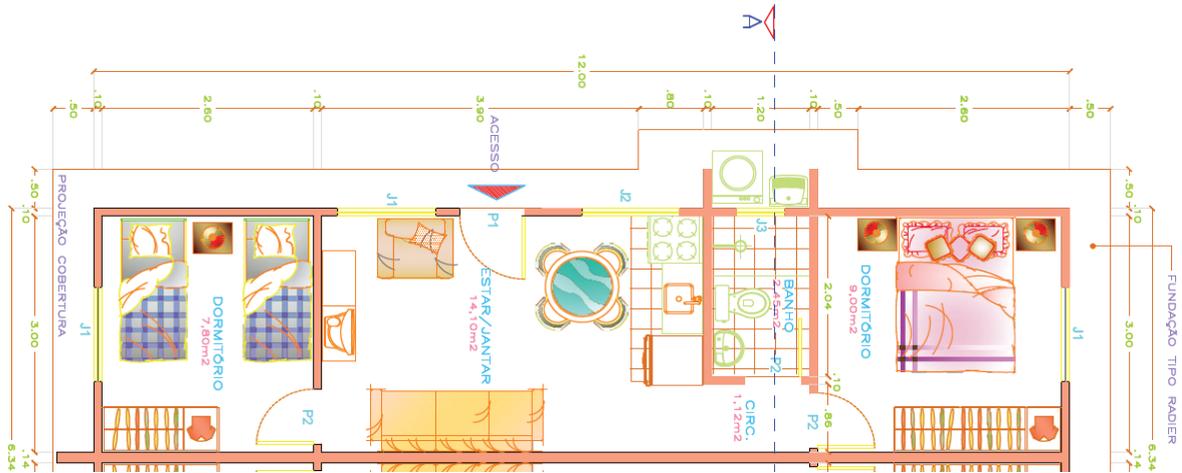
Figura 25 - Localização do local de estudo.



Fonte: Autor, 2016.

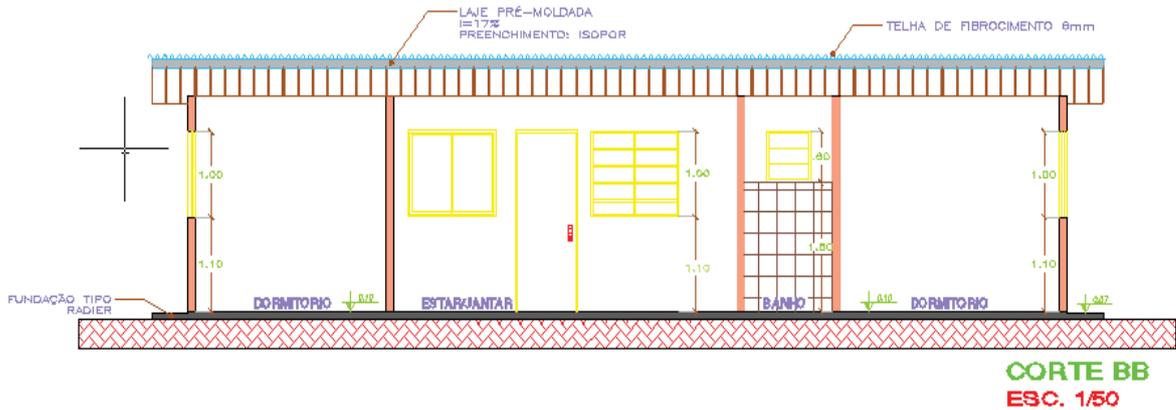
Segundo Portal Brasil (2013), o empreendimento Bosque dos Araças, destinado a famílias com renda de até R\$ 1,6 mil (Faixa I), recebeu investimento total de R\$ 1,4 milhão, com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR). Localizado no bairro Vila Donária, o empreendimento é composto por 24 casas, distribuídas em duas quadras. Cada residência tem área privativa de 40,47 m², divididos em dois quartos, sala, banheiro, cozinha e área de serviço externa coberta, além de piso cerâmico em todos os ambientes. As casas estão avaliadas em R\$ 60 mil, e todas elas foram constituídas através do mesmo projeto.

Figura 26 - Ilustração da planta baixa da unidade habitacional Bosque dos Araçás.



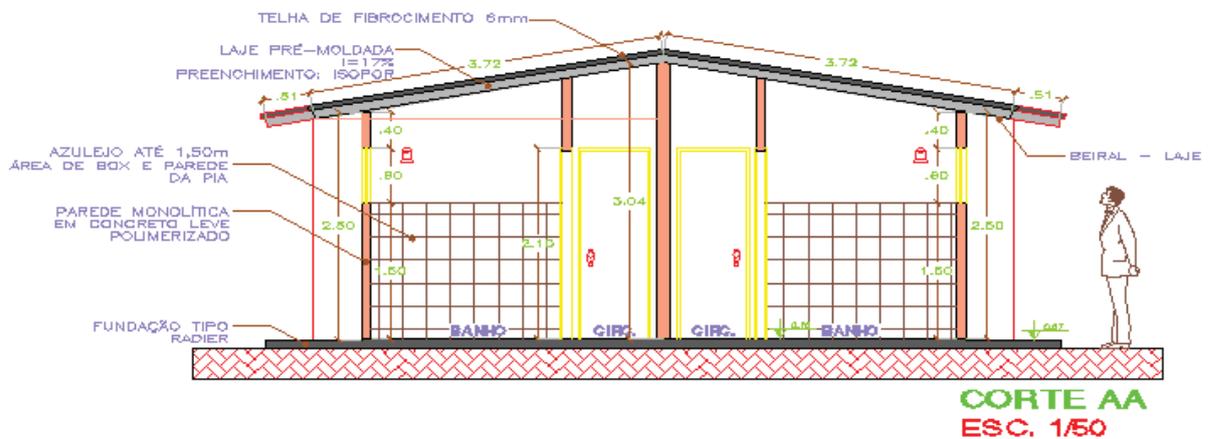
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2016.

Figura 27 - Ilustração de corte de unidade habitacional Bosque dos Araçás.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2016.

Figura 28 - Ilustração do corte nos banheiros da unidade habitacional Bosque dos araçás.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2016.

Figura 29 - Ilustração do condomínio Bosque dos Araçás.



Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO, 2016.

O empreendimento possui ainda, infraestrutura interna e externa, quadra gramada e uma vaga para estacionamento descoberto em frente a cada moradia. Todas as unidades contam com sistema de aquecimento solar. Sendo assim pode-se afirmar que todo o local de estudo, entende-se todos os demais condomínios horizontais se encaixam nas características listadas anteriormente para o Condomínio Bosque Araçás, conforme as figuras 26, 27, 28 e 29.

4.2.2 População local: aplicação de questionário

Para a caracterização da população do local de estudo usou-se a técnica multivariada de dados, chamada análise de agrupamento ou clusters, com a aplicação de um questionário.

Seguindo os procedimentos estabelecidos, primeiramente esse questionário passou pelo pré-teste, o qual teve tempo de entrevista de 20 minutos com uma pessoa leiga, que nada tinha de comum com o local de estudo, e cerca de 18 minutos, com uma moradora e síndica de um dos condomínios que ajudou no desenvolvimento do trabalho. Os termos das questões tiveram entendimento em ambos os casos, e não houve necessidade de modificar as questões ou respostas.

O questionário pré-teste e o estudo piloto das medições foram realizados simultaneamente na condição favorável de verão na segunda metade do mês de março. Mesmo assim a execução do estudo piloto de medições foi realizada durante o verão, não perdendo a sua finalidade. As medições de volume e vazão de água quente consumida no banho e temperatura, juntamente com dados de orientação/installação, conforme Figura 30 foram realizadas e obteve-se os seguintes resultados do Quadro 10. O valor de radiação global (KJ/m^2) no dia do estudo foi retirado de dados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que o município possui.

Figura 30 - Coletores solares e chuveiro instalados na unidade habitacional do pré-teste.



Fonte: Autor, 2016.

Quadro 10: Resultados do estudo piloto na condição favorável de verão.

Medição piloto da análise técnica do SAS		
Sistema de distribuição (chuveiro)	Volume de água quente (Litros)	200
	Vazão de água quente (L/min)	3,3
	Temperatura inicial da água quente (°C)	25
	Temperatura final da água quente (°C)	35
Sistema de captação (coletor solar)	Inclinação coletor (°)	30
	Orientação do coletor (°)	60°
	Radiação global (KJ/m^2) ^A	3469

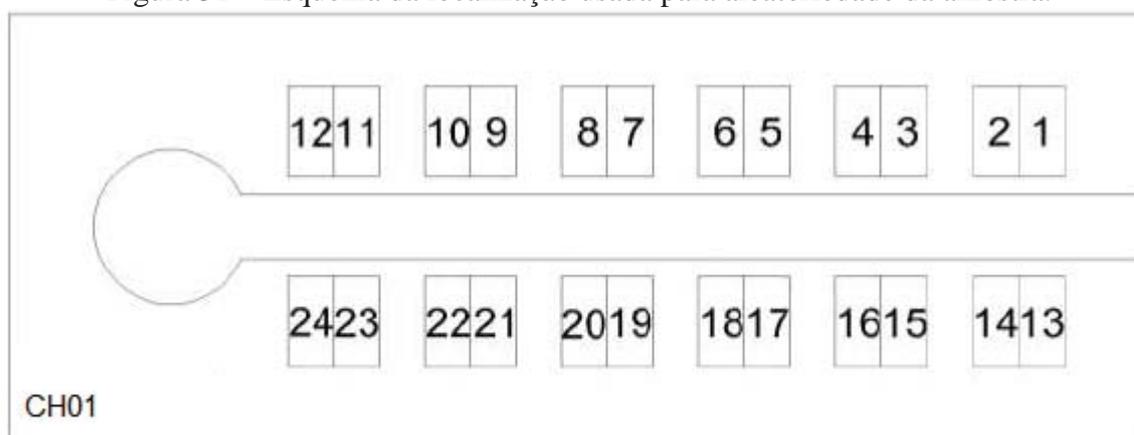
A= VALOR DE RADIAÇÃO GLOBAL DO DIA DO ESTUDO PILOTO. FONTE: INMET,2016.

Fonte: Autor, 2016.

Para a definição da amostra em que o questionário deverá ser aplicado usou-se a fórmula de população finita, considerando 90% de nível de confiança, com valor Z de 1,96, proporção amostral desconhecida de 0,5, e nível de precisão de 7%, e população total de 120 unidades habitacionais, o tamanho da amostra encontrado é de 64 unidades habitacionais para serem entrevistadas. A opção por 90% de nível de confiança foi a necessidade operacional que a pesquisa impunha limitando a capacidade de entrevistas feitas, ainda assim esse nível está dentro do estipulado pela literatura, segundo Malhorta (2012) não comprometendo o resultado.

O conjunto composto por 120 números entre um e 120 foram gerados aleatoriamente pelo software Excel através do uso da função ALEATORIOENTRE (1;120), aonde os 64 primeiros compuseram a amostra que foi analisada. Os números representam a localização das unidades habitacionais nos conjuntos habitacionais, começando do condomínio número 1 (Condomínio Araçás) até o número 5 (Condomínio Butiás), conforme ilustra a Figura 31, utilizando código para cada unidade, como por exemplo: CH01/C01, condomínio horizontal 01/ casa 01, continuando assim para os demais condomínios.

Figura 31 – Esquema da localização usada para aleatoriedade da amostra.



CH01 = condomínio horizontal 01
 Legenda: C1 = casa 1

Fonte: Autor, 2016.

As entrevistas nos condomínios foram feitas em 5 oportunidades diferentes entre os meses de março, abril e maio (Figura 32). As primeiras tentativas de entrevista, mesmo com a ajuda de uma moradora influente na comunidade trouxe uma certa resistência dos moradores, por desconfianças. Além disso, essas tentativas ocorreram durante dias da semana aonde a dificuldade aumentou com a falta de adultos moradores. Através do entendimento da situação,

e buscando outra abordagem, nas visitas subsequentes durante sábados pela parte da manhã, a recepção foi maior e assim o total de 64 entrevistas foi alcançado.

Todas as entrevistas foram realizadas pelo pesquisador. Cada entrevista demorou em média menos que o tempo do pré-teste, entorno de 10 minutos cada. Durante as entrevistas, casos que o pesquisador julgou excepcionais foram colocadas como observação. As entrevistas em sua maioria foram feitas na frente das casas ou no pátio, impossibilitando o entrevistador de observar os sistemas dentro da unidade habitacional. Não identificado no pré-teste, os questionamentos sobre contas de luz e água em consumo de KWh e m³, respectivamente, não foram obtidos pois as pessoas não lembravam ou não queriam pegar suas contas.

Figura 32-Visita aos condomínios para entrevistas.



Fonte: Autor, 2016.

Após as entrevistas, a definição dos atributos para análise foi feita com baseada em seis fatores de influência que possam gerar economia de energia (Giglio et al., 2015), são eles: (a) composição e características familiares; (b) fatores sociais e econômicos; (c) histórico de consumo de energia; (d) hábitos de consumo relacionados ao banho; (e) nível de satisfação e operação do sistema e; (f) consumo de energia. Analisando quais seriam esses fatores dentro da pesquisa elencamos na Tabela 2 os 24 atributos.

Tabela 2: Fatores de influência - Atributos.

<i>Fatores de Influência</i>	<i>Atributo</i>	<i>Categoria</i>	<i>Valor/unidade</i>
Hábitos de consumo relacionados ao banho	1	Nº de banhos antes das 10:00	Numérico
	2	Nº de banhos após as 10:00	Numérico
	3	Nº de banhos no período da tarde	Numérico
	4	Nº de banhos entre 18:00 Às 21:00 (pico)	Numérico
	5	Nº de banhos após as 21:00	Numérico
	6	Mudanças relacionadas ao banho	Binário
Nível de satisfação e operação do sistema	7	Nível de satisfação com o SAS	Ordinal Insatisfeito – 0 / Pouco satisfeito – 1 / Satisfeito -2 / Muito satisfeito - 3
	8	Está usando o sistema?	Binário Sim – 1 / Não - 0
	9	Dificuldade para mistura água	Binário Sim – 0 / Não - 1
Composição e características familiares	10	Nº de pessoas na unidade	Numérico
	11	Nº de crianças (até 12 anos)	Numérico
	12	Nº de adolescentes (de 13 a 18 anos)	Numérico
	13	Nº de idosos (60 anos)	Numérico
	14	Idade do proprietário	Numérico
	15	Presença do cônjuge	Binário Sim – 1 / Não - 0
Fatores sociais e econômicos	16	Grau de escolaridade	Ordinal Nunca estudou – 0 / ensino fundamental incompl. – 1 / ensino fundamental – 2 / ensino médio incompl. – 3 / ensino médio – 4 / educação superior incompl. – 5 / educação superior - 6
	17	Acesso ao veículo	Binário Sim – 1 / Não - 0
	18	Renda familiar	Numérico R\$
	19	A conta de energia elétrica é cara?	Binário Sim – 1 / Não - 0
Histórico de consumo de energia	20	Pagava a conta de energia na antiga moradia?	Binário Sim – 1 / Não - 0
	21	Possui chuveiro elétrico?	Binário Sim – 1 / Não – 0
	22	Valor da conta de energia na antiga moradia	Numérico R\$
Consumo de energia	23	Conta mensal de energia	Numérico R\$
	24	Economia na conta energia	Numérico R\$

Fonte: Adaptado de Giglio et al., 2015.

Baseado nos fatores de influência, encontrou-se o seguinte contexto para a análise dessa amostra da população:

A. Hábitos de consumo relacionados ao banho:

Esse fator é composto por seis atributos. O número de banhos no período da manhã (até às 10h), após as 10h, no período da tarde, no horário de pico (entre 18h e 21h), e número de banhos após as 21h, são os períodos do dia de maior demanda de água quente. Esses itens não estão considerando a duração do banho que os entrevistados declararam, pois, a variabilidade é muito grande e imprecisa. Porém, o período do dia em que tomam banho, mesmo sendo também uma informação declarada que contém imprecisão, demonstra a preferência pelos horários concentrados na parte da tarde e no horário de pico entre 18h e 21h. Em relação a mudança de hábitos de banho, a grande maioria dos entrevistados revela que não fizeram mudanças quando trocaram e moradia.

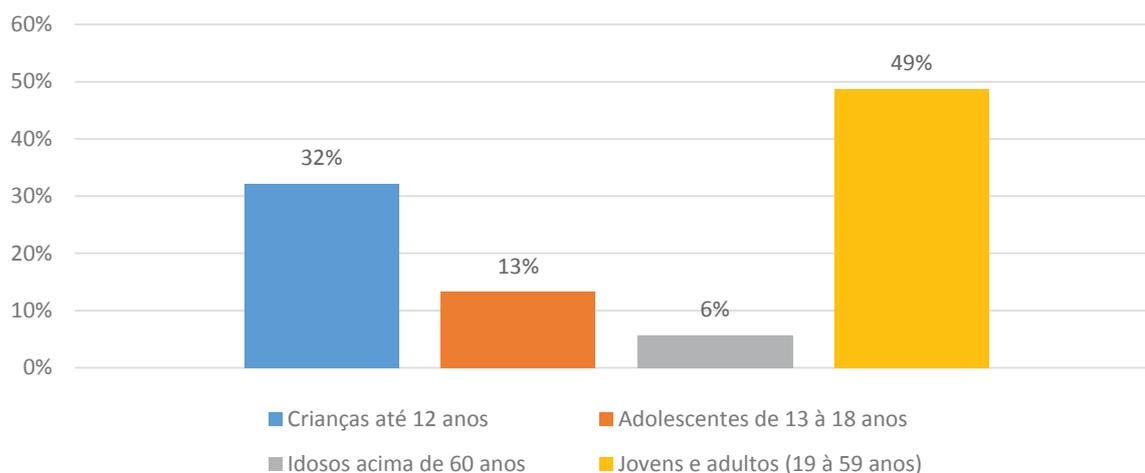
B. Nível de satisfação e operação do sistema:

Esse fator é composto por três atributos. Um sobre o nível de satisfação geral do entrevistado com o sistema, alcançando 81% nessa pesquisa. O segundo e o terceiro falam expressamente se o entrevistado utiliza o sistema e se tem dificuldade de fazer a mistura da água respectivamente, o que é observado que o uso é amplamente feito e não existem reclamações sobre a mistura. Mesmo com um nível de satisfação elevado, o chuveiro elétrico é muito utilizado mesmo com o sistema de aquecimento solar, principalmente no inverno, segundo os entrevistados devido à queda da temperatura e dias nublados, o que propicia uma queda no rendimento dos equipamentos instalados. Com isso, existe uma diminuição da economia gerada de energia elétrica nessa época do ano. Outra possível causa de queda de economia é o desconhecimento de 78% das pessoas sobre a necessidade de limpeza da placa coletora, e a não manutenção adequada do equipamento que isso causa.

C. Composição e características familiares:

Fator que contém seis atributos sendo eles o número de pessoas na unidade habitacional, número de crianças, adolescentes, e de idosos, a idade do proprietário, e presença de cônjuge. Dentro da pesquisa, a população envolvida compreende um grande número de crianças que corresponde a 32%, conforme Figura 33. Essas crianças na sua grande maioria influenciam na frequência dos banhos ao longo do dia, conforme verificado durante as entrevistas. No entanto a temperatura e duração dos banhos é controlada pelo seu familiar responsável pela criança. Os idosos relatam uma dificuldade em usar o sistema por questões de assimilar a tecnologia e baixo nível de escolaridade.

Figura 33 - Perfil da população analisada.

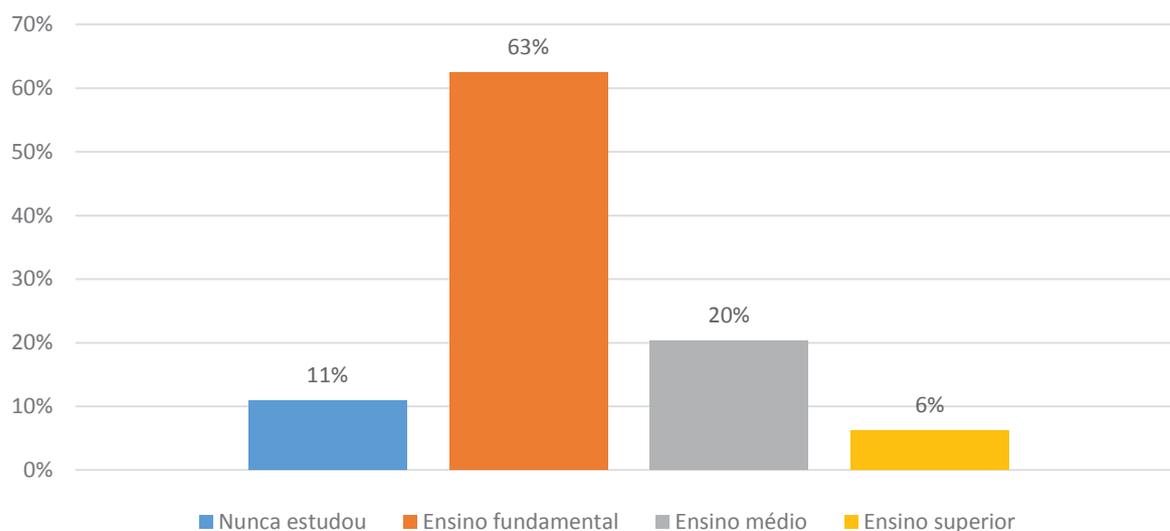


Fonte: Autor, 2016.

D. Fatores sociais e econômicos:

Esse fato é composto de quatro atributos sendo eles o nível de escolaridade, posse de veículo, renda familiar, e se considera cara a conta de energia. O nível de escolaridade representa forte ligação com o domínio do sistema, como observado por Giglio et al. (2015), entretanto nessa pesquisa verificou-se que mesmo tendo uma diferença de escolaridade de uma família para outra, conforme figura 34, isso não influenciou. Com predominância de nível escolar de ensino fundamental completo, com 64% da população analisada, demonstra ao nivelamento de conhecimento o que pode explicar a não existência de dificuldade no uso do sistema. Com destaque para o percentual de 6% de nível escolar de ensino superior, o que não é visto frequentemente no contexto de estudos semelhantes, conforme Giglio et al (2015). Em relação a posse de automóvel, esse dado mostra que menos da metade da população tem acesso, 44%, porém algumas unidades são compostas por até dois automóveis. Isso corrobora para que a renda média da população seja de R\$ 1.265,00 (hum mil duzentos e sessenta e cinco reais), cerca de 1 a 2 salários mínimos, dentro da faixa de cobertura do programa Minha Casa Minha Vida 2.

Figura 34 – Perfil de escolaridade da população analisada.



Fonte: Autor, 2016.

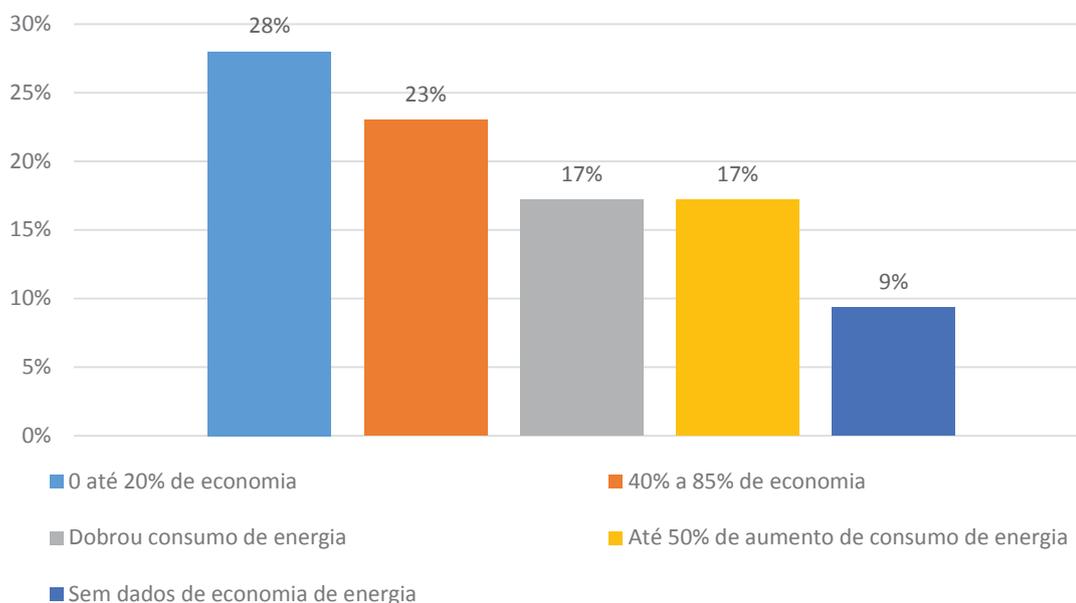
Nesse fator optou-se por não usar o atributo de tarifa social pois durante a pesquisa foi identificado que o benefício não era distribuído de maneira geral, ou os moradores não estavam conseguindo acesso a ele devido a documentações burocráticas, enquanto outros conseguiam mesmo tendo renda maior.

E. Histórico e consumo de energia:

São dois fatores que contemplam três atributos que permitem obter o consumo de energia na antiga moradia e outros dois que fornecem dados de consumo atual. Dois atributos são binários: se o entrevistado pagava ou não a conta de energia na antiga moradia e se possuía chuveiro elétrico. O terceiro é o valor pago na conta de energia da antiga moradia. Esse dado é de extrema importância para demais etapas para avaliar o potencial de economia de energia. Esses atributos tiveram a totalidade de entrevistas confirmando o pagamento de energia na antiga moradia e que possuíam chuveiro elétrico, tendo como valor pago médio de R\$ 83,41 (oitenta e três reais e quarenta e um centavos), porém com grande variabilidade, aonde famílias gastavam R\$ 200,00 (duzentos reais) e outras R\$ 30,00 (trinta reais) e isso pode ser explicado devido a composição das famílias. Além disso, a população está dividida com relação à economia de energia, pois 51% da população tem algum tipo de economia (somando a população que consegue economizar até 20% e os que economizam de 40 até 85%), e a outra parte da população não conseguiu economizar e até aumentou seu consumo de energia em dobro, conforme figura 35. Isso pode ser explicado tanto pela variabilidade do consumo

conforme a composição das famílias, como pela adoção pelo uso do sistema de aquecimento solar e descomprometimento com a economia.

Figura 35 –Perfil de consumo/economia de energia da população analisada.



Fonte: Autor, 2016.

Essa parte da pesquisa mostra a extrema variabilidade e diversidade da população, o que nos leva a necessidade de obtenção de subgrupos homogêneos para continuação do estudo. Além disso foram observadas questões fora do questionário que influenciam na pesquisa, principalmente a interação moradores/sistema pois uma parte não conseguia utilizar o sistema corretamente fazendo muitas perguntas durante as entrevistas, e também a sujeira visível nos coletores solares, provocando questionamento de sua eficiência por parte do pesquisador.

4.2.3 Análise do questionário através de análise de agrupamento

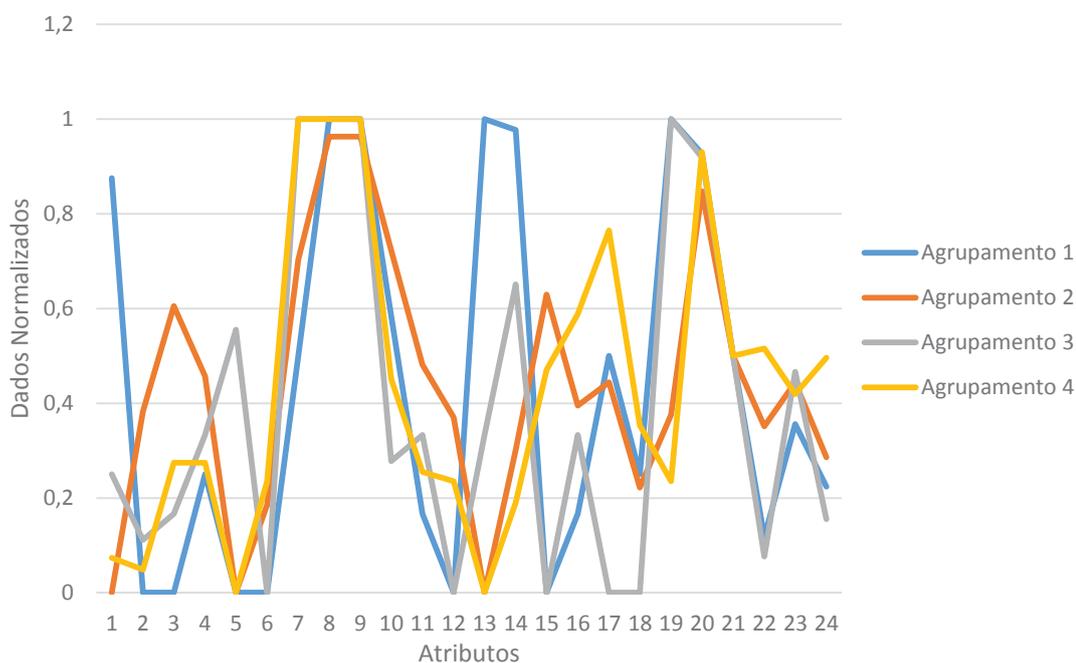
Para esse estudo foram realizadas simulações com diferentes números de K (agrupamentos). Através da estruturação de um diagrama de perfil para cada número de agrupamento analisado observou-se que com um número de K=4 os dados se organizaram em quatro grupos representativos com os dados. Não houve necessidade de retirada de dados atípicos através da distância de *Mahalanobis*, o que mostra a homogeneidade da população do local de estudo.

O diagrama de perfil com os quatro agrupamentos (clusters) obtidos neste estudo, representados como Agrupamento 1, Agrupamento 2, Agrupamento 3 e Agrupamento 4. Nesse

diagrama estão contidos os 24 atributos que foram analisados e médias padronizadas para cada um dos 4 agrupamentos, respectivamente, conforme Figura 36.

Observa-se que os entrevistados mantêm suas respostas aos atributos do questionário num padrão que pode ser dividido em grupos, fazendo com que as respostas não se coincidam fora desses grupos.

Figura 36 - Diagrama perfil das 64 unidades habitacionais do estudo.



Fonte: Autor, 2016.

A seguir, estão descritas as características encontradas de cada subgrupo.

O agrupamento 1 é composto por famílias que demonstram preferências por banhos antes das 10h e entre 18h e 21h no horário de pico. Caracterizadas pela presença de 3 a 4 pessoas e idosos proprietários das unidades, com crianças até 12 anos, sem presença de cônjuge. Com grau de escolaridade baixo, entre quem nunca estudou e ensino fundamental, com renda familiar de 1 a 2 salários mínimos, por isso considerando conta de energia cara. O grupo contém 8 membros, sendo responsável pela representatividade de 12,5% da amostra.

O agrupamento 2 contém famílias que preferem banhos no período da tarde e entre 18h e 21h no horário de pico. Caracterizadas pela presença de 4 a 6 pessoas com crianças até 12 anos, com presença de cônjuge, e proprietário com média de idade de 30 anos. Com nível escolar baixo, com a maioria tendo ensino fundamental e renda familiar de 1 a 2 salários

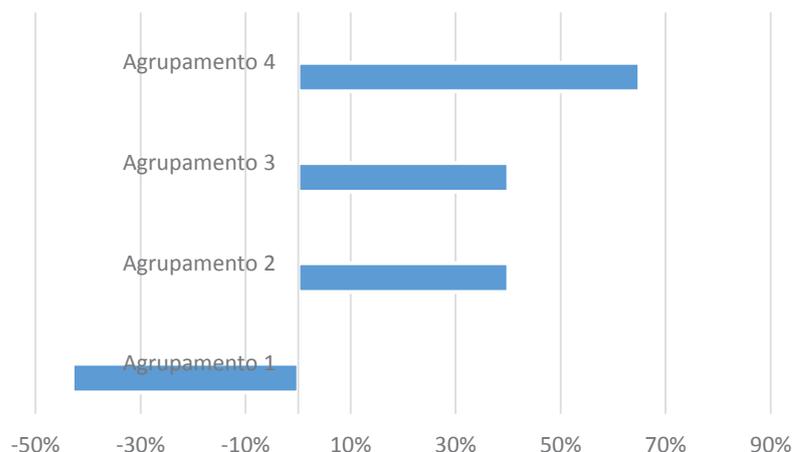
mínimos, considerando conta de energia cara. O grupo é composto por 27 membros, o maior dos agrupamentos, representando 42,18 % da amostra.

O agrupamento 3 é caracterizado por famílias que preferem tomar banho no horário de pico entre 18h e 21h e após as 21h. Caracterizadas pela presença de 2 a 3 pessoas com crianças até 12 anos e pouco idosos, sem presença de cônjuge, e proprietário com média de idade de 49 anos. Com nível escolar baixo, com a maioria tendo ensino fundamental e renda familiar de 0 a 1 salários mínimos, considerando conta de energia muito cara. O grupo contém 12 membros, representando 18,75 % da amostra.

E o agrupamento 4 é composto por famílias que preferem tomar banho no período da tarde e horário de pico, entre 18h e 21h. Caracterizadas pela presença de 2 a 3 pessoas com crianças até 12 anos e adolescentes entre 13 e 18 anos, com presença de cônjuge, e proprietário com média de idade de 31 anos. Com nível escolar médio para alto, com a maioria tendo ensino médio e alguns com ensino superior, a renda familiar aumenta para de 2 a 3 salários mínimos, não considerando conta de energia cara. O grupo contém 17 membros, representando 26,56% da amostra.

Dado indispensável na pesquisa, a economia de energia elétrica por parte dos agrupamentos foi dividida numa escala de (1) Sem economia, (2) Economia satisfatória, e (3) Grande economia. Os dados foram obtidos dos questionários aplicados aos moradores. Essa escala foi baseada em estudos da Companhia de Energia do Estado de Santa Catarina (CELESC) em conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e da ELETROBRÁS junto com a PUC Minas, que revelaram através de monitoramento e acompanhamento mensal das contas de energia elétrica de habitações de interesse social e concluíram que a economia atingiu valores entre 30 e 50% (FANTINELLI,2006). Desse modo, a escala 1 são os resultados que deram menor que 30% de economia, a escala 2 os que atingiram a economia de 30% a 50%, e a escala 3 as habitações que superaram os 50% de economia, conforme ilustra o gráfico da figura 37.

Figura 37 - Escala de economia de energia dos agrupamentos.



Fonte: Autor, 2016.

No agrupamento 1 encontrou-se uma realidade de não economia, portanto escala 1 devido a um aumento de consumo de energia em comparação com a antiga moradia de 33 a 43%. O agrupamento 2 e 3 apresentaram-se com comportamento semelhantes com economia satisfatória escala 2 de 40%, sendo que o 2 é o maior agrupamento representando boa parte da população. No caso do agrupamento 4 encontrou-se um grupo dividido em nas três escalas, sem economia de 0 a 20%, com economia satisfatória de 40% e grade economia de 85%, o que faz pensar que sobre o perfil dos moradores na influência de consumo.

Com a definição dos agrupamentos, pode-se ressaltar que alguns atributos obtiveram totalidade na resposta, aonde toda a amostra indica a satisfação com o sistema SAS e seu uso sem dificuldades. Além disso, todos já pagavam e pagam suas contas de energia, sem tarifa social, e possuíam chuveiro elétrico na antiga moradia.

4.2.4 Definição da representatividade dos subgrupos

Com a aplicação do questionário encontrou-se 4 subgrupos homogêneos. Dentro deles foi realizada uma nova análise estatística para buscar a representatividade para a etapa de análise técnica. Através da amostragem estratificada proporcional encontrou-se as seguintes representatividades:

- Agrupamento 1 (Estrato 1) = 8 membros → 4 representativos
- Agrupamento 2 (Estrato 2) = 27 membros → 14 representativos
- Agrupamento 3 (Estrato 3) = 12 membros → 6 representativos
- Agrupamento 4 (Estrato 4) = 17 membros → 9 representativos

Quadro 11: Unidades habitacionais selecionadas para análise técnica.

AGRUPAMENTO	UNIDADES HABITACIONAIS
1	CH02/C06; CH02/C13; CH04/C10; CH04/C22;
2	CH01/C02; CH01/C05; CH01/C11; CH01/C19; CH02/C07; CH02/C20; CH03/C11; CH03/C17; CH04/C01; CH04/C16; CH05/C02; CH05/C03; CH05/C09; CH05/C11;
3	CH03/C07; CH03/C18; CH04/C09; CH04/C13; CH05/C18; CH05/C23;
4	CH01/C21; CH01/C24; CH02/C17; CH02/C18; CH02/C10; CH03/C20; CH03/C22; CH05/C12; CH05/C13 ;

Fonte: Autor, 2016.

Os membros da amostra são as unidades habitacionais de cada agrupamento em que serão executadas a análise técnica para que o resultado seja mais preciso e represente a população total. A amostra de cada agrupamento é retirada de forma aleatória até que sejam selecionadas o número correto de unidades, conforme listagem do Quadro 11.

4.2.5 Análise técnica

Com as 33 unidades habitacionais após análise estatística, a análise técnica dos sistemas de aquecimento solar inicia através da verificação in loco do sistema de captação (coletores solares) e logo após o sistema de distribuição (chuveiro). Inicialmente foi constatado que os coletores solares ficam apenas num lado do telhado da residência geminada. Esse local é o mais favorável para manter a inclinação e orientação dos coletores, conforme Figura 38, sendo inclinação de $30^\circ - 10^\circ$ do telhado da unidade e 20° do suporte de fixação - , e orientação variando de 60° a 64° , direção oeste de desvio do Norte Geográfico.

Figura 38 - Posicionamento dos coletores.



Fonte: Autor, 2016.

Confrontando o Termo de Referência da Caixa citado no trabalho, os coletores solares utilizados cumprem as especificações requeridas, como categoria banho A do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), com produção média maior que 150 KWh/mês, com Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para região sul do país; vidros com 3,0 mm de espessura nominal, resistente a temperatura de estagnação e pressão de trabalho. Além disso, os suportes de fixação do equipamento e as distâncias horizontais e verticais estão de acordo, com 10 cm e 22 cm, respectivamente. Devido ao inverno intenso do Rio Grande Sul, para essa região o termo e normas exigem a existência do sistema anticongelamento dos coletores solares, o que também foi encontrado.

Para os reservatórios térmicos a maioria das especificações do Termo de Referência foram cumpridas como a capacidade de 200L em reservatório único; resistente a intempéries e condições de operação em exposição externa; localização junto do coletor sobre o telhado; e sem provocar sombreamento para o coletor solar. Entretanto uma das especificações não foi cumprida que é a ausência de resistência elétrica como aquecimento auxiliar, pois com ela instalada ocorre um aumento de consumo de energia elétrica para atingir a temperatura desejada pelo usuário e consequentemente não sendo de interesse para habitações sociais. Todas essas e outras especificações dos coletores solares e os reservatórios térmicos analisados estão descritas no Quadro 12.

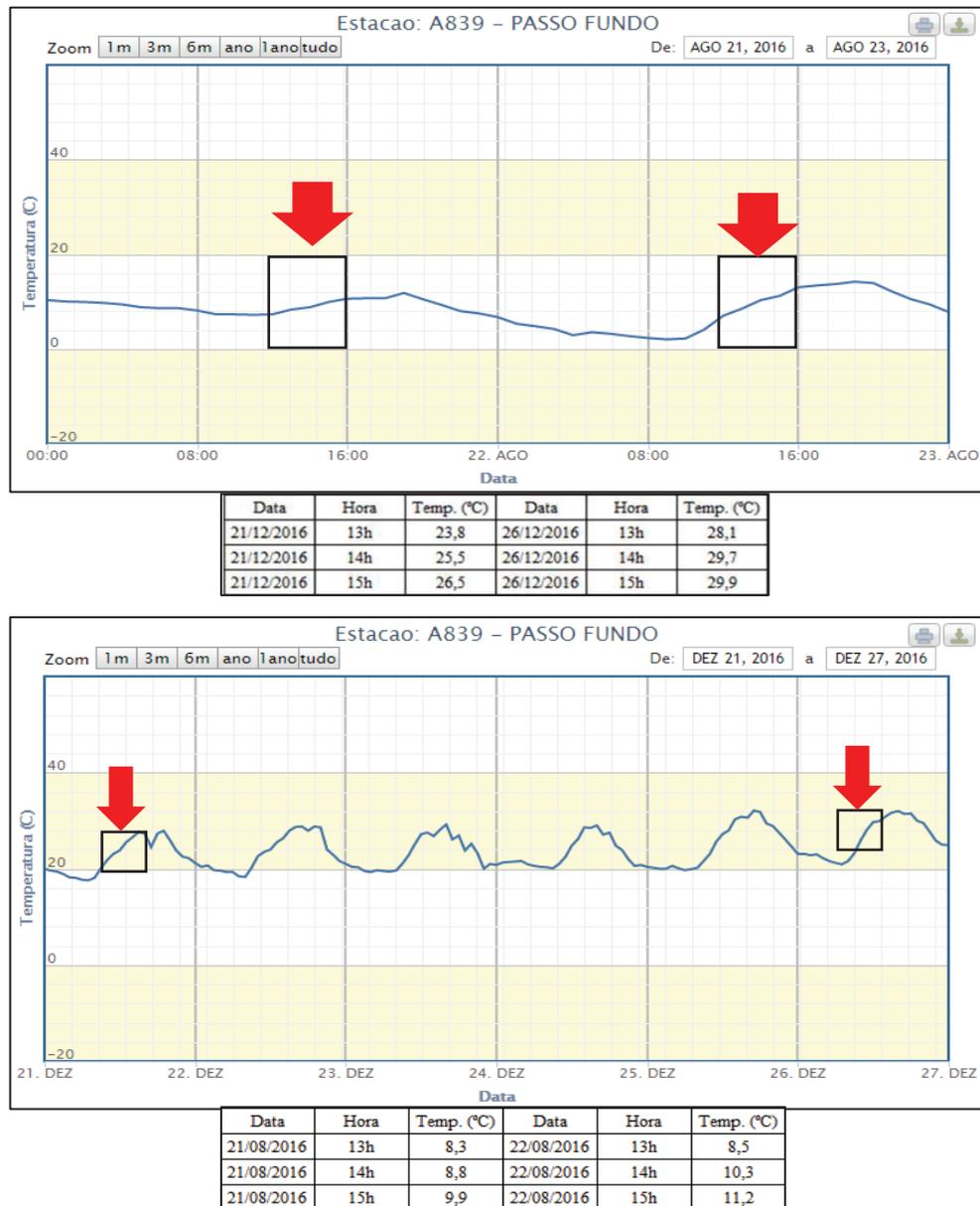
Quadro 12: Especificações dos coletores solares e reservatórios térmicos.

COLETOR SOLAR	RESERVATÓRIO TÉRMICO
Marca: TRANSSEN	Marca: TRANSSEN
Modelo: Ônix V2.0	Dimensões: 1330 mm; 630 mm; 530 mm;
Largura: 1000 mm	Baixa Pressão
Comprimento: 2000 mm	Peso: 21 Kg
Tubulação: Material absorvedor - Polipropileno	Resistência elétrica
Diâmetro de entrada/saída: 32 mm	Potência: 2000 W
Peso vazio: 29 kg	Tensão: 220 V
Peso vazio: 36 kg	Disjuntor: 15 A
Pressão de trabalho: 0,5 Kgf/m ²	Bitolas das tubulações 1" – 25 mm ¾" – 20 mm
Classificação INMETRO – aplicação banho – A	
Eficiência: 59,72%	
Produção mensal de energia : 166,86 KWh/mês	
Vazão banho: 1,2 L/min /m ²	

Fonte: Autor, 2016.

No sistema de distribuição a análise técnica começa pela divisão de duas condições: inverno e verão. Para o inverno os ensaios foram realizados durante uma semana no mês de agosto de 2016, este considerado um dos mais frios e com pouca insolação na cidade na série histórica, conforme Embrapa (2016). Nessa semana foi procurado manter as mesmas condições climáticas durante todos os dias dos ensaios, fixando o horário e temperatura na cidade, como mostra Figura 39, retirada de uma base de dados secundária da estação meteorológica do INMET na cidade, Estação Passo Fundo-A839, código OMM: 86963, registro: 23 UTC. O mesmo procedimento foi realizado para condições de verão com ensaios realizados no mês de dezembro de 2016.

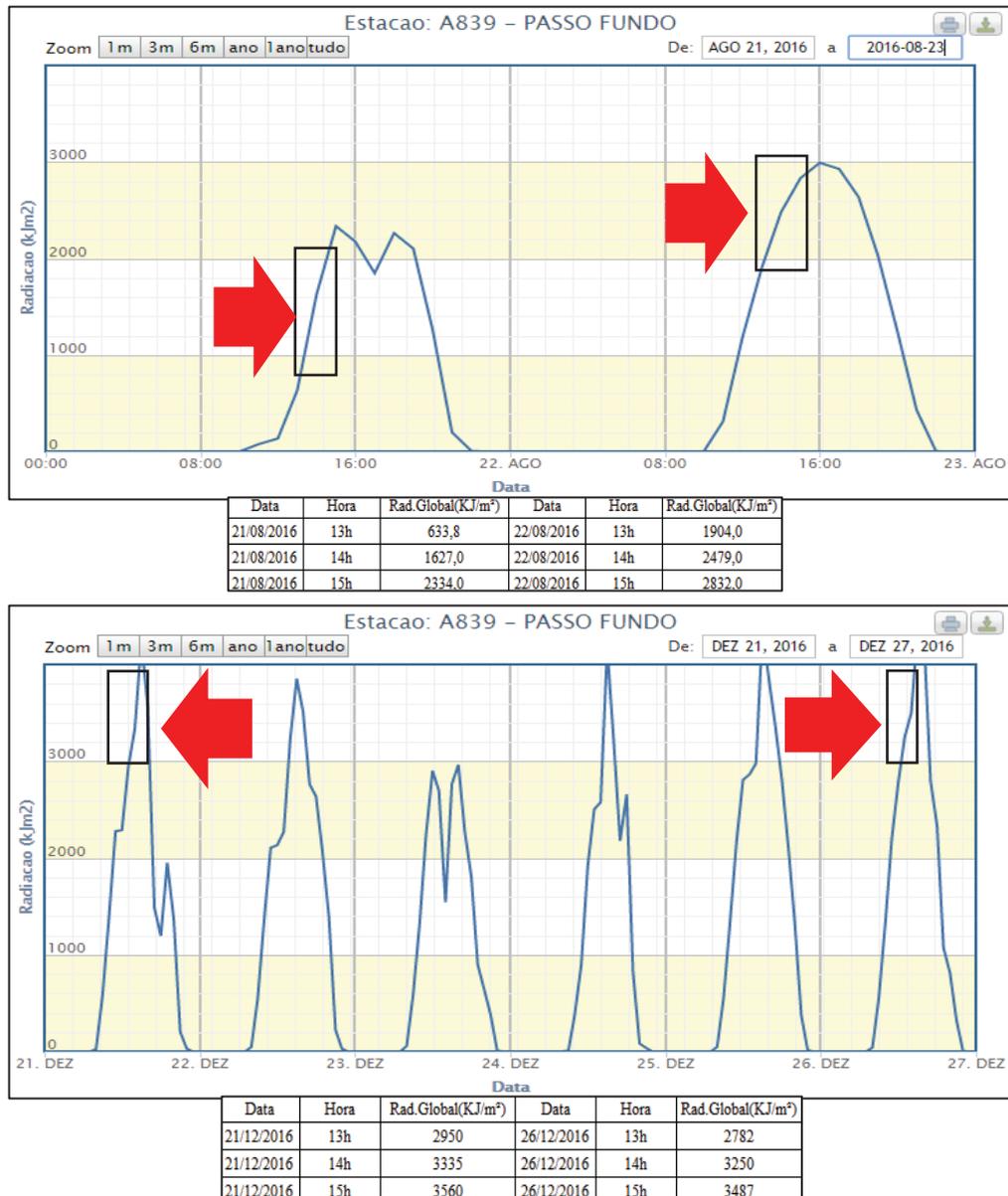
Figura 39 – Temperatura na condição de inverno e verão.



Fonte: Adaptado INMET, 2016.

Os dados de temperatura inicial da água são verificados logo ao ligar o chuveiro com água do reservatório e o de temperatura final após ensaio de vazão, conforme metodologia mencionada no trabalho. Para obtenção da radiação global incidente nos coletores foi utilizado a mesma base de dados secundária da estação meteorológica do INMET, conforme Figura 40.

Figura 40 - Radiação global na condição inverno.



Fonte: Adaptado INMET, 2016.

Durante a avaliação técnica (Figura 41) observou-se algumas diferenças nos banheiros. A maioria das 33 unidades não tinha mais o chuveiro elétrico fornecido pela construtora, colocando alguns chuveiros com vazões maiores, conforme mostra figura 42. Mesmo com essa diferença de vazões os resultados não se alteraram significativamente. Nos ensaios de inverno, para atingir uma temperatura de banho satisfatória foi necessário o uso do chuveiro elétrico, o que não ocorreu durante o verão, tendo outra necessidade, a de aumentar o consumo de água fria para misturar e diminuir a elevada temperatura da água.

Figura 41 -Medidor de vazão no ensaio.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 42 - Diferença dos chuveiros.



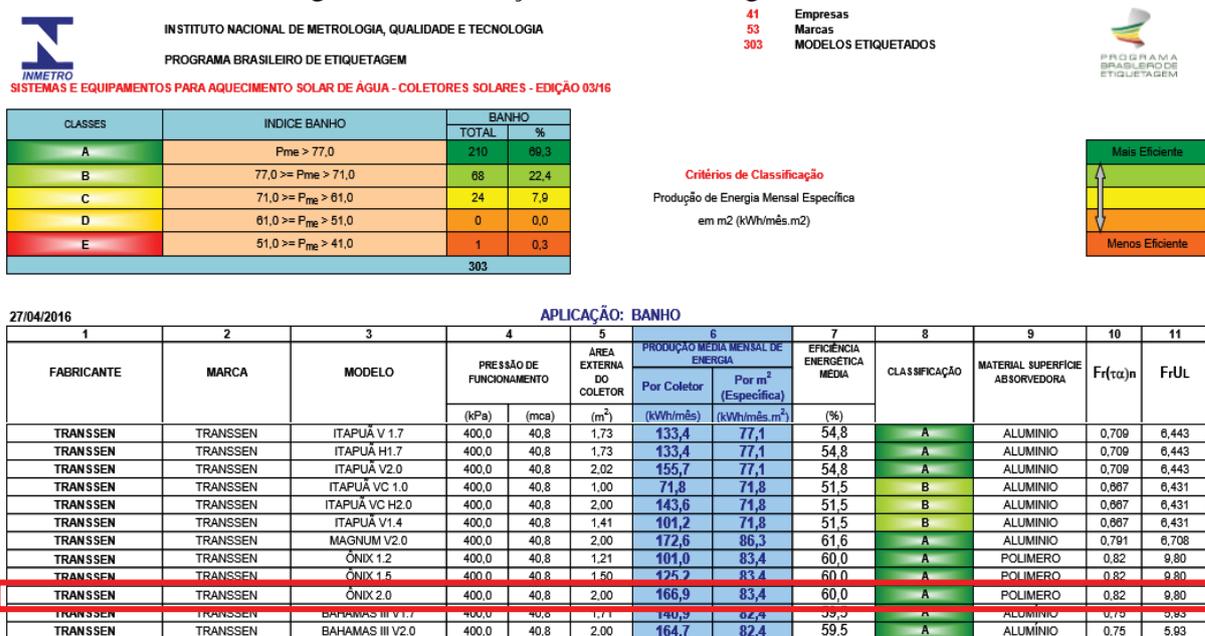
Fonte: Autor, 2016.

Como o intervalo entre as análises técnicas de inverno e verão foram de mais ou menos 4 meses, ocorreu uma certa dificuldade com alguns novos moradores, pois apesar de por lei não ser possível vender as unidades habitacionais de interesse social, algumas foram vendidas nesse período, com alguma diferença em família e consumo, que podem ser considerados como um percentual baixo no contexto da pesquisa. Assim, os resultados completos das análises estão descritos nas condições de inverno e verão no Apêndice B e C.

4.3 Resultados da etapa 3

O cálculo de poupança de energia visa quantificar a energia potencialmente economizada no estudo nas condições de inverno e verão. Esse procedimento foi realizado pelos cálculos da produção de energia térmica para coletor fechado (PETF), da equivalência da energia elétrica (EEE) e potência elétrica instalada, e os resultados apresentados no Quadro 9 a seguir. Esse cálculo leva em conta a produção térmica dos coletores no local de estudo utilizando dados reais e dados referentes ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e pelo Instituto Nacional de Medidas (INMETRO), conforme Figura 43 e dados medidos in loco e do software RETScreen, conforme Figura 43.

Figura 43 - Produção média de energia do coletor.



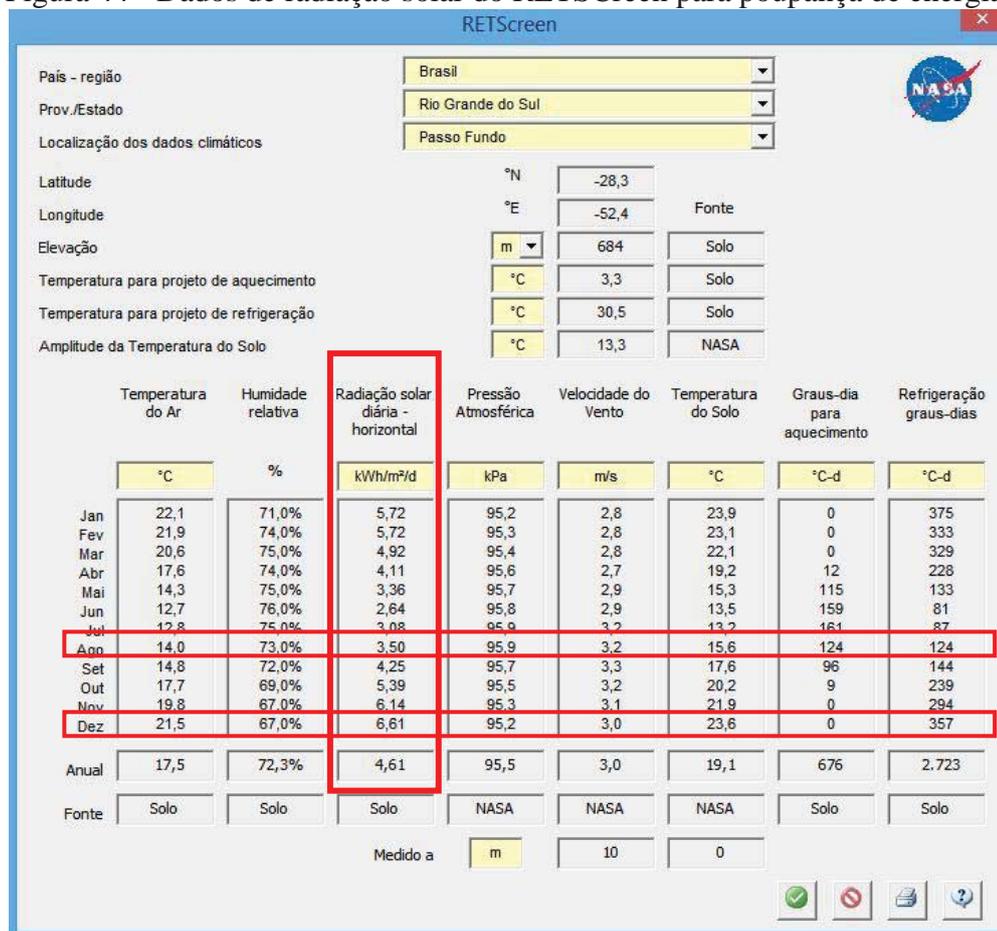
Fonte: Adaptado de INMETRO, 2016.

Quadro 13: Poupança de energia estimada no local de estudo.

POUPANÇA DE ENERGIA	CONDIÇÃO DE INVERNO	CONDIÇÃO DE VERÃO
Produção Energia Térmica Coletor Fechado (KWh)	1651,33	3486,6
Equivalência Energia Elétrica (GWh)	0,0018348	0,003874
Potência Energia Instalada (KW)	0,0004028	0,00085

Fonte: Autor, 2016.

Figura 44 - Dados de radiação solar do RETScreen para poupança de energia.



Fonte: RETScreen, 2016.

Quadro 14: Poupança de energia estimada com dados do RETScreen.

POUPANÇA DE ENERGIA	CONDIÇÃO DE INVERNO	CONDIÇÃO DE VERÃO
Produção Energia Térmica Coletor Fechado (KWh)	980,33	2500,6
Equivalência Energia Elétrica (GWh)	0,0008678	0,000174
Potência Energia Instalada (KW)	0,0004017	0,00065

Fonte: Autor, 2016.

Desse modo verificou-se que a produção de energia térmica do coletor solar na condição de inverno é menor que na condição de verão como esperado devido a menor radiação solar, conforme Quadro 13 e 14. Conseqüentemente a equivalência de energia elétrica e a potência instalada são menores. Assim o durante o verão a produção de energia através do coletor solar é maior e o morador necessitará utilizar menos a energia elétrica da rede para aquecimento da água (chuveiro), apenas em dias nublados e chuvosos. No inverno ocorre o contrário, causando mais consumo de energia elétrica para aquecimento da água.

Pode-se dizer que a energia economizada durante o uso de aquecimento solar de água no verão é igual ou até maior que a energia utilizada para compensar a falta de radiação solar no inverno para aquecer a água nas habitações. Esse dado pode ser alterado para mais ou para menos dependendo dos perfis dos moradores que utilizam o sistema. Perfis mais consumistas tem potencialmente maior gasto de energia mesmo em condições de verão.

Figura 45 - Modelo Energético RETScreen para aquecimento solar do local de estudo.

Modelo Energético RETScreen - Projeto do Sistema de Aquecimento				
Projeto do Sistema de Aquecimento				
Tecnologia	Aquecedor solar de água			
Características da carga	<input type="radio"/> Piscina <input checked="" type="radio"/> Água quente			
Aplicação				
	Unidade	Caso de referência	Caso proposto	
Tipo de carga		Casa		
Número de unidades	Ocupante	5		
Taxa de ocupação	%	100%		
Uso diário de água quente - estimado	L/d	300		
Uso diário de água quente	L/d	400		
Temperatura	°C	30		
Dias de operação por semana	d	7		
<input type="checkbox"/> Percentual de utilização do mês				
Método de avaliação da temperatura de alimentação		Fórmula		
Temperatura da água - mínima	°C	15,8		
Temperatura da água - máxima	°C	19,1		
	Unidade	Caso de referência	Caso proposto	Economia de energia
Demanda de calor	MWh	2,1	0,0	100%
Avaliação de recursos				
Sistema de posicionamento solar		Fixo		
Inclinação	°	30,0		
Azimet	°	63,0		

Fonte: NATURAL RESOURCES CANADA, 2012.

Comparando a metodologia da Poupança de Energia da ABRAVA com os resultados obtidos no software RETScreen para cada representante dos subgrupos (Figura 45) obteve-se a

mesma conclusão devido a economia de energia elétrica e, principalmente reforçando o que Giglio et al (2015) destacava que é a influência dos moradores na economia de energia.

4.4 Resultados da etapa 4

Com as análises realizadas sobre especificações e normas para o sistema de aquecimento solar, questionário e análise da população do local de estudo, e análise técnica do sistema, colocando em prática as teorias das análises anteriores. Assim é encontrado que de todos os elementos desse processo, a engrenagem que pode ter mais influência no mesmo por estar 24 horas inserida é a população que mora e utiliza o sistema.

Juntando todas as informações coletadas nas etapas anteriores observou-se que os moradores entendem o porquê de os coletores solares estarem instalados em suas unidades habitacionais, mas mesmo assim não utilizam corretamente. Grande parte para população em estudo tem pouca instrução e foi comprovado na etapa 2 que isso é um fator diretamente ligado ao uso incorreto ou não uso do sistema.

Além do questionário analisado, a análise técnica nos coletores identificou que as mesmas unidades habitacionais que estavam insatisfeitas com o sistema ou que dizia que o sistema não funcionava são as mesmas em que é visível a percepção de sujeira nos vidros dos coletores. Essa falta de limpeza impossibilita que a radiação solar entre no coletor para o aquecimento da água, principalmente no inverno, aonde é menor a radiação.

Do mesmo modo acontece com as unidades que limpam seus coletores solares. É perceptível que a limpeza dos coletores é feita por aqueles que dizem estar satisfeitos e que o sistema funciona muito bem. Mesmo assim, o inverno ainda impossibilita um aquecimento melhor para esses moradores, porém eles conseguem atingir uma temperatura ideal de banho mais facilmente.

Durante a análise técnica a principal medida encontrada para indicar a influência que os moradores exercem sobre o sistema é a falta de conhecimento necessário para o uso, que está como regra na lei do Programa Minha Casa Minha Vida 2 de responsabilidade da empresa e seu perfil de consumo diverso de água. O fornecimento de uma simples cartilha e uma conversa mais abrangente com os moradores sobre o funcionamento do sistema evitaria que eles liguem a água quente do reservatório térmico e do chuveiro elétrico juntos, causando um desperdício de energia elétrica. Esse e outros motivos leva a indicação de que a influência dos moradores e seus perfis de vida e de consumo diferentes claramente refletem na economia de energia que o sistema se propõem.

5 CONCLUSÕES

A realização da pesquisa contribuiu para ampliar o conhecimento sobre o local de estudo (condomínios de interesse social), sua localização e orientação em condições favoráveis de inverno e verão com temperatura e insolação adequadas para cada tipo, bem como da população que mora no local que se tornou a principal resposta da pesquisa.

Através do contato com a Prefeitura Municipal / Secretaria Municipal de Habitação observou-se que os projetos não continham o sistema de aquecimento solar de água na sua concepção devido a aprovação dos mesmos ter ocorrido antes da obrigatoriedade. Isso pode refletir em alguma falha na escolha do sistema e acarretar em baixo rendimento e economia de energia, que foi declarada por alguns moradores. Porém com a aplicação do estudo piloto da medição no verão executado juntamente com o questionário observou-se a instalação correta do coletor, com ângulo e orientação aplicados para melhor incidência solar. No dia da medição o dado de radiação solar, que foi retirado de acordo com a estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), mostrava radiação solar compatível com a condição favorável de verão na cidade de Passo Fundo, cerca de 3469KJ/m². Além disso, o estudo piloto mostrou que como não existe vegetação alta próximo as unidades, o sol incide sobre as placas constantemente. A vazão e volume do chuveiro mostram que a elevação de temperatura do sistema com temperatura da água chegando a 35°. Em alguns momentos, mesmo com a mistura da água a mesma fica com a temperatura muito elevada, impossibilitando o banho, conforme informação da moradora da unidade.

Os grupos encontrados estão de acordo com o contexto da pesquisa salientado que a escolha da técnica de agrupamento (clusters) foi bem-sucedida pois reuniu objetos com características semelhantes que permitem analisar a população inteira com poucas análises. Cabe ressaltar a baixa escolaridade e renda encontrada na maioria dos grupos, juntamente com o desconhecimento da necessidade de limpeza (manutenção) anual dos coletores, o que pode confirmar a influência dos moradores na economia de energia. Porém essa confirmação necessita de um estudo mais aprofundado de consumo de energia dos perfis de moradores devido o encontro de situações distintas de economia de energia dentro do mesmo agrupamento, conforme visto, principalmente no agrupamento 4, aonde as três escalas de economia foram percebidas.

Com dados mais precisos das condições climáticas da estação do INMET e ensaios padronizados foi possível observar nas análises técnicas que algumas recomendações e especificações do Termo de Referência da Caixa não foram seguidas, principalmente a

inexistência de resistência elétrica no reservatório. Isso causa um aumento de consumo de energia desnecessário para os moradores que já contam com chuveiro elétrico como apoio. Além disso, os dados dos ensaios de vazão e temperatura mostram que os moradores no período de inverno realmente não dispõem de muita radiação solar para aquecer a água a temperaturas de banho ideal e necessitam ligar o chuveiro elétrico. Esse fato não acontece no verão com já esperado devido a alta radiação solar presente, mas descobriu-se que a baixa escolaridade dos moradores novamente influencia no sistema quando alguns moradores nunca desligam o disjuntor do chuveiro elétrico e o ligam mesmo no verão. Esse procedimento além de aquecem ainda mais a água que já contém uma temperatura entre 40 ° 45° faz com que o morador abra o registro de água fria ainda mais para dissipar o calor excedente, causando um consumo de água maior. Esse dado mostra novamente que quem usa o sistema tem uma importância grande para o bom uso.

As duas metodologias usadas para calcular a poupança de energia elétrica que o sistema pode oferecer mostra que a capacidade instalada considerada anual é suficiente para os perfis dos moradores analisados, levando em consideração suas subdivisões homogêneas. Por outro lado, se a análise for feita com distinção de sazonalidade pelo inverno e verão a produção de energia térmica é insuficiente para atingir temperaturas de banho que os moradores consideram ideais. Isso mostra que a economia que o sistema fornece pode ser chamada de “economia virtual”, pois a energia elétrica não usada no verão devido ao aquecimento solar mante os reservatórios cheios para gerar mais energia para o período do inverno.

Por fim, o trabalho vem mostrar que o uso de sistemas de aquecimento solar em habitações de interesse social proporciona uma economia de energia para parte dos moradores que utilizam e sabem como usar, porém, deve ser tratado com mais preocupação quando não é levado em conta que os moradores que usarão o sistema são pessoas com vulnerabilidade social ou com baixa escolaridade. Esse fato fica evidenciado na diferença de consumo dentro do mesmo agrupamento 4, aonde contêm moradores com características muito semelhantes, comprovando a influência que os moradores exercem sobre o sistema, conforme Giglio et al. (2015) já constatava. Esses fatores aliados ao inverno do Rio Grande do Sul, aonde a radiação solar é mais fraca torna o sistema ruim e pouco econômico em determinadas épocas do ano. Essa influência, positiva na economia virtual de energia durante o verão, e negativa para os moradores durante o inverno, necessita de mais análises sobre os moradores, coloca o planejamento estratégico brasileiro de desenvolvimento sustentável em risco pela imprecisão exatamente o quanto esses sistemas contribuem para as metas brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, B. **Conforto térmico em habitações de interesse social**: Um estudo de caso. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2012.

Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA/ Dasol. **Energia Solar Térmica: Participação na matriz energética e contribuições socioeconômicas ao Brasil**. São Paulo, agosto de 2014a.

_____. **Os Aquecedores Solares de Água no Minha Casa Minha Vida: Benefícios econômicos, ambientais e sociais**. São Paulo, 2014b.

Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT. **NBR 15569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. Disponível em:
<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>. Acesso em 10/07/2015.

BARR, S.; GILG, A.W.; FORD, N. The household energy gap: examining the divide between habitual and purchase related conservation behaviours. **Energy Policy**, 33, 1425-1444, 2005.

BOSCOLI, M. A. B.; BARBOSA, M.J. **Usuários de Habitação de Interesse Social e adoção de Sistemas de Aquecimento Solar de Água**: estudo de caso em Londrina-PR. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Edificações e Saneamento), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

BOSCOLI, M. A. B.; BARBOSA, M.J. Usuários de Habitação de Interesse Social e adoção de Sistemas de Aquecimento Solar de Água: estudo de caso em Londrina-PR. In: ELECS 2011, 2011, Vitória - ES. **Anais do VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, 2011.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2008 a.

BRASIL. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Brasília, 2008 b.

BRASIL. Ministério das Cidades/ Secretária Nacional de Habitação. **Plano Nacional de Habitação -PlanHab**. Brasília, 2009 a.

BRASIL. Lei nº11.977, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nºs 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Presidência da República - Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos**, Brasília, 2009 b. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11977.htm>. Acessado em: 21/09/2015.

BRASIL. Lei nº12.424, de 16 de junho de 2011. Altera a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida – PMMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, a Lei nº 10.188, de 12 de fevereiro de 2001 e das outras providências. **Presidência da República - Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos**, Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112424.htm>. Acessado em: 20/09/2015.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Termo de referência-sistemas de aquecimento solar de água – SAS, 2011. Disponível em: <<http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/Requirements%20CIAXA%20September%202011.pdf>> . Acessado em: 20/09/2015.

CARDOSO, P. **Sistema nacional de habitação de interesse social à luz do novo marco legal urbanístico**: subsídios para implementação nos estados e municípios: lei federal nº 11.124/05 / [Patrícia Cardoso, Paulo Romeiro]. – São Paulo: Instituto Pólis, 2008.

CHANG, K; LIN, W; LEE, T; CHUNG, K; Subsidy programs on diffusion of solar water heaters: Taiwan's experience. **Energy Policy**, v.39, p. 563-567, 2011.

CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento Estratégico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

EMBRAPA. Clima de Passo Fundo Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/Clima_de_Passo_Fundo.pdf .Acessado em: 20/01/2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Estudos de demanda** – Nota Técnica DEA 16/12 – Avaliação da Eficiência Energética para os próximos 10 anos (2012 -2021). Rio de Janeiro: EPE, 2011.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balço Energético Nacional 2014**: Ano base 2013. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Plano Nacional de Energia 2050** - Cenário socioeconômico e demanda de energia. Rio de Janeiro, EPE, 2016.

FANTINELLI, J. **Análise da Evolução de Ações na Difusão do Aquecimento Solar de Água para Habitações Populares: Estudo de Caso em Contagem, MG**. Tese de doutoramento. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. 2006

FARIA, C. **Aquecimento solar – tecnologia**, 2006. Seminário Cidades Solares em Porto Alegre, Rio grande do Sul. Disponível em: <http://www.cidadessolares.org.br/hotsites/porto_alegre/index.html>. Acessado em: 05/09/2015.

FERRETO, Diego. **Passo Fundo. Estruturação urbana de uma cidade média gaúcha**. 176p. São Paulo, 2011.

GIGLIO, T; LAMBERTS, R.; BARBOSA, M. J.; URBANO, M. A procedure for analysing energy savings in multiple small solar water heaters installed in low-income housing in Brazil. **Energy Policy**, v. 72, p. 43-55, 2014.

GIGLIO, T; LAMBERTS, R.; BARBOSA, M. J.; URBANO, M. **Influência do usuário na economia de energia obtida por meio do uso de sistema de aquecimento solar de água em habitações de interesse social**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

HAIR, F.J.; BLACK, W. C.; BABIN, B.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data Mining Concepts and Techniques**. Elsevier Inc. San Francisco, 2006.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2015**. 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_dou_2015_20150915.pdf>. Acessado em: 25/03/2016.

ILHA, M. S. O.; RIBEIRO, M. F. Adoption of technology by the low-income population segment: The low-cost hot water heater case. **Habitat International**, v. 36, p. 185-191, 2012.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2016. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acessado em: 20/04/2016.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Tecnológica. **Programa brasileiro de etiquetagem**. 2015. Disponível em: http://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca_o_programa.php >. Acessado em: 10/09/2015.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Tecnológica. **Programa brasileiro de etiquetagem - Sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água - coletores solares -edição 03/16**. 2016. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/ColetoresSolares-banho.pdf>>. Acessado em: 10/05/2016.

KALIL, R.M.L.; GELPI, A.; VANZ, T.M.; OLIVEIRA, W.M.; PRIETTO, N. Habitação social e políticas públicas em cidade-pólo: Desafios de inovação e sustentabilidade. In: ENURB 2015, 2015, Passo Fundo – RS. **Anais do II Encontro Nacional de Tecnologia Urbana**, 2015.

KALIL, R.M.L.; GELPI, A.; SPELMAN, T.; OLIVEIRA, W.M.; Políticas públicas e habitação social: avaliando a inserção social e sustentabilidade urbana. In: SNCS 2013, 2013. Passo Fundo – RS. **Anais do 2º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis**, 2013.

KALOGIROU, S. The energy subsidisation policies of Cyprus and their effect on renewable energy systems economics. **Renewable Energy**, v.28, p. 17711 – 1728, 2003.

MALHOTRA, N.K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: BOOKMAN, 6ª ed, 2012.

MESQUITA, M. Sistema de aquecimento solar de água. **Revista Técnica**. v.177, 19 de dezembro de 2011. São Paulo.

MOURA, G.G.; FERREIRA, L. F. Plano nacional de habilitação: atual cenário do programa minha casa minha vida. **CaderNau – Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas**, Universidade Federal de Rio Grande, v.7, n.1, 2014, p. 65–80.

NATURAL RESOURCES CANADA. Retscreen 4, Microsoft Windows, 2012.

PASSOS, L. A. A. **Cenários de impactos da energia solar para aquecimento de água doméstico no contexto de usuários de chuveiros elétricos no Brasil**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PEREIRA, E.; DOLABELLA, D.; BATISTA, J.; MOTTA, M.; BENEVIDES, J. Brazilian Experience in Solar Water Heating for Low Income Houses – “My House My Life” Program. In. **International Solar Energy Society – ISES Solar Congress**, 2011. Kassel, Germany.

PEREIRA, R; **Economia de energia na perspectiva do plano nacional de energia 2030: o papel do aquecimento solar.** 2010. 231f. Dissertação de mestrado. Centro de desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

POLINDER, H; AA, V.D. **Total energy use in residential buildings – the role of occupant behavior.** Project IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems - Annex 53. Cauberg-Huygen Consulting Engineers, Rotterdam, 2011.

PORTAL BRASIL. Minha Casa Minha Vida beneficia famílias de Passo Fundo (RS). Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/10/minha-casa-minha-vida-beneficia-familias-de-passo-fundo-rs> . Acessado :22/03/2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. Características físicas – Dados gerais. 2016. Disponível em: <http://www.pmpf.rs.gov.br/secao.php?t=11&p=325> . Acessado em: 25/03/2016.

SAGE. **Sobre o Retscreen.** 2015. Disponível em: <http://www.gruposage.net/public/index.php/treinamentos/sobre-o-retscreen> . Acessado em: 13/10/2015.

SIMIONI, C. A.. **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis.** 2006. 314 f. Tese (Doutorado em Meio ambiente e Desenvolvimento) – Programa de doutorado em meio ambiente e desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUZA, A. **Introdução ao aquecimento solar**, 2010. Disponível em: http://renove.org.br/publicacoes/Aurelio%20Souza-USINAZUL_Introducao_aquecimento_solar.pdf. Acessado em 05/09/2015.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática.** 2005. 120f. Monografia. (Aperfeiçoamento / Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

WUNDER, L. R. **Avaliação durante operação dos sistemas hidráulicos prediais e urbanos de conjuntos habitacionais de interesse social no município de Passo Fundo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) -Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

APÊNDICE A – Questionário utilizado no Estudo.

COND N°

CASA N°



**QUESTIONÁRIO : Medição e Verificação de Desempenho
Energético de SAS em HIS**



1. Hábitos de Consumo de Água Quente pelo SAS

1.1 Em que horário do dia o/a senhor/a e sua família tomam banho na sua casa? Qual a duração do banho?

membro	1	2	3	4	5	6	7	8
rotina dia da semana								
rotina final de semana								
rotina no inverno								
duração do banho (aprox.)								

1.2 Na sua moradia anterior. Como a água quente para o banho era aquecida?

() Chuveiro Elétrico () Gás () Não era aquecida () Outro _____

1.3 O/A senhor/a e a sua família mudaram algum hábito de banho nesta nova moradia?

() Não () Sim, tomamos banhos () Sim, tomamos banhos prolongados Outro _____

2. Nível de Satisfação e Condições de Operação e Manutenção do SAS pelo usuário

(Nível de Satisfação) Escala: 1- insatisfeito 2- pouco satisfeito 3- satisfeito 4- muito satisfeito

2.1 Qual seu nível de satisfação com o aquecedor solar de água? () 1 () 2 () 3 () 4

2.2 Qual o nível de satisfação da sua família com o aquecedor solar de água (de maneira geral)?

() 1 () 2 () 3 () 4

2.3 O/A senhor/a tem dificuldades para usar o aquecedor solar? () sim () não

2.4 Sua família tem dificuldades para usar o aquecedor solar? () sim () não

2.5 O/A senhor/a sabe que a chave do chuveiro deve estar posicionada no centro quando tiver água quente no reservatório térmico? () sim () não Verificar a chave do chuveiro: () ligado () desligado

2.6 Neste momento, verificar (com a chave posicionada no frio) se o sistema tem água quente: () sim () não

2.7 Usuário sabe misturar a água? () sim () não

2.8 Caso não tenha água quente, procurar investigar junto ao usuário porque não tem: () reservatório insuficiente para o consumo diário de água quente; () dias chuvosos/ nublado/frio; () problema no coletor solar

Outro: _____

2.9 Quando foi a última vez que precisou usar o chuveiro elétrico porque não tinha água quente no reservatório solar? () hoje/ontem () semana passada () mês passado () faz tempo, não me lembro () nunca usou

2.10 O seu chuveiro "dá choque"? () sim () não () antes sim, mas já foi solucionado

2.11 O/A senhor/a trocou o chuveiro elétrico original? () sim () não

2.12 O/A senhor/a já chamou um técnico para fazer algum tipo de reparo no aquecedor solar? () sim () não

Caso positivo, descrever o reparo: _____

2.13 O/A senhor sabe que a "placa" solar deve ser limpa anualmente? () sim () não

2.14 O/A senhor/a já limpou alguma vez a sua placa? () sim () não () não, mas pretendo limpar em breve

3. Hábitos de Conservação de Energia e Água do Banho, energia elétrica

Escala: 1- nunca 2- quase nunca 3- às vezes 4- sempre 5- não sabe

3.1 O/A senhor/a procura abrir o registro de água apenas no momento em que inicia o banho?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

3.2 Quando o/a senhor/a usa o aquecedor solar, procura tomar banhos rápidos para não gastar água?

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

COND Nº

CASA Nº

3.3 Quando o/a senhor/a utiliza o chuveiro elétrico, procura tomar banhos rápidos para não gastar energia elétrica?
 1 2 3 4 5

3.4 Logo após utilizar o chuveiro elétrico, a chave quente/morno já é retornada para o frio?
 1 2 3 4 5

4. Características Familiares

4.1 Posição do Entrevistado: Proprietário Cônjuge Outro _____ Trabalha Fora? Sim Não

4.2 Tempo de Moradia: _____ /entrega: _____

4.3 Número de Pessoas na Casa: _____

4.4 Possibilidade imediata de receber mais pessoas para morar na casa? Sim Não Descrever: _____

4.5 Idade e Grau de Escolaridade (GE) dos membros da família:

GE: 1 educação infantil /2-ensino fundamental (1º e 9º ano) /3-ensino médio (1º ao 3º ano)/4-ensino superior

membro	1 (entrevistado)	2	3	4	5	6	7	8
posição								
idade								
está na escola?								
grau de escolaridade								

5. Fatores Econômicos

5.1 Quais equipamentos elétricos a sua família possui?

	geladeira	fogão	coifa /exaustor	liquidificador	forno /micro	televisão	DVD	computador
Quantidade								
	ferro elétrico	aparelho de som	ventilador	máquina de lavar	centrifuga	secadora de roupa		
Quantidade								

5.2 Possui automóvel? sim não

5.3 Foram realizadas algumas benfeitorias na casa? sim não Descrever, se sim: _____

5.4 Quanto sua família recebe de salário por mês? 0 e 1sm 1 e 2sm 2 e 3sm _____

5.5 Poderia ver sua conta de energia elétrica?

NUC: _____

Valor da Fatura: _____

Consumo kWh/mês: _____

Histórico últimos três meses? _____

5.6 O/A senhor/a considera cara a sua conta de energia elétrica? sim não não sabe

5.7 Sua família se enquadra no sistema de tarifação social de energia elétrica? sim não não sabe

5.8 Quanto o/a senhor/a gastava com energia elétrica na sua antiga moradia?

Cerca de _____ unidade não conectada a rede tarifa social não pagava - ligação clandestina rede

5.9 Com a economia obtida (caso tenha) o que o/a senhor/a passou a consumir que não consumia antes?

novos eletrodomésticos mais alimentos roupas novas mais energia elétrica nada, manteve minhas constas em dia nada não sei

5.10 Poderia ver sua conta de água? Matrícula: _____

Valor: R\$ _____

Consumo em m³ _____

5.11 Qual o valor da prestação da casa em que mora? R\$ _____

APÊNDICE B – ANÁLISE TÉCNICA CONDIÇÕES DE INVERNO.

Agrup.	Unid. Hab.	Sist. Distrib. (chuveiro)				Sist. Captação (coletor solar)			
		Vol. (L)	Vazão (L/min)	Temp. inicial(°C)	Temp. final (°C)	Incli. (°)	Orient. (°)	Rad. global (KJ/m ²)	
1	CH02/C06	200	3,2	25	35	30	63	1627	
	CH02/C13	200	3,1	25,2	35,2	30	64	1627	
	CH04/C10	200	3,1	25,5	35,7	30	64	1904	
	CH04/C22	200	3,3	24,9	35	30	63	1904	
2	CH01/C02	400	3,3	24,9	35	30	60	633,8	
	CH01/C05	400	3,3	24,8	34,9	30	64	633,8	
	CH01/C11	400	3,1	25,4	35,2	30	63	633,8	
	CH01/C19	400	3,3	24,7	34,8	30	64	633,8	
	CH02/C07	400	3,2	25,1	35,1	30	60	1627	
	CH02/C20	400	3,3	24,8	34,6	30	63	1627	
	CH03/C11	400	3,2	25,2	35,1	30	61	2334	
	CH03/C18	400	3,1	25,4	35,9	30	63	2334	
	CH04/C01	400	3,2	25,1	35,2	30	63	1904	
	CH04/C16	400	3,3	24,7	34,4	30	63	1904	
	CH05/C02	400	3,2	25	35,3	30	63	2479	
	CH05/C03	400	3,3	24,8	34,6	30	60	2479	
	CH05/C09	400	3,1	25,3	35,9	30	60	2479	
	CH05/C11	400	3,1	25,4	35,9	30	61	2479	
	3	CH03/C07	350	3,1	25,1	35,9	30	63	2334
		CH03/C19	350	3,1	25	35,8	30	61	2334
CH04/C09		350	3,1	25,3	35,3	30	64	1904	
CH04/C13		350	3,1	25,2	35,5	30	61	1904	
CH05/C18		350	3,3	25,9	35,7	30	62	2832	
CH05/C23		350	3,1	25	36	30	64	2832	
4	CH01/C21	800	3,3	25	34,5	30	64	633,8	
	CH01/C24	800	3,3	25	35	30	60	633,8	
	CH02/C17	800	3,2	25,1	35	30	63	1627	
	CH02/C18	800	3,3	25	34,7	30	64	1627	
	CH02/C10	800	3,3	25,4	35,6	30	62	1627	
	CH03/C22	800	3,2	26	36	30	60	2334	
	CH03/C20	800	3,3	25,9	35,8	30	61	2334	
	CH05/C12	800	3,3	25,7	34,6	30	61	2832	
CH05/C13	800	3,3	25,9	34,9	30	60	2832		

Fonte: Autor, 2016.

APÊNDICE C - ANÁLISE TÉCNICA CONDIÇÕES DE VERÃO.

Agrup.	Unid. Hab.	Sist. Distrib. (chuveiro)				Sist. Captação (coletor solar)			
		Vol. (L)	Vazão (L/min)	Temp. inicial (°C)	Temp. final (°C)	Incli.(°)	Orient.(°)	Rad. global (KJ/m ²)	
1	CH02/C06	200	3,2	30	45	30	63	3335	
	CH02/C13	200	3,1	31	45,5	30	64	3335	
	CH04/C10	200	3,1	31,5	45,9	30	64	2782	
	CH04/C22	200	3,3	31	44,8	30	63	2782	
2	CH01/C02	400	3,3	31,3	44,4	30	60	2950	
	CH01/C05	400	3,3	31	44	30	64	2950	
	CH01/C11	400	3,1	31,2	46	30	63	2950	
	CH01/C19	400	3,3	31,1	44,8	30	64	2950	
	CH02/C07	400	3,2	30	45,1	30	60	3335	
	CH02/C20	400	3,3	30	43,9	30	63	3335	
	CH03/C11	400	3,2	31	45,8	30	61	3560	
	CH03/C18	400	3,1	31	46	30	63	3560	
	CH04/C01	400	3,2	31,6	45,9	30	63	2782	
	CH04/C16	400	3,3	31,3	45,3	30	63	2782	
	CH05/C02	400	3,2	30	43,7	30	63	3250	
	CH05/C03	400	3,3	31	45,3	30	60	3250	
	CH05/C09	400	3,1	30	45,8	30	60	3250	
	CH05/C11	400	3,1	30	45,6	30	61	3250	
	3	CH03/C07	350	3,1	30	47	30	63	3560
		CH03/C19	350	3,1	30,4	47,1	30	61	3560
CH04/C09		350	3,1	30,2	47,2	30	64	2782	
CH04/C13		350	3,1	30	47	30	61	2782	
CH05/C18		350	3,3	31	46,8	30	62	3487	
CH05/C23		350	3,1	31	47,3	30	64	3487	
4	CH01/C21	800	3,3	30	46,5	30	64	2950	
	CH01/C24	800	3,3	30	46,3	30	60	2950	
	CH02/C17	800	3,2	30,4	46	30	63	3335	
	CH02/C18	800	3,3	30,1	45,7	30	64	3335	
	CH02/C10	800	3,3	30,1	45,7	30	62	3335	
	CH03/C22	800	3,2	30	45,8	30	60	3560	
	CH03/C20	800	3,3	30	45,2	30	61	3560	
	CH05/C12	800	3,3	31	45	30	61	3487	
CH05/C13	800	3,3	31	45,3	30	60	3487		

Fonte: Autor, 2016.