

IZADORA CRISTINA CORRÊA SILVA

**IMPACTOS DA INCORPORAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE  
ÁGUA NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDOS DE CASO EM  
MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós Graduação em Engenharia Civil,  
para obtenção de título de *Magister  
Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2011

IZADORA CRISTINA CORRÊA SILVA

**IMPACTOS DA INCORPORAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE  
ÁGUA NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDOS DE CASO EM  
MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós Graduação em Engenharia Civil,  
para obtenção de título de *Magister  
Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2011.

---

Prof<sup>a</sup>. Letícia M. de Araújo Zambrano

---

Prof<sup>a</sup>. Rita de C. S. Sant'Anna Alvarenga

---

Prof. Túlio Márcio de Salles Tibúrcio  
(Coorientador)

---

Prof. Antônio C. Gonçalves Tibiriçá  
(Coorientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Aline Werneck Barbosa de Carvalho  
(Orientadora)

## **AGRADECIMENTOS**

Após 2 anos e aproximadamente 36.000Km de idas e vindas semanais entre Manhumirim - Viçosa, tenho muito a agradecer...

Agradeço primeiramente a Deus pela proteção concedida nas viagens, pela superação do cansaço, e pela perseverança que foi muito importante para que eu pudesse concluir este trabalho. Obrigada por ter me trazido em segurança para casa todos esses dias!

Aos meus pais, Jorge e Vilma, às vezes companheiros de viagem, que deixei preocupados e ansiosos com a minha chegada, agradeço pela dedicação de uma vida inteira e por estarem sempre comigo, em qualquer decisão.

Ao Juninho, namorado, noivo e marido, meu companheiro querido, sempre tolerante que além de me oferecer tranquilidade e compreensão para que este trabalho fosse concluído, me ajudou também nos trabalhos de campo e viagens. Obrigada pela sua doação, e por entender a ausência, a ansiedade: por estar sempre ao meu lado.

A minha orientadora Aline, sempre tão confiante no meu trabalho, pelo aprendizado, e pela leveza com que me auxiliou a cumprir essa etapa da vida!

A todos os professores que se abriram para doação do seu conhecimento, a fim de que pudesse me tornar uma profissional melhor. Em especial ao Túlio que me incentivou a encarar este desafio.

Aos amigos, dos quais foram às vezes subtraídos muito tempo de convívio. Aos amigos que me recebiam em Viçosa, pelos almoços e pela força quando diziam que tudo ia dar certo! Agradeço também as meninas da república e a Livia pela hospedagem carinhosa desse tempo, Fiote, foi ótimo viver essa etapa junto com você. Agradeço a tia Lúcia, ao Victor e aos amigos das caronas, pela companhia que fazia com que as horas passassem mais rápido!

A todos os familiares e amigos pelas orações e pela torcida durante esses dois anos.

## SUMÁRIO

<b>Sumário</b>	<b>iii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Siglas e Abreviaturas</b>	<b>viii</b>
<b>Resumo</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>1. O PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1. Introdução	1
1.2. Formulação do problema	2
1.3. Delimitação do objeto de estudo	3
1.4. Justificativa e relevância	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Geral	5
1.5.2. Específicos	5
1.6. Estrutura da dissertação	5
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
2.1. Considerações sobre o conceito de sustentabilidade	7
2.2. A habitação de interesse social e a sustentabilidade no Brasil	10
2.3. Sistema sustentável de economia de energia na habitação: o aquecimento solar de água	14
2.3.1. Aspectos sociais e econômicos	17
2.3.2. Aspectos culturais	18
2.4. A incorporação do sistema de aquecimento solar de água pelo Programa Lares Gerais da COHAB-MG.	19
2.5. O aquecedor utilizado pela COHAB-MG no Programa Lares – Habitação Popular	23
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>26</b>
3.1. Caracterização da pesquisa	26
3.2. Contexto da pesquisa, local de estudo e amostra	27
3.3. Caracterização dos estudos de caso	28
3.3.1. Piedade de Caratinga	28
3.3.2. Itatiaiuçu	31
3.3.3. Dores de Campos	33
3.4. Procedimento de coleta de dados	36
3.5. A pesquisa de campo	38
3.6. Análise de dados	39

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>40</b>
4.1. Caracterização socioeconômica da população residente	40
4.2. Adequação aos hábitos e costumes da população	45
4.3. Economia financeira	54
4.4. Conscientização ambiental	58
4.5. Discussão dos resultados	61
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>65</b>
5.1. Resumo dos resultados e respostas as perguntas da pesquisa	65
5.2. Contribuição para investigação	67
5.3. Recomendações para próximos trabalhos	68
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>74</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista em perspectiva de uma instalação de termossifão	16
Figura 2 - Instalação de misturadores de água na casa da COHAB-Piedade de Caratinga, 2010.	19
Figura 3 - Apoio para boiler tipo base biapoiada – Nova Lima, 2010.	22
Figura 4 - Apoio para boiler tipo tripé, Nova Lima, 2010.	23
Figura 5 - Sistema de aquecimento instalado, Itatiaiuçu, 2010.	24
Figura 6 - Esquema de sistema de aquecimento com abastecimento direto da rede pública de água.	24
Figura 7 - Placa solar - Casas COHAB.	25
Figura 8 - Vista aérea Piedade de Caratinga, 2010.	29
Figura 9 - Inauguração do conjunto Bairro São José, Piedade de Caratinga, novembro de 2006.	30
Figura 10 - Bairro São José, Piedade de Caratinga, julho de 2010.	30
Figura 11 – Conjunto habitacional Piedade de Caratinga, julho de 2010.	31
Figura 12 - Vista aérea Itatiaiuçu, 2010.	31
Figura 13 - Inauguração do conjunto Higino Fonseca, Itatiaiuçu, novembro de 2006.	32
Figura 14 - Bairro Higino Fonseca, Itatiaiuçu, agosto de 2010.	33
Figura 15 - Conjunto Higino Fonseca, Itatiaiuçu, agosto de 2010.	33
Figura 16 - Conjunto Higino Fonseca, casa tipologia, Itatiaiuçu, agosto de 2010.	33
Figura 17 – Vista aérea de Dores de Campos, 2010.	34
Figura 18 – Inauguração do conjunto Antônio de Melo, Dores de Campos, junho de 2007.	35
Figura 19 - Conjunto Antônio de Melo, Dores de Campos, setembro de 2010.	35
Figura 20 - Conjunto Antônio de Melo, Dores de Campos, ao fundo indústria Marluvas. Setembro de 2010.	36
Figura 21 - Ocupação do chefe da família. Conjunto residencial Bairro São José, 2010.	44
Figura 22 - Ocupação do chefe da família. Conjunto residencial Higino Fonseca, 2010.	44
Figura 23 - Ocupação do chefe da família. Conjunto residencial Antônio de Melo, 2010.	45
Figura 24 – Tempo de utilização aquecedor solar nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.	51
Figura 25 - Finalidades do aquecedor solar nos conjuntos residenciais	52

avaliados, 2010.

Figura 26 – Conforto representado pela instalação do aquecedor solar nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010. 53

Figura 27 – Uso do aquecedor solar para outras finalidades nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010. 59

Figura 28 – Uso do aquecedor solar para redução dos impactos na natureza nos conjuntos habitacionais avaliados. 61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados demográficos das cidades estudadas.	28
Tabela 2 - Caracterização socioeconômica da população residente nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.	41
Tabela 3 - Número de habitantes por residência nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.	42
Tabela 4 – Vantagens na instalação do aquecedor solar segundo os moradores dos conjuntos residenciais avaliados, 2010.	46
Tabela 5- Aspectos considerados mais importantes em relação à instalação do aquecedor solar nos conjuntos avaliados, 2010.	48
Tabela 6 - Utilização do aquecedor solar nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.	49
Tabela 7- Tempo de utilização do aquecedor solar nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010.	50
Tabela 8 - Abordagem sobre aspectos culturais nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010.	54
Tabela 9 - Questões sobre economia financeira nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010.	55

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S/A

COHAB - MG - Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais

FEH - Fundo Estadual de Habitação

FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

kWh - Quilowatt-hora

Mcidas – Ministério das Cidades

MWh - Megawatt-hora

PBQPH - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PLHP - Programa Lares Habitação Popular

PSH – Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social

## RESUMO

SILVA, Izadora Cristina Corrêa. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011. **Impactos da incorporação do sistema de aquecimento solar de água na habitação de interesse social: estudos de caso em municípios de pequeno porte em Minas Gerais.** Orientadora: Aline Werneck Barbosa de Carvalho, Coorientadores: Túlio Márcio de Salles Tibúrcio e Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá.

Neste trabalho propõe-se uma investigação acerca da implantação do sistema de aquecimento solar de água na habitação de interesse social, sob o ponto de vista da sustentabilidade da tecnologia adotada. Entende-se a sustentabilidade num sentido amplo, que envolve entre outros, os aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais bem como os hábitos e costumes arraigados na população residente. Ainda há poucos exemplos de aplicação prática e pouca literatura sobre a implantação de tecnologias visando à economia de energia na habitação de interesse social, sobretudo sob o ponto de vista da sustentabilidade e da adaptação da população às novas tecnologias utilizadas. Para tanto, busca-se identificar os impactos gerados com a inserção de coletores solares na habitação de interesse social, produzida pela COHAB-MG (Companhia de Habitação de Minas Gerais) no Programa Lares - Habitação Popular, em cidades de pequeno porte demográfico em Minas Gerais, avaliando a adequação da incorporação dos coletores solares aos hábitos e costumes da população e possíveis mudanças de comportamento decorrentes da presença dessa nova tecnologia no espaço habitacional. Foram realizados três estudos de caso, nos conjuntos habitacionais de Piedade de Caratinga, Itatiaiuçu e Dolores de Campos. Efetuou-se em cada conjunto habitacional uma Avaliação Pós-Ocupação Comportamental para aferir a satisfação dos usuários com relação à instalação do aquecedor solar nas habitações. Como principais resultados encontrados têm-se: a satisfação dos usuários com a economia financeira gerada pelo aquecedor solar e com o conforto propiciado pelo aumento do tempo de uso do chuveiro, decorrente da despreocupação em relação ao consumo energético; a falta de manutenção periódica do sistema de aquecimento solar pelos moradores; a desvinculação entre o uso do aquecimento solar e a redução dos impactos ambientais. Conclui-se que, apesar dos impactos positivos relacionados com a sustentabilidade econômica e cultural, os moradores não relacionam a utilização da tecnologia solar com a sustentabilidade e, portanto, a incorporação dos coletores solares não é suficiente para criar uma consciência ambiental. Esses resultados mostram que a ação de incorporação do aquecedor solar na habitação de interesse social pela COHAB-MG representa importantes ganhos sociais, mas deve ser acompanhada de um trabalho de conscientização com a finalidade de ampliar os benefícios concedidos à população,

caracterizando-se assim como um importante passo na busca de uma habitação social equilibrada, em prol da sustentabilidade.

## ABSTRACT

SILVA, Izadora Cristina Corrêa, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011. **Impacts of incorporating solar heating of water in social housing: case studies in small towns in Minas Gerais.** Adviser: Aline Werneck Barbosa de Carvalho, Co-advisers: Túlio Márcio de Salles Tibúrcio and Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá.

In this paper we propose a research about the implementation of the system of solar water heating systems in social housing, from the point of view of sustainability of technology adopted. Sustainability is understood in a broad sense, involving among others, the economic, social, environmental and cultural as well as the habits and customs rooted in the resident population. Just a few examples of practical application and little literature on the deployment of technologies for energy savings in social housing, especially from the standpoint of sustainability and adaptation of the population to new technologies. To this end, we seek to identify the impacts generated by the insertion of solar collectors in social housing, produced by MG-COHAB (Housing Company of Minas Gerais) Homes Program - Housing in small towns in Minas demographic General, assessing the appropriateness of incorporating solar collectors to the habits and customs of the population and possible changes in behavior resulting from the presence of this new technology into living space. We conducted three case studies, the Homes of Mercy of Caratinga, Itatiaiuçu and Dores de Campos. It was conducted in each housing a Post-Occupancy Evaluation Behavior gauge user satisfaction with respect to the installation of solar water heaters in homes. As main results we have: user satisfaction with the financial savings generated by the solar heater and the comfort afforded by the increase of the length of the shower, due to carelessness in terms of energy consumption, lack of regular maintenance of the system solar heating by the residents, the discrepancy between the use of solar heating and reduced environmental impacts. We conclude that despite the positive impacts related to economic and cultural sustainability, residents do not relate to use of solar technology with sustainability and therefore the incorporation of solar collectors is not sufficient to create an environmental awareness. These results show that the act of incorporation of the solar heater in social housing by COHAB-MG represents important social gains, but must be accompanied by an awareness campaign in order to extend the benefits to the population, characterized as an important step towards a balanced social housing, for sustainability.

## 1. O PROBLEMA

---

### 1.1. Introdução

A preocupação com o desenvolvimento sustentável surge após um longo período em que o homem buscou o crescimento, principalmente econômico, a qualquer custo. Os problemas sociais, a degradação do meio ambiente e a escassez de recursos tornaram necessária a discussão de como deve ser encaminhada a questão do desenvolvimento das nações, tendo em vista a manutenção das espécies, inclusive da espécie humana, e o acesso global à qualidade de vida.

A sustentabilidade e sua aplicação prática tornaram-se temas recorrentes no cenário recente da construção civil no Brasil. Estão sendo introduzidas cada vez mais tecnologias sustentáveis nas habitações brasileiras. Segundo Fraidenraich (2010) a “tecnologia solar” tem uma presença bastante forte no país e o sistema de coletor solar é o mais utilizado nas residências.

O equipamento mais popular da tecnologia solar é o coletor solar plano que converte energia solar em energia térmica. O sistema fornece água quente a temperaturas variáveis entre 40°C e 60°C, atendendo basicamente demandas de uso residencial, em cozinhas e banheiros. Na maior parte dos casos, no Brasil, o sistema solar térmico é utilizado para substituir o chuveiro elétrico, aplicação que possui grande importância, já que em lugar do consumo inadequado de energia elétrica, emprega-se energia térmica gerada a uma temperatura bem próxima à temperatura de utilização (FRAIDENRAICH, 2010).

Segundo Rodrigues (2005), o Brasil tem um enorme potencial de aproveitamento da energia solar: praticamente todas as suas regiões recebem mais de 2.200 horas de insolação por ano, com um potencial equivalente a 15 trilhões de MWh, correspondentes a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade. Mesmo assim a infra-estrutura para aquecimento de água na maioria das residências brasileiras é baseada nos chuveiros elétricos, equipamentos de baixo custo inicial, mas de grande consumo de energia elétrica ao longo de sua vida útil, que geram importantes demandas de capital para o setor elétrico, além de altos custos ambientais e sociais. Os chuveiros elétricos e os aquecedores de acumulação consomem 8% de toda a eletricidade produzida no país e são responsáveis por 18% do pico de demanda do sistema elétrico.

O sistema de coletor solar vem sendo recentemente aplicado pela COHAB-MG em habitações de interesse social, pelo Programa Lares - Habitação Popular. Em busca da sustentabilidade econômica e ambiental, e em parceria com a CEMIG/ANEEL, a COHAB-MG introduziu a energia solar nas habitações, visando à

economia de energia nas moradias construídas. Segundo a instituição, até o ano de 2010, foram instalados aquecedores em 2.121 casas e está prevista a instalação do sistema termossolar em, no mínimo, 5 mil casas por ano ([www.cohab.mg.gov.br](http://www.cohab.mg.gov.br)).

A redução no consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, a economia para as famílias beneficiadas pelo Programa são os principais benefícios gerados pela instalação dos aquecedores, segundo a COHAB-MG. O uso do aquecimento solar reduz as despesas das famílias atendidas, pois é de 35%, em média, a queda do consumo mensal em kWh. Segundo a instituição, as famílias podem aplicar o dinheiro da economia da substituição do chuveiro elétrico pela água quente do aquecedor nos banhos diários, em diversos outros itens do orçamento doméstico, principalmente, na alimentação, saúde e educação.

Entretanto, ainda há poucos exemplos de aplicação prática e pouca literatura sobre a implantação de tecnologias visando à economia de energia na habitação de interesse social, sobretudo sob o ponto de vista da sustentabilidade do sistema e da adaptação da população às novas tecnologias utilizadas.

Neste trabalho propõe-se uma investigação acerca da implantação do aquecedor solar de água na habitação de interesse social, sob o ponto de vista da sustentabilidade da tecnologia adotada. Entende-se a sustentabilidade num sentido amplo, que envolve os aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais, dependentes, portanto, das condições climáticas e geográficas do local onde se implantam os empreendimentos residenciais, bem como do nível econômico e dos hábitos e costumes arraigados na população residente. Nesse sentido, elegeu-se como objeto de estudo empírico três conjuntos residenciais construídos pela COHAB-MG em municípios de pequeno porte, entendidos, no âmbito deste trabalho, como aqueles cuja população não excede 10 mil habitantes e cuja população rural ainda é expressiva. Parte-se da hipótese que nestes municípios a população ainda incorpora hábitos que podem interferir na sua adaptação ao sistema de energia implantado nas moradias.

Assim, o objetivo deste estudo consiste em identificar os impactos gerados na população usuária com a inserção de sistemas de economia de energia (coletores solares) em conjuntos habitacionais construídos pela COHAB em Minas Gerais.

## **1.2. Formulação do Problema**

Muito se tem falado sobre sustentabilidade e construções sustentáveis. Porém, nota-se ainda que a sustentabilidade, no seu sentido pleno, está distante de uma efetiva aplicação no cotidiano da construção civil, e esse quadro se agrava quando se trata da habitação de interesse social.

A iniciativa da COHAB com a implantação do sistema sustentável de economia de energia elétrica pode ser caracterizada como pioneira no Estado de Minas Gerais. Entretanto, as vantagens e desvantagens dessa aplicação ainda não foram suficientemente estudadas.

No caso de cidades de pequeno porte demográfico<sup>1</sup>, onde a população ainda mantém hábitos rurais, acredita-se que, além dos aspectos tecnológicos, existem outras questões, de natureza social e cultural, que podem interferir na eficácia do sistema de economia de energia elétrica adotado.

Tem-se como pressuposto conceitual que a conscientização ambiental, assim como o nível educacional da população, também constituem fatores que podem interferir na utilização e na manutenção do sistema de coletor solar, e consequentemente, na sua eficácia.

Diante destes pressupostos, pergunta-se:

Quais são os impactos gerados na população residente em municípios de pequeno porte diante da incorporação de sistemas sustentáveis de economia de energia na habitação de interesse social?

O uso do sistema de coletor solar nas residências desperta a conscientização ambiental na população?

E ainda, a aplicação desse sistema de economia de energia é adequado aos hábitos e costumes da população residente em municípios de pequeno porte sob os aspectos culturais, econômicos e sociais?

### **1.3. Delimitação do objeto de estudo**

Desde 2007 a COHAB vem instalando coletores solares em casas populares, no estado de Minas Gerais. São experiências recentes, realizadas num número ainda reduzido de municípios, que incluem: Governador Valadares, Divinópolis (200 casas), Betim (680 aquecedores repassados à Prefeitura da cidade e 346 casas concluídas), Candeias (88 casas), Conquista (52 casas), Dolores de Campos (50 casas), Itatiaiuçu (77 casas), Piedade de Caratinga (60 casas), São João del-Rei (177 casas) e Pouso Alegre (164 casas), num total de 1551 casas com o sistema de aquecimento solar instalados até esta data.

---

<sup>1</sup> O conceito de município de pequeno porte demográfico não é consensual, de modo que não há um limite de população unanimemente aceito para classificar os municípios ou as cidades segundo o seu porte populacional. Assim sendo, nesta dissertação, admitir-se-á como pequeno município aquele com população igual ou inferior a 10.000 habitantes.

Estes municípios localizam-se em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais e possuem distintas características econômicas, sociais, geográficas e demográficas. Dentre eles, três possuem população inferior a 10 mil habitantes e ainda têm população rural significativa, podendo ser consideradas como de pequeno porte. Este foi o critério para a escolha das três cidades: Piedade de Caratinga, Dolores de Campos e Itatiaiuçu.

Propõe-se um estudo nos municípios citados para investigar sobre a adequação da inserção do coletor solar nas habitações populares produzidas pela COHAB em municípios de pequeno porte demográfico.

O estudo será desenvolvido com base em 4 aspectos da sustentabilidade, os aspectos sociais, econômicos, culturais e ecológicos.

#### **1.4. Justificativa e Relevância**

Na habitação de interesse social o entendimento da sustentabilidade deve ser ampliada, para que atinja de maneira global os cinco aspectos abordados por Sachs (1993): a sustentabilidade social, cultural, econômica, ecológica e espacial.

A sustentabilidade é um termo abrangente que ultrapassa a dimensão ecológica. Seu caráter interdisciplinar é utilizado em infinitas abordagens muitas vezes em conjunto com o termo desenvolvimento.

Normalmente as dimensões da sustentabilidade são mais entendidas como aquelas associadas a questões econômicas, sociais e ambientais. Mais recentemente, como menciona a Agenda 21 para a Construção Sustentável, esse número de dimensões foi ampliado e passou a incluir aspectos culturais (identidade com a cultura ou anseios culturais de uma população), políticos (participação da população-alvo nas decisões que lhe dizem respeito), entre outros (KUHN, 2010).

Portanto, iniciativas de inserção de tecnologias sustentáveis na arquitetura não constituem uma arquitetura sustentável e sim metas a serem buscadas, gradativamente. O que se pode almejar construir são construções mais sustentáveis, em cuja materialização se tenta introduzir tais dimensões (KUHN, 2010).

A construção mais sustentável respeita a cultura construtiva local, busca capacitar a mão-de-obra e investir em qualificação do corpo técnico. Dessa forma, estimula a confiança em soluções e tradições locais, que proporciona independência tecnológica de países desenvolvidos e impele a criação e aprimoramento de suas próprias tecnologias, estimulando a economia regional e consolidando a identidade cultural (SILVA, ARANTES, TIBÚRCIO, 2008).

De acordo com a COHAB, as novas construções do Programa Lares – Habitação Popular buscam a sustentabilidade. Cabe então investigar se elas se

enquadram em todos os aspectos abordados, com ênfase nos aspectos sociais, culturais, econômicos, ecológicos, dentro do conceito de sustentabilidade, procurando entender se a tecnologia usada é a mais apropriada aos hábitos da população das cidades de pequeno porte, que ainda mantém forte vínculo com a área rural.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo geral**

Identificar os impactos gerados pela inserção do aquecimento solar de água na habitação de interesse social, produzida pela COHAB – Programa Lares - Habitação Popular, em cidades de pequeno porte em Minas Gerais, com a finalidade de avaliar a adequação da incorporação dos coletores solares aos hábitos e costumes da população residente e possíveis mudanças de comportamentos decorrentes da presença dessa nova tecnologia no espaço habitacional.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Verificar se a utilização desse sistema de economia de energia despertou a conscientização ambiental na população residente nos conjuntos habitacionais;
2. Verificar se a utilização desse sistema de economia de energia gerou economia financeira relevante para os usuários residentes nos conjuntos habitacionais;
3. Verificar se a utilização desse sistema de economia de energia foi o mais adequado aos hábitos e costumes da população residente nos conjuntos habitacionais.

## **1.6. Estrutura da dissertação**

A dissertação foi estruturada em 5 capítulos contendo introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, resultados, análise de dados e conclusões.

O primeiro capítulo trata da problematização e dos objetivos da pesquisa, apresentando um cenário da inserção de tecnologias sustentáveis na habitação de interesse social.

No capítulo 2 traz a fundamentação teórica, abordando sustentabilidade, relacionando-a com a habitação de interesse social no Brasil, ainda, uma descrição

dos sistemas de aquecimento solares existentes, finalizando com o detalhamento do sistema de aquecimento incorporado pela COHAB-MG.

O capítulo 3 traz detalhadamente os procedimentos metodológicos utilizados, contextualizando os locais de estudo, caracterização dos municípios estudados, explorando dados demográficos, de localização, econômicos, buscando um contexto social para os resultados que serão apresentados e definindo as amostras.

O capítulo 4 apresenta os resultados dos estudos de casos realizados na pesquisa. Este capítulo é finalizado com uma discussão que relaciona aspectos levantados, gerando conclusões parciais e reflexões.

O capítulo 5 apresenta as conclusões da pesquisa. Seguem ainda as referências bibliográficas e, em anexo, encontra-se o questionário aplicado aos moradores dos municípios participantes, com uma cópia respondida.

Com esta estrutura foram delineados vários aspectos que se referem à incorporação do aquecedor solar de água na habitação de interesse social, no caso dos municípios de pequeno porte de Minas Gerais, elucidando o funcionamento do Programa Lares - Habitação Popular, da COHAB – MG.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

### 2.1. Considerações sobre o conceito de sustentabilidade

A economia dos recursos naturais tem sido bastante discutida hoje no Brasil e no mundo. Culminou com a crise do petróleo na década de 70 quando, com o grande aumento do preço do produto, houve a primeira preocupação em desenvolver sistemas mais eficientes energeticamente e diminuir os custos com o consumo de energia convencional, o que motivou órgãos e empresas a buscar sistemas de aproveitamento do clima e da natureza.

Após esse período, foi organizada uma série de conferências mundiais a fim de desenvolver medidas de contenção do uso dos recursos naturais, assim como a diminuição da taxa de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) lançado no meio ambiente, buscando um desenvolvimento mais equilibrado com o meio natural e um novo modelo social. Como afirma Adam (2001), a crise de energia não deve ser entendida como um fato isolado, mas como a crise de um modelo social, de um estilo de vida. Em 1987 alguns países aderiram ao Protocolo de Montreal, com o objetivo de estabelecer metas para congelar a produção de clorofluorcarbono (CFC) e determinar um calendário para diminuição de substâncias que degeneram a camada de ozônio. Já em 1988, realizou-se em Toronto, Canadá, uma conferência denominada *Changing Atmosphere*, que desencadeou uma série de eventos culminando na Eco 92, que foi realizada no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, onde se discutiu o conceito de desenvolvimento sustentável, lançando a Agenda 21.

O conceito de sustentabilidade com origem na década de 70 é abrangente e no âmbito da arquitetura pode estar ligado a conceitos como arquitetura bioclimática, arquitetura verde e edifícios inteligentes.

Na investigação do significado de sustentabilidade, destaca-se Sachs (1993) que trata a sustentabilidade de uma maneira abrangente, afirmando que somente é definida quando compreende as cinco dimensões a seguir:

Sustentabilidade social: “criação de um processo de desenvolvimento sustentável com melhor distribuição de renda e redução das diferenças sociais”. (p. 13) Isto é, a busca pela igualdade de classes.

Sustentabilidade econômica: “gerenciamento mais eficiente dos recursos e maiores investimentos tanto nos setores públicos como nos privados, além de procurar maior eficiência econômica em termos macrossociais e não apenas através do critério macroeconômico do empresário”. (p. 13)

Sustentabilidade ecológica: “utilização dos recursos naturais, quando possível, renováveis, com maior eficiência; redução da utilização de combustíveis fósseis;

redução do número de resíduos e poluição – promovendo a autolimitação do consumo; intensificação nas pesquisas para obtenção de meios mais eficientes e menos poluentes para o desenvolvimento do espaço urbano, rural e industrial; desenvolvimento de normas adequadas para proteção ambiental com elementos de apoio econômicos legais e administrativos necessários para seu cumprimento”. (p. 13)

Sustentabilidade espacial: “configuração urbana – rural mais equilibrada entre os assentamentos urbanos e atividades econômicas; redução da concentração excessiva nas metrópoles; exploração racional das florestas e da agricultura através de técnicas modernas e regenerativas; exploração da industrialização descentralizada; criação de uma rede de reservas naturais e da biosfera para proteção da biodiversidade”. (p. 13)

Sustentabilidade cultural: “manutenção das raízes em todos os processos de modernização, agricultura, indústria; preservando as características naturais e da biosfera”. (p. 13)

Como se pode observar, sustentabilidade é um termo abrangente que ultrapassa a dimensão ecológica. Seu caráter interdisciplinar é utilizado em infinitas abordagens, muitas vezes em conjunto com o termo desenvolvimento.

Segundo Meriño (2006), desenvolvimento sustentável seria aquele capaz de atender as necessidades atuais sem causar prejuízo aos direitos das futuras gerações. Adam (2001) define desenvolvimento sustentável como uma união entre o desenvolvimento tecnológico, social e o equilíbrio ambiental, que geram tecnologias limpas, sem agressões à biodiversidade e aos ecossistemas.

Em uma abordagem que destaca o aspecto cultural do conceito, Mülfarth (2003) defende que sustentabilidade é uma forma de promover a busca pela igualdade social e valorização dos aspectos culturais. A arquitetura sustentável seria aquela que leva em consideração as características do local e, ao mesmo tempo, é capaz de modificar as relações do homem com a natureza.

Quando se aborda sustentabilidade sob o ponto de vista ecológico, atinge-se o conceito de desenvolvimento mais conhecido e talvez mais abrangente do tema, que é o de desenvolver atendendo as necessidades da geração atual sem comprometer os direitos das gerações futuras de atenderem as próprias necessidades, como afirmam Meriño (2006), Alva (1997) e Corbela (2003). Segundo Mülfarth (2003), o a sustentabilidade ainda visa à distribuição equitativa da matéria-prima, garantindo a competitividade dos homens e das cidades.

Ainda dentro dessa abordagem ecológica do conceito de sustentabilidade prioriza-se o seu desempenho com base na economia de recursos naturais. Para Corcuera (1999), um dos objetivos da sustentabilidade é explorar as formas passivas de energia até a exaustão antes de partir para as soluções de energia ativa. Para

Corbela (2003), a sustentabilidade na arquitetura está ligada à Bioclimática, que considera as condições climáticas, utilizando os recursos disponíveis na natureza, e deve ser utilizada para gerar um mundo melhor para as futuras gerações.

A arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da arquitetura, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que objetiva criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando-se com as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as futuras gerações (CORBELA, 2003).

De acordo com Mascaró (1983), a soma das condições físicas que propiciam um melhor desempenho ao organismo com o menor gasto de energia e consequente sensação psicofísica de bem-estar é o que chama-se conforto ambiental. Sob essa abordagem, percebe-se que todos os conceitos são correlatos e se complementam.

Alva (1997) afirma que sustentabilidade é um conceito ecológico e político. Como ecológico, a sustentabilidade seria a capacidade que tem um ecossistema de atender às necessidades das populações que nele vivem, e como político, ela limita o crescimento em função da adoção de recursos naturais, da tecnologia aplicada no uso desses recursos e do nível efetivo de bem-estar da coletividade.

Em relação à abordagem econômica de desenvolvimento sustentável, Mülfarth (2003) afirma que se deve buscar maior eficiência econômica juntamente com o menor impacto ambiental, garantindo competitividade do homem e das cidades, porém para se alcançar isto é necessário maiores investimentos e melhores gerenciamentos deste, como afirma Sachs (1993).

Todas as tentativas de formular o conceito de sustentabilidade mostram a abrangência e complexidade do tema e a possibilidade de caminhos a serem seguidos. É importante ressaltar que essa disseminação da expressão abriu uma porta para a discussão do tema perante a construção civil.

A preocupação da arquitetura com a sustentabilidade está no fato das construções serem um dos principais elementos consumidores de energia e recursos naturais. Além disso, a arquitetura sustentável considera o edifício como um ciclo de vida da edificação, que compreende o projeto, a construção, utilização, reutilização e reciclagem (MÜLFARTH, 2003).

É da forma como arquitetos e engenheiros se inter-relacionam com esses temas que se dá a contribuição da arquitetura na sustentabilidade. Os profissionais da área devem ter preocupação ambiental desde o início da elaboração do projeto, como afirma Lanham, Gama e Braz (2004):

(...) a construção passa por três medidas essenciais: em primeiro lugar, melhoria de eficiência energética dos projetos, em segundo lugar, o uso da energia renovável, não poluente e gratuita e finalmente, em terceiro lugar, a utilização de materiais locais, preferencialmente materiais de fontes renováveis ou com possibilidade de reutilização e que minimizem o impacto ambiental. A construção sustentável pode ainda adotar outras medidas como sistemas de tratamento de resíduos orgânicos, sistemas de reaproveitamento de água entre outros. (p. 8 e 9)

Para Moura (2006) citado por Oliveira (2006), uma arquitetura sustentável seria a feita de projetos simples, implantados corretamente, com espaços flexíveis e capazes de propiciar futuras mudanças de programas. E contaria com uma construção otimizada, com materiais de bom desempenho ecológico – ou seja, pouca energia incorporada na fabricação e matéria-prima reciclável ou reciclada. Ainda com adoção de sistemas que reduzam o consumo de água e, na medida do possível, substituição das fontes fósseis de energia pelas renováveis.

Esse seria o ponto de partida para soluções que possam auxiliar na redução dos impactos causado por edifícios ao meio ambiente, garantindo uma arquitetura mais sustentável, como afirma Marte (1995) citado por Piazzarollo (2007):

Será adequado e inteligente aquele que conseguir integrar-se bem ao entorno urbano, tirando o máximo de proveito da concepção estética e de suas instalações, em favor do conforto ambiental dos usuários e do uso ecologicamente corretos dos recursos naturais - como energia, água, vegetação, ventilação, insolação e sombreamento (...). Portanto, o futuro reserva aos edifícios buscarem a otimização no consumo energético, minimização de investimentos em saneamento, redução das perdas ambientais dos espaços urbanos, enfim, melhorarem o desempenho da cidade como um todo. (p. 02)

Um projeto de habitação de interesse social que incorpore a noção de sustentabilidade deve ser pensado de maneira global, já que não deve excluir critérios como o aspecto cultural, sendo uma forma de promover a busca pela igualdade social, provendo os direitos à moradia explicitados na Política Nacional de Habitação, aprovada em 2004. Também não pode ser pensado de maneira isolada das questões econômicas e principalmente da problemática social. Portanto, deve compreender as cinco dimensões do conceito de sustentabilidade definido por Sachs (1993).

Nesta pesquisa adota-se para as avaliações o conceito de sustentabilidade sob os aspectos sociais, econômicos, ecológicos e culturais. O aspecto espacial já está subentendido na definição do objeto de estudo, que aborda os pequenos municípios de Minas Gerais.

## **2.2. A habitação de interesse social e a sustentabilidade no Brasil**

A questão da habitação de interesse social no Brasil tem se apresentado de diferentes formas ao longo do tempo. Desde o final do século XIX, com os cortiços, até os dias atuais, com as favelas e invasões, as soluções propostas também têm sido as mais variadas, como as vilas operárias, conjuntos habitacionais e as urbanizações de favelas.

O problema habitacional é considerado um dos grandes desafios do poder público nos países em desenvolvimento, na área social. Na área tecnológica, têm sido empreendidos esforços no desenvolvimento de novos materiais construtivos que reduzam o custo da habitação para as populações de baixa renda. Segundo Moraes (2009), cerca de 55% do custo da moradia, excluindo o custo com a terra, é proveniente de gastos com materiais de construção.

A construção habitacional tem um papel fundamental na questão do desenvolvimento sustentável, considerando não somente o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, como também econômica e social. Pelo seu tamanho, a indústria da construção tem, além do seu impacto ambiental, um grande papel no crescimento econômico e também na geração de empregos e renda. Em relação à questão ambiental, a construção civil pode inclusive ter um saldo positivo, sendo uma indústria com grande capacidade de absorver resíduos produzidos por outros setores industriais (NÓBILE, 2003).

Segundo Marcelo, Vizioli e Angineli (2009), não é possível discutir a habitação sustentável sem referenciar a Conferência Mundial sobre Assentamentos Humanos (Habitat II - 1996) ocorrida em Istambul, na Turquia. Naquela ocasião, os governos se comprometeram a melhorar as condições de vida dos assentamentos humanos. O Habitat II teve como princípio colocar os seres humanos no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável, incluindo moradia adequada para todos e assentamentos humanos, para que sejam mais sustentáveis, que têm o direito a uma vida saudável, produtiva, e em harmonia com a natureza.

De acordo com o mesmo autor, os elementos principais das várias abordagens nacionais sobre a construção sustentável são: a redução do uso das fontes de energia e do esgotamento dos recursos minerais, a conservação das áreas naturais e da biodiversidade, e a manutenção da qualidade do ambiente de construção e do gerenciamento de ambientes interiores saudáveis.

A cadeia produtiva da construção envolve diferentes níveis de impactos, desde a fase da concepção do projeto, onde as soluções são avaliadas, planejadas e as decisões são tomadas considerando os objetivos do projeto, a adequação às condicionantes locais, o impacto da implantação e a disponibilidade de recursos materiais e financeiros, passando pela fase da obra propriamente dita, que envolve o impacto urbano e ambiental da implantação da obra (no local e em relação ao

entorno), o consumo de matéria prima, de recursos naturais, água, energia e geração de resíduos, até a fase do uso da edificação. Nesta última etapa é comprovada a eficácia das soluções adotadas no projeto, isto é, quanto à racionalização no consumo de água e energia, quanto à acessibilidade, à facilidade de manutenção e flexibilidade dos espaços (MARCELO, VIZIOLI E ANGINELI, 2009).

Segundo Moraes (2009), diversos estudos mostram que, sob o aspecto tecnológico, pode-se dispor de várias alternativas para reduzir o custo da construção e contribuir para a sustentabilidade sem, contudo, diminuir as condições de habitabilidade. Percebe-se que a busca de novos materiais e processos só seria válida se acompanhada de uma política de incentivo e difusão de tecnologias inovadoras.

De acordo com Alva (1988), citado por Moraes (2009), apesar de sua potencialidade para introduzir mudanças tecnológicas, o setor público tem se mostrado passivo, deixando a inovação nas mãos da iniciativa privada, cujo maior interesse têm sido os ganhos de produtividade e lucro.

A atual Política Nacional de Habitação tem em seus princípios básicos o direito à moradia digna como vetor de inclusão social, garantindo padrão mínimo de habitabilidade, infra-estrutura, saneamento ambiental, mobilidade, transporte coletivo, equipamentos, serviços urbanos e sociais, e baseada na qualidade. Deve obedecer ainda à função social da propriedade urbana, garantindo a integração social, com gestão participativa e integração com políticas sócio-ambientais (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Segundo Rolnik (2009), a moradia adequada é um lugar a partir do qual o cidadão passa a ter satisfeitas as necessidades básicas e fundamentais de subsistência nas cidades, com dignidade. Isso significa, estar em um lugar que permita ter espaço público, lazer, escola, saúde, empregos e, também, que permita andar livremente e com segurança. Buscando conforto, e qualidade de vida.

Segundo Medeiros (2009), edificações residenciais, comerciais e públicas são responsáveis por aproximadamente 45% do consumo de energia elétrica no Brasil, advindo da iluminação artificial e da climatização de ambientes. Portanto, é importante buscar a sustentabilidade também no setor habitacional. Apostar na arquitetura bioclimática, escolhendo materiais e equipamentos que valorizem o uso inteligente da energia e optar por tecnologias construtivas que privilegiem a redução de gastos com eletricidade são medidas desejáveis.

É importante ressaltar que a economia de eletricidade conseguida com a arquitetura bioclimática pode chegar a 30% em edifícios já existentes, se eles passarem por readequação e modernização, e a 50% em prédios novos, que contemplem essas tecnologias desde o projeto (MEDEIROS, 2009).

As possibilidades de reduzir o consumo de energia nas edificações passam tanto pelas soluções simples, como o sombreamento das fachadas por árvores no entorno, para evitar o calor, como por outras de natureza técnica, que incluem estudos de insolação, materiais que não absorvam calor, vidros eficientes, iluminação e ventilação naturais, entre outras. Essas soluções utilizadas passam por decisões relativas ao menor custo de operação e ao aumento da vida útil do imóvel, que compensarão largamente o pequeno aumento do custo da construção sustentável (MEDEIROS, 2009).

A tecnologia apropriada para ser utilizada na habitação social sustentável é aquela que se adapta às condições específicas de um contexto natural, social e cultural determinado, ou seja, produto da interação homem versus meio ambiente versus sociedade, estando implícitas as possibilidades reais de apropriação e reprodução com a participação da população em um dado contexto (MORAES, 2009).

Como forma de garantir uma boa qualidade construtiva, e com isso buscar a sustentabilidade, o Ministério das Cidades inseriu no Plano Plurianual (PPA 2008-2011) o PBQPH - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, que é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Dessa forma, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O PBQP-H procura se articular com o setor privado a fim de que este potencialize a capacidade de resposta do programa na implementação do desenvolvimento sustentável do habitat urbano. Por isso, sua estrutura envolve entidades representativas do setor, compostas por duas coordenações nacionais, que desenham as diretrizes do Programa em conjunto com o Ministério das Cidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Dados como etapas de desenvolvimento, densidade das construções, taxas de permeabilidade e conservação das matérias primas e do solo devem ser considerados como indicadores para a implantação da habitação de interesse social que se queira sustentável. Além disso, a disposição urbana, o micro-clima e os sistemas de tráfego

são outros indicadores de sustentabilidade, na medida em que afetam o consumo de energia elétrica, os níveis de poluição e os tão importantes sistemas de infraestrutura (MEDEIROS, 2009).

### **2.3. O sistema de aquecimento solar de água**

A principal fonte para geração de energia elétrica no Brasil é a energia hidráulica. Apesar de não ocorrer emissão de poluentes para a atmosfera, as usinas hidroelétricas produzem um impacto ambiental ainda não adequadamente avaliado, devido ao alagamento de grandes áreas cultiváveis, juntamente ao impacto social decorrente do alagamento de vilas e assentamentos humanos e, não bastante, as reservas brasileiras para geração hidroelétrica tendem a se esgotar nas próximas décadas para suprir uma demanda crescente de energia elétrica (MARTINS, PEREIRA e ECHER, 2004).

Segundo Borges (2000), na visão de uma concessionária de energia elétrica, o chuveiro elétrico não representa um negócio interessante, já que o efeito de uso em massa deste equipamento tem incorrido em custos altos, por causar uma significativa contribuição para elevação da máxima potência instantânea consumida pela rede elétrica ao longo do dia. Como não é possível acumular energia elétrica nas residências, o parque hidrelétrico deve estar todo dimensionado em função da potência máxima. Ressalta-se ainda que as tarifas sobre a energia elétrica têm aumentado muito no Brasil, enfatizando que o investimento em fontes alternativas de economia de energia é vantajoso.

Nesse contexto encontra-se o sistema de aquecimento solar de água, dentre outras possibilidades, como a serpentina e o aquecimento de água através do gás natural.

A introdução dos coletores solares no mercado brasileiro teve início na década de 70, porém foi marcada por uma imagem negativa desta tecnologia, devido à utilização de processos inadequados de fabricação e conhecimento técnico insuficiente. Já na década de 80, surgiram as primeiras normas brasileiras, testes de produtos e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. A partir da década de 90, o mercado brasileiro foi crescendo e as indústrias de coletores se fortalecendo e se profissionalizando (VARELLA, 2004).

O crescimento do mercado brasileiro de aquecimento de água foi promovido a partir da divulgação dos benefícios da energia solar. Segundo Varella (2004), o financiamento pela Caixa Econômica Federal e, por fim, o racionamento e as incertezas no fornecimento de energia elétrica auxiliaram esse processo.

Segundo Martins, Pereira e Echer (2004), o Brasil, por ser um país localizado na sua maior parte na região intertropical, possui grande potencial de energia solar durante todo o ano. A utilização intensa da energia solar poderia trazer benefícios em longo prazo para o país viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde o custo da eletrificação pela rede convencional é alto com relação ao retorno financeiro do investimento, regulando a oferta de energia em situações de estiagem.

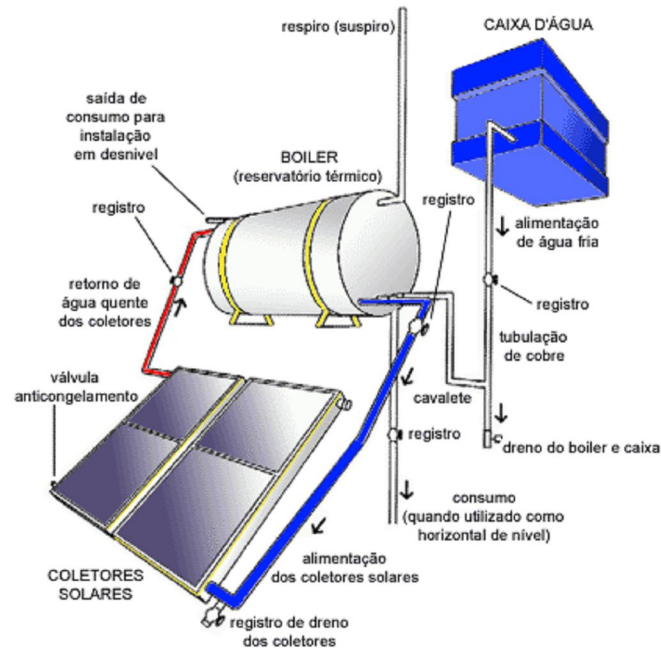
Por definição, os sistemas solares de aquecimento de água coletam energia da radiação solar e a transformam em calor, que é distribuído através do ar ou da água quente, até o local onde será utilizado ou armazenado para uso posterior (ROAF, FUENTS e THOMAS, 2009).

Segundo Rispoli (2008), um sistema solar de aquecimento se constitui basicamente da seguinte composição: um tanque isolado de volume fixo em função da demanda domiciliar e uma área coletora solar dimensionada para uma quantidade requerida de calor para aquecimento da água armazenada no tanque, e para posterior consumo, além de tubos e conexões apropriados para resistir a temperaturas entre 50° e 80°C graus, que levam a água aquecida até os pontos de consumo (Figura 1). Os materiais que compõem o reservatório térmico podem ser metálicos desde que isolados por uma camada de aproximadamente 3 cm, mais comumente composta por lã de vidro, rocha ou poliuretano expandido em várias densidades.

Segundo Fantinelli (2002), a placa que absorve a radiação solar, pode ser constituída por materiais com propriedades físicas específicas de condutividade térmica e absorvância, como o alumínio, o cobre etc. São compostas em sua maioria de cores escuras, mais próximas de negro, para absorver mais calor. Para reter a radiação, geralmente é acoplada ou envolvida por uma lâmina de vidro transparente, ou polímero.

Os sistemas de aquecimento solar de água podem ser separados em dois grandes grupos: termossifão e circulação forçada, sendo compostos por coletores solares (placas de absorção), reservatório térmico (boiler), tubulação para circulação da água, sistema auxiliar de aquecimento elétrico e equipamentos auxiliares, como termostato, termopares e outros.

Segundo Roaf, Fuents e Thomas (2009), no sistema com termossifão a água quente se eleva sobre a água fria, criando uma pressão que pode promover a circulação do fluido através de um cano inclinado. As rotas dos canos devem ser planejadas para subir, não restringindo o movimento do fluido pelo subdimensionamento, sendo que a armazenagem deverá estar no mínimo a 0,5 m acima do coletor. Esse constitui um sistema simples e barato de aquecimento de água, não havendo perdas elétricas, porém apresenta um desempenho fraco quando o clima não é favorável.



**Figura 8-Vista em perspectiva de uma instalação de Termossifão. Fonte: Soletrol (2001)**

Nos sistemas com bombeamento, segundo Roaf, Fuentz e Thomas (2009), a energia para levar calor ao reservatório é derivada de uma bomba movida à eletricidade, que permite liberdade na escolha do coletor e do leiaute dos tubos, reduzindo a perda de calor, porém esse sistema custa mais que o termosifão.

Geralmente, os sistemas de aquecimento de água com circulação natural (termossifão) são recomendados para instalações de pequeno porte, como residências unifamiliares, prédios pequenos ou sistemas independentes. Já nas instalações de médio e grande porte, utiliza-se o sistema de circulação forçada.

A manutenção dos sistemas de aquecimento solar de circulação natural é pequena, mas o usuário deve inspecionar visualmente os coletores solares, no mínimo, uma vez a cada três meses, certificando-se das condições de limpeza e verificando a ocorrência de alterações na superfície do coletor solar (MESQUITA, 1999). A limpeza das placas do coletor é essencial para o seu funcionamento eficiente, assim como é necessária a drenagem dos coletores a cada 60 dias em caso de instalação em áreas onde a água é calcária.

O uso do aquecedor solar abrange vários aspectos, não só relacionados às questões ecológicas, mas sua influência abrange questões sociais, culturais e econômicos.

Segundo Martins, Pereira e Echer (2004), o avanço no desenvolvimento humano está fortemente relacionado como consumo de energia. Em países onde o

consumo anual per capita de energia é mais baixo, as taxas de mortalidade infantil e analfabetismo são elevadas e a expectativa de vida é baixa, o que faz relacionar uma comparação proporcional entre qualidade de vida e consumo de energia. Segundo os autores supracitados, estudos recentes mostram uma tendência de crescimento da demanda energética de 4% em consequência da melhoria de qualidade de vida nos países em desenvolvimento.

A aplicação desta tecnologia solar vem aumentando em conjuntos habitacionais e casas populares, como os projetos Ilha do Mel (Paraná), Projeto Cingapura (São Paulo), Projeto Sapucaias em Contagem-MG, Conjuntos Habitacionais SIR e Maria Eugênia (COHAB) em Governador Valadares-MG, e o objeto de estudo Programa Lares - Habitação Popular (COHAB-MG). Em países como o Japão, EUA, Israel, Alemanha, Grécia, Áustria e China o uso de aquecedores solares vem crescendo efetivamente desde a década de 70. Em Israel, a instalação de sistemas de aquecimento solar de água é exigida por lei desde 1980 (REW, 2000).

Apesar do crescimento do mercado brasileiro de aquecimento solar de água observado nos últimos anos, e da considerável inserção da tecnologia solar de aquecimento de água, a quantidade de coletores instalados no Brasil ainda é tímida comparada com outros países (FRAIDENRAICH, 2010)

Segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA (2008), a inserção da tecnologia de aquecimento solar de água no Brasil apresenta um quadro bastante significativo. A tecnologia de coletores solares tende a crescer em boa parte do território nacional, consolidando, ainda mais no futuro, o mercado nacional.

### 2.3.1. Aspectos sociais e econômicos

O aquecedor solar se mostra como uma tecnologia viável como fonte de energia na habitação social. Ele representa um avanço na estratégia energética brasileira, com prestação de um relevante benefício social, principalmente em relação à população mais carente.

Segundo Fantinelli (2002) as tecnologias solares de baixo custo podem viabilizar um uso mais intenso da energia, podendo estar inseridas nas diretrizes construtivas, com estratégias de condicionamento térmico diferentes para cada região do país, respeitando as diversidades climáticas e culturais.

A incorporação da energia solar nas residências de baixo custo tem ainda o importante propósito de permitir que a autoconstrução e os mutirões a incluam em sua prática construtiva. Sendo necessária a facilidade de obtenção comercial e a familiaridade da comunidade com nova forma de usufruir e conviver com a energia

renovável. Socialmente é importante que se garanta o acesso de todos às tecnologias existentes, para que a instalação desses sistemas tecnológicos de aquecimento de água nas casas populares não se transformem em um material que seja de difícil reposição ou, até mesmo, de difícil reprodução através da autoconstrução.

Segundo a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG, 2007), um sistema de aquecimento solar instalado corretamente pode economizar até 80% da energia elétrica consumida para banho. Essa proporção, entretanto, depende do correto dimensionamento do equipamento para atender o nível de conforto pretendido pelos usuários.

Através de pesquisas realizadas em edificações onde foram instalados coletores solares, pode-se estimar uma economia de energia elétrica que varia entre 35% a 50%, relativo à instalação de coletores planos de 2m<sup>2</sup>, e reservatórios para 200 litros de água quente, instalados em duas regiões distintas: a Ilha do Mel no Paraná, numa comunidade de 200 residências, e em 100 casas populares em Contagem – MG (SOLETROL, 2001, apud FANTINELLI, 2002).

Economicamente, Fantinelli (2002) afirma que a água aquecida em uma residência unifamiliar chega a representar 19,6% do seu consumo de energia elétrica, o que representa até 10% na renda familiar, enfatizando ainda mais a importância da introdução de tecnologias alternativas de energia para que se possa garantir um melhor índice de qualidade de vida a famílias de baixa renda.

### 2.3.2. Aspectos culturais

A utilização das fontes de energia e os usos finais da moradia estão associados, além dos preços dos energéticos e dos equipamentos criados para seu uso, a fatores como as necessidades básicas de energia da família, os níveis de renda, os padrões socioculturais e a diversidade climática. Também são importantes o tamanho da família, os hábitos de consumo, as características de suas habitações, assim como a origem dessa população (FANTINELLI, 2002).

Culturalmente o banho é relacionado a um momento de descanso, e o relaxamento é hábito da maior parte da população brasileira. Portanto, o banho com água quente constitui-se em uma necessidade de caráter psicológico que faz parte da cultura brasileira.

Como visto, o aumento do consumo de energia elétrica nas classes sociais com melhor rendimento econômico está relacionado fundamentalmente com a maior utilização da energia elétrica, e conseqüentemente com a utilização do chuveiro elétrico. Porém a parcela mais carente da população não consegue fazer a compra dessa parcela de energia elétrica, para que possa usufruir desses benefícios. Dessa

forma, Fantinelli (2002) afirma que a utilização da energia solar com fonte geradora do aquecimento de água pode trazer, sob o ponto de vista cultural e econômico, condições de conforto, para que o banho possa ser utilizado como caráter de saúde mental e física (Figura 2).



**Figura 9 - Instalação de misturadores de água na casa da COHAB-Piedade de Caratinga, 2010. Fonte: autor.**

#### **2.4. A incorporação do sistema de aquecimento solar de água pelo Programa Lares - Habitação Popular - COHAB-MG.**

A Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais (COHAB - MG) foi criada pelo governo do Estado em 1965, como sociedade de economia mista. Seu objetivo era combater o déficit habitacional e urbanizar vilas e favelas no estado. Hoje a Companhia é responsável pela criação de programas e execução de políticas habitacionais no âmbito do estado.

O Programa Lares - Habitação Popular (PLHP) foi criado em 2005, e até hoje foram entregues 23.486 casas em municípios diversos em todo estado (COHAB, 2010).

A contratação do programa por parte dos municípios se inicia com uma solicitação por parte dos mesmos à Companhia de Habitação, através de uma visita à sede da Companhia por membros da prefeitura, que deve disponibilizar como contrapartida um terreno urbanizado para construção das moradias. O município ainda se responsabiliza pelo cadastramento das famílias, sob orientação da COHAB. Segundo Cláudio Bisinoto, membro da Comissão Ética da COHAB-MG, esse cadastramento é feito em um *software* da própria Companhia que pontua e classifica

automaticamente as famílias segundo diversos fatores como: idade, condição da mulher como mantenedora do lar, tempo de residência e trabalho no município por mais de um ano, não ter imóvel, renda mensal comprovada entre 1 e 3 salários mínimos, ocupação de moradia em áreas de risco, número de dependentes, entre outros, segundo o Manual de Orientações à Prefeitura/Conselho Municipal de Habitação sobre Processo de Cadastramento da COHAB – MG.

Segundo Cláudio Bisinoto, a COHAB–MG exige dos municípios a abertura de ruas, a instalação de água e esgoto, assim como pavimentação mínima de cascalhamento. Em casos nos quais os terrenos são mais inclinados, exige-se do município uma melhor pavimentação, como blocos ou asfalto. A comercialização das casas é feita pela própria COHAB-MG com base no cadastramento feito pela prefeitura anteriormente, com comprovação de todos os documentos, levando em consideração os aspectos levantados pelo Conselho Municipal de Habitação, baseado em análise de crédito. O financiamento é feito diretamente com a Companhia. Para as famílias com o perfil de renda atendido pelo Programa Lares - Habitação Popular (PLHP), as prestações não podem comprometer mais do que 20% da renda familiar. O prazo máximo do financiamento é de 20 anos, constando de uma taxa de juros, de 5% ao ano.

Segundo estudos da COHAB-MG, o custo de construção de cada casa, em 2010, era de aproximadamente 26 mil reais, não computado o valor do terreno urbanizado, que é doado pela prefeitura conveniada e que varia de município para município.

Para o mutuário com renda de 1 salário-mínimo, o preço da moradia corresponde a metade do valor real do investimento. Isso possibilita que o comprador possa cumprir o compromisso de pagá-la. Portanto, o financiamento para o mutuário com 1 salário-mínimo de renda fica em torno de 11 mil reais e é amortizado em 20 anos. Também nesse caso, a prestação não pode ultrapassar 20% da renda familiar do mutuário. Este limite é mantido para todas as faixas de renda, até 3 salários-mínimos mensais ([www.cohab.mg.gov.br](http://www.cohab.mg.gov.br)).

Os recursos das COHAB provêm do Fundo Estadual de Habitação (FEH), juntamente com a parceria por parte dos municípios, e com recursos da União, na ordem de 18% dos recursos da Companhia, vindos do PSH e do FGTS.

Em busca da sustentabilidade e da economia de energia, a COHAB-MG em parceria com a CEMIG/ANEEL vem introduzindo a energia solar como um instrumento para melhoria da qualidade de vida dos proprietários das casas construídas pelo Governo de Minas para o Programa Lares – Habitação Popular (PLHP). Segundo *site* oficial da companhia, até 2008 foram instalados aquecedores em 2.121 casas. Contudo, em 4/12/2008, a COHAB e a CEMIG assinaram um convênio mais amplo,

para equipar com o sistema termossolar o mínimo de 5.000 casas por ano. A implantação do primeiro lote foi iniciada em março de 2009, em 7.500 casas. A instituição tem como meta a instalação do aquecedor em 15.000 casas até o final de 2011.

Segundo Maria Lúcia Teixeira Costa, gerente de projetos da COHAB – MG, pouco antes da crise de energia que atingiu o país, em 2001, conhecida como “apagão”, a COHAB iniciou discussões para desenvolver estratégias que permitissem a melhoria de vida da população e reduzissem os índices de inadimplência junto à Companhia. Concluiu-se que a redução dos gastos com energia elétrica representaria maior capacidade de investimento das famílias em alimentação, saúde e na quitação de seus débitos. Desse modo, o aquecedor solar foi implantado pela Companhia e avaliado durante dois anos consecutivos. As primeiras experiências foram na cidade de Governador Valadares, financiados com recursos próprios da COHAB-MG.

De acordo com Davidson Andreone, coordenador de projetos de aquecimento solar da CEMIG, a empresa precisa investir em sustentabilidade, e parte desses recursos vai para programas de caráter social, que levem retorno à empresa. Nesse aspecto, a instalação do aquecedor solar se mostrou rentável sob diversos aspectos, como o social e o econômico, além de reduzir a sobrecarga energética das redes elétricas da empresa, quando instalados em regiões específicas.

Dados da CEMIG indicam que o uso do aquecimento solar aumenta a renda das famílias atendidas, pois a queda do consumo mensal em kWh é de 35% por casa, em média. De acordo com a COHAB-MG, igualmente significativos são os efeitos de mudança culturais e comportamentais entre os mutuários que utilizam o equipamento. As famílias que contam com o aquecedor solar em suas casas mudam seu comportamento em relação ao consumo de energia em geral, passando a economizar mais em diversos aparelhos eletrodomésticos, mesmo usando-os em maior quantidade. As famílias atendidas também não têm nenhuma despesa com a instalação do equipamento nem com as lâmpadas econômicas especiais fornecidas na ocasião pela CEMIG.

De acordo com a gerente de projetos da COHAB–MG, os critérios de definição dos conjuntos habitacionais onde são implantados os coletores são uma indicação da própria companhia, juntamente com a CEMIG. A COHAB privilegia regiões com maior índice de carência, como a região Norte do Estado, e a CEMIG por sua vez indica cidades onde existe maior sobrecarga na rede elétrica.

Os principais desafios encontrados para instalação dos aquecedores solares em unidades habitacionais já prontas, segundo a gerente de projetos da COHAB–MG, foram as estruturas dos telhados, que eram em madeira e não foram dimensionadas para esses fins, mas vêm sendo substituídos pela estrutura metálica a fim de suportar

melhor a sobrecarga gerada pelo aquecedor. Para a nova cobertura com estrutura metálica, foram projetadas duas possibilidades de fixação do *boiler*: uma base biapoiada (Figura 3), com espera deixada na própria laje, e um chamado tripé (Figura 4). A maior preocupação da equipe da Companhia é com a segurança dos moradores. O acesso ao telhado para instalação e manutenção é feito externamente, através de escadas.

Dentre todos os sistemas de utilização de energia solar, o sistema de funcionamento de aquecimento solar de água escolhido para instalação nas casas da COHAB funcionam por circulação natural, ou seja, por efeito termossifão. O movimento da água entre os coletores e o reservatório térmico é promovido pela variação de densidade do líquido em função das diferenças de temperatura no sistema promovidas pelo sol. O sistema inclui o coletor solar, um reservatório térmico e a tubulação de interligação entre o reservatório térmico, coletor e os misturadores de água.

Segundo Davidson Andreone, após a instalação do aquecedor solar nas casas, é feita uma avaliação por um período de 1 ano, através de medições de consumo feitas pela Cemig. Ele ressalta ainda que se verifica uma economia real de aproximadamente 45% relativa ao consumo de energia elétrica.

É importante ressaltar que a integração do aquecedor solar nas residências ocorreu muitas vezes após a implantação dos conjuntos, o que demonstra falha na incorporação de novos subsistemas nas casas, causando falhas de adaptação e uso destes elementos. Fato que poderia ser evitado já na etapa de projeto, se pensado com o coletor solar já incorporado, momento no qual poderiam ser solucionados problemas como a viabilidade da manutenção no coletor solar, e questões de suporte estrutural.



**Figura 10 - Apoio para boiler tipo base biapoiada – Nova Lima, 2010.**

**Fonte: autor.**



Figura 11 - Apoio para boiler tipo tripé, Nova Lima, 2010.  
Fonte: Autor

## **2.5. O aquecedor utilizado pela COHAB-MG no Programa Lares – Habitação Popular**

O aquecedor solar utilizado pela COHAB no PLHP tem como características técnicas ser um sistema híbrido, já que a energia solar pode ser substituída pelo chuveiro elétrico em períodos longos sem sol, ou por alguma manutenção que possa ocorrer. Durante o uso do aquecedor solar o chuveiro fica desligado para que não haja consumo de energia elétrica.

O aquecedor utilizado nos conjuntos visitados é denominado EcoPop 200l sem apoio elétrico.

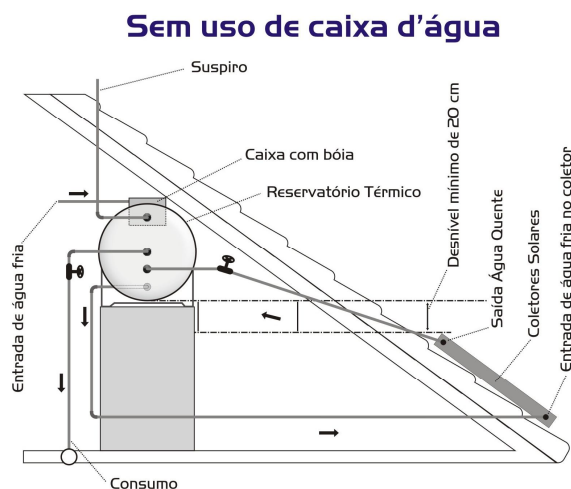
O sistema de funcionamento de aquecimento solar de água escolhido para instalação nas casas da COHAB funcionam por circulação natural, ou seja, por efeito termossifão. Trata-se de um aquecedor de pequeno porte amplamente utilizado em residências em todo país. O movimento da água entre os coletores e o reservatório térmico é promovido pela variação de densidade do líquido em função das diferenças de temperatura no sistema promovidas pelo sol. O sistema inclui o coletor solar, um reservatório térmico e a tubulação de interligação entre o reservatório térmico, coletor e os misturadores de água.

O sistema de instalação é simplificado (Figura 5), e segundo a Engenheira de Projetos da COHAB-MG Maria Lúcia, está sendo instalada em residências já prontas, mediante uma substituição do engradamento do telhado a fim de se fazer uma adaptação para um suporte para o aquecedor solar.



**Figura 12 - Sistema de Aquecimento instalado, Itatiaiuçu, 2010. Fonte: autor.**

O sistema utilizado é abastecido direto da rede pública (Figura 6), com reservatório de 200 litros, o que segundo a empresa fabricante atende até cinco banhos diários. O reservatório é composto de polipropileno isolado com poliuretano, revestido com chapa de alumínio, sem suporte elétrico de aquecimento, aprovado pelo INMETRO.



**Figura 13 - Esquema de sistema de aquecimento com abastecimento direto da rede pública de água. Fonte: Aquecemax: [www.aquecemax.com.br/instalacoes](http://www.aquecemax.com.br/instalacoes).**

A placa solar (Figura 7) utilizada possui 2m<sup>2</sup> (2m x 1m), com uma coleta média mensal equivalente a 1.430 kWh/mês. O coletor, segundo a especificação técnica cedida pela empresa AqueceMax, tem perfil em alumínio, tubulação de cobre e aletas de alumínio, em caso de acidente (quebra de vidro) permitem manutenção no próprio local sem necessidade de removê-los.

A empresa vencedora da licitação das instalações atuais (Aquecemax) indica o horário diurno para se fazer a utilização do aquecedor. A Aquecemax divulga em site

oficial que o aquecedor utilizado é etiquetado pelo Inmetro como categoria B. A empresa ainda afirma que o aquecedor utilizado gera uma economia em torno de 40% no consumo de energia.



**Figura 14 -Placa Solar - Casas COHAB. Fonte: Arquivo Aquecemax.**

Segundo os moradores dos conjuntos habitacionais visitados, o aquecedor solar instalado tem garantia de 5 anos desde a instalação, que não cobre, por exemplo, quebra de placas, ou de registros. Os moradores recebem juntamente com o coletor solar instalado um manual de funcionamento e manutenção e um termo de garantia.

Esse aquecedor é vendido pela empresa a terceiros, incluindo a instalação por R\$ 2.235,00, segundo proposta comercial enviada à autora em novembro de 2010.

Todos os moradores dos conjuntos receberam sem ônus o aquecedor solar instalado com garantia de 5 anos, não havendo acréscimo nas parcelas da casa.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

---

#### 3.1. Caracterização da pesquisa

Essa pesquisa consiste em uma abordagem qualitativa e quantitativa, que buscou o entendimento da adequação da incorporação dos coletores solares aos hábitos e costumes da população usuária e possíveis mudanças de comportamentos decorrentes da presença dessa nova tecnologia no espaço habitacional. Configura-se como uma pesquisa descritiva, pois buscou uma caracterização aprofundada dos objetos de estudo; exploratória, pois incluiu o levantamento de dados em campo, e analítica, uma vez que os dados são analisados, extraindo-se sua relevância (cf. GIL, 1999).

Compreendeu uma revisão bibliográfica sobre o programa da COHAB Lares - Habitação Popular, verificando-se os principais objetivos que levaram à implantação do aquecimento solar de água, com um aprofundamento nos agentes institucionais. Como técnicas de coleta de dados foram feitas entrevistas semi-estruturadas com a gerente de projetos da COHAB Maria Lúcia Teixeira Costa, entrevistas não estruturadas com Cláudio Bisinoto – membro da Comissão Ética da COHAB e com Davidson Andreone, coordenador de projetos de aquecimento solar da CEMIG. Também foram aplicados questionários à população dos conjuntos habitacionais, assim como entrevistas não estruturadas com agentes das Prefeituras dos municípios estudados.

No contexto do estudo qualitativo foram feitos estudos de casos, que permitiram uma análise das unidades de estudo, uma vez que possibilitaram a aproximação do pesquisador à realidade do objeto de interesse.

Os estudos de caso permitem explorar situações da vida real, cujos limites não estão claramente definidos, e ainda explicar variáveis de determinados fenômenos que não possibilitam a utilização de levantamentos ou experimentos (GIL, 1999).

Segundo Yin (1990), estudos de casos envolvem uma análise intensiva de um número relativamente pequeno de situações que às vezes se resumem a um único caso. A adoção de múltiplos casos é desejável quando a intenção da pesquisa é a descrição de um fenômeno, a construção de teoria ou o teste de teoria. Em momentos nos quais os resultados similares são prognosticados podem ser usados como replicações literais e em momentos nos quais os resultados contraditórios são prognosticados, podem ser usados como replicações teóricas, uma segunda, e uma terceira vez, para que os resultados sejam classificados.

Em cada estudo de caso selecionado foi realizada uma Avaliação Pós-Ocupação (APO), com a finalidade de aferir a satisfação dos usuários com relação à instalação do aquecedor solar nas habitações (APO Comportamental).

De acordo com Ornstein (1992), a APO têm como princípio que edificações postas em uso devem estar em permanente avaliação, do ponto de vista construtivo, espacial e de seus usuários, visando corrigir falhas e aferir acertos a partir da realimentação do processo projetual, definindo diretrizes e recomendações para novos projetos semelhantes.

Segundo Roméro e Ornstein (2009), a APO diz respeito a uma série de métodos e técnicas utilizadas para diagnosticar fatores positivos e negativos do ambiente no decorrer do uso, a partir da análise de fatores socioeconômicos, de infraestrutura e superestrutura urbana dos sistemas construtivos, conforto ambiental, funcionais e comportamentais, levando em consideração o ponto de vista dos próprios avaliadores, projetistas e também dos usuários. Considera ainda fundamental aferir o atendimento das necessidades ou o nível de satisfação dos usuários. Nesse sentido, a APO tem grande validade, pois permite fazer análises, diagnósticos e recomendações a partir dos objetos em uso, *in loco*, na escala e tempo reais.

A avaliação do ambiente construído, através da APO comportamental, mediante a percepção dos usuários, remete à área “Ambiente e Comportamento”, também chamada de Percepção Ambiental (PROSHANSKY, ITTELSON e RIVLIN, 1970; BECHTEL e CHRCHMAN, 2002; LAY e REIS, 2005), que tem como objetivo produzir conhecimento sobre as relações entre o ambiente construído e natural e os seus usuários de maneira a ser utilizado como base para intervenções físicas destinadas a qualificar a vida urbana. Parte do princípio que é necessário descrever e analisar as características do ambiente, assim como as atitudes e comportamentos dos usuários.

A pesquisa ainda é caracterizada como *ex-post facto* (cf. GIL, 1999), ou seja, realizada após a implantação da tecnologia do coletor solar nas edificações do programa da COHAB Lares – Habitação Popular.

### **3.2. Contexto da pesquisa, local de estudo e amostra**

Essa pesquisa foi realizada em cidades do Estado de Minas Gerais, com população inferior a 10 mil habitantes, onde foram implantadas unidades habitacionais do Programa Lares – Habitação Popular com coletor solar. Adotaram-se como critério de seleção os municípios de pequeno porte, onde a população rural ainda é bastante significativa, o que levaria a supor que sua população ainda mantivesse hábitos culturais ligados ao meio rural.

O estudo compreendeu uma Avaliação Pós-Ocupação Comportamental de conjuntos habitacionais em três cidades selecionadas, a fim de se extrair da população os impactos culturais, sociais, econômicos e ambientais decorrentes da implantação dos coletores solares.

As cidades foram selecionadas a partir da divulgação no *site* da COHAB-MG dos locais onde foi implantado o Programa Lares - Habitação Popular com coletor solar a partir do ano de 2007. Essas cidades são: Betim, Conquista, Divinópolis, Dolores de Campos, Itatiaiuçu, Piedade de Caratinga, São João Del Rei e Pouso Alegre.

Dentre essas cidades, foram selecionadas três com população inferior a 10 mil habitantes, conforme discriminado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Dados demográficos das cidades estudadas.**

Cidade	População Urbana (habitantes)	População Rural (habitantes)	População Total (habitantes)	Número de casas com coletor solar
Dolores de Campos	8461	842	9.821	50
Itatiaiuçu	6231	3707	9.938	77
Piedade de Caratinga	4601	2500	7.101	60

**Fonte: Resultados da pesquisa - IBGE (2010).**

Para que houvesse uma compreensão mais ampla do problema, foi necessário maior conhecimento do objeto de estudo a partir de consultas bibliográficas referentes ao tema para caracterização das habitações de interesse popular, sua implantação, assim como a caracterização da cidade onde foi inserida. Ainda foi necessária a coleta de dados junto às prefeituras, relativos às famílias selecionadas para a ocupação dessas novas habitações.

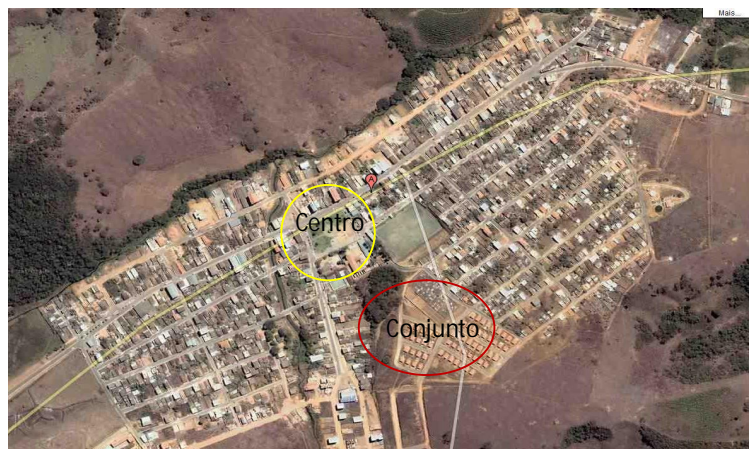
### **3.3. Caracterização dos estudos de caso**

Neste tópico são apresentadas as características históricas, geográficas e socioeconômicas dos municípios selecionados como estudos de caso. Além disso, foram caracterizados os conjuntos residenciais nos quais foram implantadas as casas com aquecimento solar, do Programa Lares – Habitação Popular da COHAB-MG.

#### **3.3.1. Piedade de Caratinga**

O povoado de Piedade de Caratinga elevou-se a Distrito pela Lei Complementar nº 10.481, de acordo com os artigos 19 e 25 de 17/07/1991 (IBGE, 2010).

Localizado às margens da BR 116, limita-se a Sul, Norte e Oeste com o Município de Caratinga e a Leste com os Municípios de Ubaporanga e Imbé de Minas. Possui população de aproximadamente 7.101 habitantes, sendo 64,8% de sua população localizada no perímetro urbano. A população urbana compreende 4.601 habitantes e a população rural 2.500 habitantes. O município (Figura 8) está localizado a 310 km de Belo Horizonte e a 9 km de Caratinga (Fonte: IBGE, Primeiros Resultados do Censo 2010).



**Figura 8 - Vista aérea Piedade de Caratinga, 2010.**  
Fonte: maps.google.com.br.

O município possui latitude 19° 45' 34" S e longitude 42° 04' 33" O. Tem pequena extensão territorial (109,22 km<sup>2</sup>), temperatura média de 20°C no inverno e 29°C no verão e uma altitude de 800 m. Possui relevo suave e arruamento em fundo de vale. Localiza-se em altitude elevada, com clima frio e ameno (Prefeitura de Piedade de Caratinga).

Sua economia baseia-se no cultivo do café e de hortifrutigranjeiros e algumas pequenas micro-empresas como de pré-fabricados de concreto (IBGE, 2010).

A área rural do município é formada por pequenas propriedades, com produção mais significativa de café, devido à altitude e ao clima ameno. Nas entressafas deste produto, os mesmos produtores de café transformam-se em olericultores, produzindo hortaliças em grande escala, que são comercializadas em municípios da região e em Belo Horizonte (Prefeitura de Piedade de Caratinga). O Produto Interno Bruto do município (PIB per capita), em 2008, era de R\$5.644,10.

Piedade de Caratinga conta com serviços de infra-estrutura básica como distribuição de água tratada, captação de esgotos, distribuição de energia elétrica e recolhimento de lixo. Segundo a prefeitura, a cidade recicla o lixo, possui usina de compostagem e recebe o ICMS Ecológico. O tratamento dos esgotos domésticos está em processo de implantação.

Nesse município, o conjunto residencial Bairro São José, do Programa Lares - Habitação Popular, da COHAB, foi contemplado com a implantação dos coletores solares. O conjunto foi inaugurado em novembro de 2006 (Figuras 9 e 10) e recebeu os coletores solares em 2007, segundo os moradores.



**Figura 9 - Inauguração do conjunto Bairro São Jose, Piedade de Caratinga, novembro de 2006.**  
Fonte: Arquivo COHAB: [www.cohab.mg.gov.br/galeria.php](http://www.cohab.mg.gov.br/galeria.php)



**Figura 10-Bairro São Jose, Piedade de Caratinga, Julho de 2010.** Fonte: autor.

O Conjunto Bairro São José está localizado na região central da cidade de Piedade de Caratinga, em uma área de grande acive. O conjunto é composto de 60 casas, possui serviços de infra-estrutura básica e pavimentação asfáltica (Figura 11).



Figura 11 – Conjunto habitacional, Piedade de Caratinga, 2010.  
Fonte: autor.

### 3.3.2. Itatiaiuçu

Itatiaiuçu é uma cidade do estado de Minas Gerais, localizada na microrregião de Itaguara na Região Metropolitana de Belo Horizonte, distando 70 km da capital do Estado. O acesso ao município se dá principalmente através da BR 381 e da MG 431 (Figura 12). O município possui latitude 20° 11' 49" S e longitude 44° 25' 15" O.

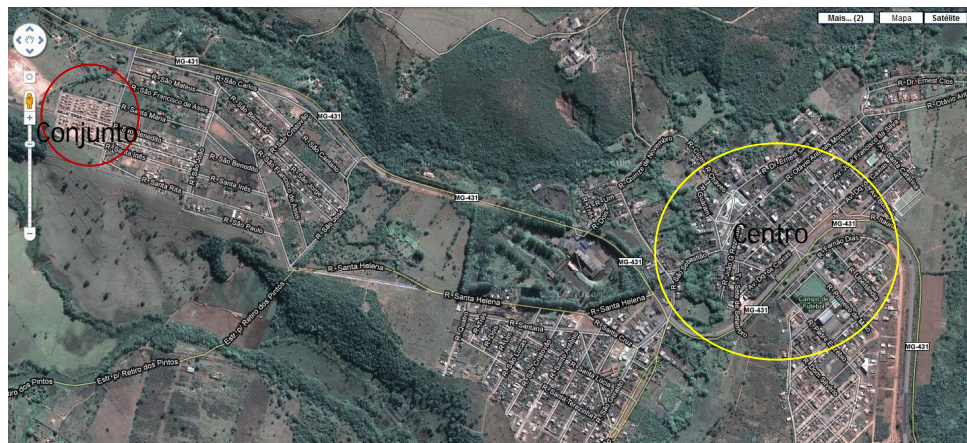


Figura 12 - Vista aérea Itatiaiuçu, 2010.  
Fonte: maps.google.com.br.

Está localizada na Cordilheira do Espinhaço, nas encostas da Serra do Itatiaiuçu. Segundo dados do IBGE (2010), o município, possui 295 km<sup>2</sup> e tem como principal atividade econômica a mineração.

Além da extração de ferro, o município é produtor de hortifrutigranjeiros, possuindo ainda atividades pecuárias de corte e leite. As principais empresas que exploram minério no município são: a *London Mining* do Brasil, Somisa Siderúrgica

Oeste de Minas e a Mineração Usiminas (IBGE, 2010). O produto interno bruto do município (PIB per capita) é de R\$ 39.998,97.

Historicamente, foi descoberta por bandeirantes, em meados de 1670, suas origens ligam-se à presença, na região, dos bandeirantes paulistas que, vencidos na Guerra dos Emboabas, embrenharam-se pelos sertões do oeste da província, liderados por Borba Gato, em busca do ouro da serra do Itatiaiuçu. Nesta região formou-se um pequeno arraial e, em 1748, foram doadas terras para construção de uma capela. No ano de 1901, recebeu a denominação atual de origem indígena. Emancipou-se em 1962, desmembrando-se de Itaúna (Prefeitura Municipal de Itatiaiuçu).

O município é dividido em oito povoados e dois distritos: Santa Terezinha de Minas e Pinheiros. Possui como municípios limítrofes Igarapé, Mateus Leme, Itaúna, Itaguara, Rio Manso e Brumadinho.

O relevo do município é montanhoso, o que propicia um clima temperado tendendo para o frio, com uma temperatura média anual de 20,5° C. A cidade está a 890 m de altitude. Sua população é de 9.938 habitantes, compreendendo uma população urbana de 6.231 habitantes e uma população rural de 3.707 habitantes (Fonte: IBGE, 2010).

Nesse município, o conjunto residencial Higino Fonseca, do programa da COHAB – Lares Habitação Popular, foi contemplado com a implantação dos coletores solares em suas 77 casas. O conjunto, conhecido também como Bairro São Francisco, foi inaugurado em novembro de 2006 e recebeu os coletores solares em 2007 (Figuras 13 e 14).



Figura 13 - Inauguração do conjunto Higino Fonseca, Itatiaiuçu, novembro de 2006. Fonte: Arquivo COHAB: [www.cohab.mg.gov.br/galeria.php](http://www.cohab.mg.gov.br/galeria.php)



**Figura 14 - Bairro Higino Fonseca, Itatiaiuçu, Agosto de 2010.**  
**Fonte: autor.**

O conjunto Higino Fonseca está localizado distante da região central da cidade, sendo necessária a travessia da MG 431 para acessá-lo (Figura 15 e 16). É dotado de serviços de infra-estrutura básica, porém não foram observados serviços como escola e postos de saúde em sua proximidade.

Está localizado em uma planície e sua pavimentação é asfáltica. O conjunto é composto de 77 casas. As figuras 15 e 16 ilustram as unidades residenciais.



**Figura 15 –Conjunto Higino Fonseca, Itatiaiuçu, agosto de 2010.**  
**Fonte: autor**



**Figura 16 –Conjunto Higino Fonseca, casa tipologia, Itatiaiuçu, agosto de 2010.**  
**Fonte: autor**

### **3.3.3. Dores de Campos**

O município de Dores de Campos está localizado na microrregião de São João Del Rei, na região de Campos das Vertentes (Figura 17). Possui área de 127,2 km<sup>2</sup>, limitando-se com os municípios de Barroso, Prados e Carandaí. Tem clima ameno (tropical de altitude) devido a sua altitude de 950 m, obtendo temperaturas máximas de 23° C e mínimas de 13,5°C. O município possui latitude 21° 06' 32" S e longitude 44° 01' 22" O.

O município dista 210 km, da capital do Estado e as principais rodovias que servem ao município são a BR 040 e a BR 265 (IBGE, 2010).

Segundo informações da Prefeitura Municipal, a cidade foi iniciada por famílias que a povoaram visando à exploração agropecuária. Com o aumento de residências, o vilarejo passou a se chamar de Vilarejo do Patusca, por causa do Ribeirão do Patusca.



**Figura 17 - Vista aérea Dorés de Campos,2010.**  
Fonte: maps.google.com.br.

A região do Povoado do Patusca pertencia ao Município de Tiradentes. Com a construção da capela de Nossa Senhora das Dores, foi criado o Distrito de Dores do Patusca. O decreto nº 14, de 15 de abril de 1890, desmembrou o Distrito de Dores do Patusca do Município de Tiradentes e integrando-o ao Município de Prados. Em 17 de dezembro de 1938, Dorés de Campos foi elevada à categoria de Cidade (Prefeitura Municipal de Dorés de Campos).

O município conta com uma grande empresa reconhecida internacionalmente na produção de artefatos de couro e equipamentos de segurança: Marluvas Calçados de Segurança LTDA. Também conta com várias selarias na produção de selas, arreios, barrigueiras entre outros, pets-shop com a produção de coleiras, peitorais e guias (IBGE, 2010).

Sua população total é de 9.821 habitantes, compreendendo uma população urbana de 8.461 habitantes e uma população rural de 842 habitantes. O produto interno bruto (PIB per capita) é de R\$ 8.403,82 (IBGE, 2010).

Em Dorés de Campos o Conjunto Habitacional Antônio de Melo, inaugurado em junho de 2007, recebeu a instalação dos coletores solares em 2008 (Figuras 18 e 19).

O Conjunto, composto por 50 casas, localiza-se afastado da região central do município, porém muito próximo da indústria de couro Marluvas, local onde trabalha grande parte da população moradora (Figura 20).

É dotado de toda infraestrutura básica (esgoto, água e pavimentação asfáltica), porém localiza-se distante de serviços relacionados à educação e à saúde.

Segundo informações repassadas pelo Chefe de Gabinete da Prefeitura, em entrevista concedida à pesquisadora na visita ao município, a parceria com a COHAB foi positiva e já foi solicitada a construção de mais 50 casas. O entrevistado ressaltou ainda que apesar de não haver no município dados relativos ao déficit habitacional, há uma grande demanda de população para habitar os conjuntos que estão sendo construídos.



**Figura 18 - Inauguração do conjunto Antônio de Melo, Dolores de Campos, junho de 2007.  
Fonte: Arquivo COHAB: [www.cohab.mg.gov.br/galeria.php](http://www.cohab.mg.gov.br/galeria.php)**



**Figura 19 - Conjunto Antônio de Melo, Dolores de Campos, setembro de 2010.  
Fonte: autor.**

Em todos os municípios visitados buscou-se o contato com as prefeituras municipais, e com as Secretarias de Assistência Social, a fim de entender qual a participação dos gestores dos municípios na implantação do aquecedor solar nas residências e na seleção das famílias contempladas. Pode-se observar através destes contatos que a iniciativa da implantação do coletor partiu da COHAB-MG, e a seleção das famílias foi feita com auxílio da própria companhia.

Os municípios estudados têm características econômicas bastante distintas, e que podem influenciar diretamente nos hábitos e costumes da população.



Figura 20 - Conjunto Antônio de Melo, Dorés de Campos, ao fundo Indústria Marluvas. Setembro de 2010.

Fonte: autor.

### 3.4. Procedimento de coleta de dados

A coleta de dados se iniciou com uma revisão literária e o aprofundamento sobre os conceitos do Programa Lares - Habitação Popular e da implantação dos coletores solares, mediante entrevistas semi-estruturadas, realizadas com agentes institucionais da COHAB. Foram ainda feitas entrevistas semi-estruturadas com os agentes institucionais responsáveis pela implantação do Programa nas cidades selecionadas, a fim de entender as razões que justificam a inclusão do coletor solar - que constitui as primeiras iniciativas de implantação de tecnologias sustentáveis na habitação de interesse social - nas moradias contratadas, sob o ponto de vista institucional.

Para a Avaliação Pós Ocupação Comportamental nos conjuntos habitacionais selecionados, definiu-se uma amostra extraída do total de unidades habitacionais construídas.

Para a seleção dessa amostra, foi adotado um coeficiente de confiança de 95,5%, com erro amostral de 5%, em cada conjunto residencial, conforme recomendado por Gil (1999) e por Ornstein (1992).

Foi utilizada a seguinte fórmula (cf. Gil, 1999) para definição da amostragem nas três cidades:

$$n = \frac{\sigma^2_x p \times q \times N}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2_x p \times q}$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

$\sigma$  = nível de confiança expresso em número de desvios-padrão, para coeficiente definido = 2;

p = porcentagem com que o fenômeno se verifica. Nesta pesquisa utiliza-se 20% como parte da população que estaria satisfeita com o uso do aquecedor, percentual que poderia ser confirmado e superado após uma pesquisa prévia, com a finalidade de superar imprevistos que pudessem ocorrer durante a pesquisa de campo;

q = complemento de 'p' (100-p);

e = erro máximo permitido, utiliza-se 5%;

N = população total pesquisada (número de casas do conjunto).

Na cidade de Piedade de Caratinga o conjunto habitacional possui 60 casas, porém cinco delas não estão ocupadas. Portanto de acordo com a expressão matemática utilizada foram feitos 50 questionários.

Em Itatiaiuçu o conjunto habitacional possui 70 casas, e como seis dessas casas não estão ocupadas, foram extraídos 55 questionários.

Já em Dores de Campos, o conjunto habitacional possui 50 casas, mas oito delas não estão ocupadas, configurando 38 questionários.

Nessas unidades habitacionais foi aplicado um questionário em cada residência (Anexo 1), a fim de entender a percepção dos moradores sobre possíveis melhorias trazidas pela instalação do sistema de aquecimento solar e verificar se a implantação do sistema de coletor solar gera conscientização ambiental na população contemplada, além de economia financeira para os usuários e se está adequada aos hábitos e costumes da população. Dentro do questionário foram também elaboradas questões socioeconômicas, para caracterização das famílias participantes. Os questionários foram organizados em quatro tópicos: caracterização socioeconômica, adequação aos hábitos e costumes da população, economia financeira e conscientização ambiental. O questionário foi desenvolvido de maneira a obter a maior quantidade de informações possível por parte dos respondentes, sendo utilizados campos para justificativas e explicações em todas as perguntas.

O questionário foi organizado em quatro partes. Na primeira, foram coletadas informações acerca das características das famílias residentes, abrangendo as seguintes variáveis: sexo do respondente, renda familiar, origem, grau de escolaridade, número de pessoas na residência, ocupação do chefe da família, tempo de moradia no conjunto habitacional, justificando que a utilização das fontes de energia e os usos finais da moradia estão associados, além dos preços dos energéticos e dos equipamentos criados para seu uso, há fatores como as necessidades básicas de energia da família, os níveis de renda, os padrões socioculturais e a diversidade climática (cf. FANTINELLI, 2002).

Na segunda parte buscou-se entender se o sistema de aquecimento de água utilizado estava adequado aos hábitos e costumes das famílias, investigando se todos sabiam utilizá-lo, o tempo de utilização e o funcionamento da tecnologia. Ainda buscando entender se a utilização dos aquecedores solares de água gera para os moradores, cf. Fantinelli (2002) que afirma que a utilização da energia solar com fonte geradora do aquecimento de água pode trazer, condições de conforto, sob o ponto de vista cultural e econômico, para que o banho possa ser utilizado como caráter de saúde mental e física.

Na terceira parte foram feitos questionamentos a fim de estimar a economia financeira gerada pelo aquecedor solar, procurando verificar se a população teve gastos com o aquecedor, até mesmo relativos à manutenção do equipamento. Entende-se que um projeto de habitação de interesse social que incorpore a noção de sustentabilidade não pode ser pensado de maneira isolada das questões econômicas (cf. SACHS, 1993).

No último tópico, foi abordada a conscientização ambiental, já que cf. Mülfarth (2003) se deve buscar maior eficiência econômica juntamente com o menor impacto ambiental, e é importante que a população tenha essa consciência em relação à utilização do sistema de aquecimento solar.

Com essa abordagem sobre os quatro aspectos – social, cultural, econômico e ambiental – tem-se um quadro geral do ponto de vista dos moradores sobre a incorporação do sistema de aquecimento solar de água.

### **3.5. A pesquisa de campo**

Os dados referentes aos estudos de caso foram coletados na cidade de Piedade de Caratinga em julho de 2010, em Itatiaiuçu em agosto de 2010 e em Dolores de Campos em setembro de 2010.

Foi feito um contato com a administração municipal destas cidades, a fim de verificar como foi feita a seleção das famílias beneficiárias para, posteriormente, realizar a caracterização socioeconômica e cultural da população residente nos conjuntos habitacionais. Essa entrevista informal foi feita com funcionários da Secretaria de Assistência Social e da Assessoria dos Prefeitos, anteriormente à visita em campo, com a finalidade de verificar a disponibilidade de dados e a viabilidade de inclusão das cidades selecionadas na pesquisa. Depois foram feitas visitas às famílias dos conjuntos para aplicação dos questionários e observações em campo. Após a aplicação dos questionários foram iniciadas as tabulações, o cruzamento e as análises dos dados.

### **3.6. Análise de Dados**

Os dados dos questionários socioeconômicos foram analisados de forma a caracterizar o perfil das famílias moradoras dos conjuntos habitacionais estudados. Parte dos questionários foi analisada estatisticamente pelo método de Análise Exploratória de Dados, observando as frequências absolutas e as frequências relativas. Esse método segundo Triola (2005), corresponde ao uso das ferramentas estatísticas e é utilizado para investigar um conjunto de dados com o objetivo de compreender suas características mais importantes. Tal técnica mostra-se adequada para mensurar os resultados e compreender o grau de satisfação das famílias beneficiadas.

No tratamento dos dados qualitativos foi empregado o método de análise de conteúdo, que tem por objetivo a compreensão crítica das comunicações, tanto em seu conteúdo explícito quanto implícito. Segundo Chizzotti (1995), essa técnica procura reduzir o volume amplo de informações contidas em uma comunicação a algumas características particulares que permitam passar dos elementos descritivos à interpretação, investigando a compreensão dos atores sociais no contexto cultural em que produzem a informação, verificando a influência desse contexto no conteúdo da informação. Neste sentido optou-se pela análise dos dados nesta perspectiva, com atenção à fidedignidade das informações. Este tipo de análise foi utilizado para agregar a análise dos dados quantitativos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

Os resultados são apresentados comparativamente entre os municípios e dispostos de acordo com a organização dos questionários nos seguintes tópicos: caracterização socioeconômica da população residente, adequação aos hábitos e costumes da população, economia financeira e conscientização ambiental. Essa estratégia foi utilizada a fim de itemizar a avaliação de acordo com os objetivos específicos da pesquisa. Em Piedade de Caratinga foram feitos 50 questionários, em Itatiaiuçu, 55 questionários e em Dores de Campos, 38 questionários.

### 4.1. Caracterização socioeconômica da população residente

Em Piedade de Caratinga, no Bairro São José, a maioria dos questionários foi respondida por mulheres, que permanecem em casa cuidando dos filhos enquanto os chefes da família estão trabalhando.

Conforme ilustrado na Tabela 2, 48% dos entrevistados são de origem rural o que, num primeiro momento, nos levaria a supor que conservam hábitos rurais. Associando-se este dado ao percentual de chefes de família que trabalham no campo, pode-se inferir que a população passou a residir na cidade, porém, ainda trabalha no meio rural.

A grande maioria dos entrevistados possui renda na faixa de 0 até 1 salário mínimo, mostrando que no município o programa da COHAB atendeu à parcela da população com menor renda. Os 18% restantes das famílias atendidas possui renda entre um e três salários mínimos, conforme ilustrado na Tabela 2. Este é um dado relevante, pois a faixa de renda dos moradores indica a importância da adoção de medidas que, sem prejudicar as condições de habitabilidade, representem economia no orçamento familiar.

O grau de escolaridade dos moradores é baixo. A grande maioria dos entrevistados (60%) apenas completou a 4ª série do ensino fundamental, 6% têm ensino médio completo e 14% da população ainda é analfabeta.

No Conjunto Higino Fonseca, em Itatiaiuçu, observou-se que a renda familiar é equilibrada entre entrevistados que possuem renda na faixa de 0 a 1 salário mínimo e de 1 a 3 salários mínimos, porém o Programa Lares - Habitação Popular da COHAB atendeu em sua maior parte à parcela da população com menor renda (56%) (Tabela 2).

**Tabela 2- Caracterização socioeconômica da população residente nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.**

Categoria	Subcategoria	Piedade de Caratinga Bairro São José		Itaiaçu Conjunto Higino Fonseca		Dores de Campos Conjunto Antônio de Melo		TOTAL
		Freq. (%)	Freq. Absoluta	Freq. (%)	Freq. Absoluta	Freq. (%)	Freq. Absoluta	Freq. Absoluta
<b>Renda Familiar</b>	0 até 1 S.M.	82	41	56	31	71	27	99
	1 até 3 S.M.	18	9	44	24	29	11	44
	3 até 6 S.M.	0	0	0	0	0	0	0
	Total	100	50	100	55	100	38	143
<b>Gênero</b>	Masculino	22	11	38	21	42	16	48
	Feminino	78	39	62	34	58	22	95
	Total	100	50	100	55	100	38	143
<b>Origem da População</b>	Urbano	52	25	84	46	82	31	102
	Rural	48	23	16	9	18	7	39
	Total	96	48	96	55	96	38	141
<b>Escolaridade</b>	Analfabeto	14	7	13	7	0	0	14
	Ensino Fundamental Incompleto	60	30	53	29	42	16	75
	Ensino Fundamental Completo	20	10	29	16	45	17	43
	Ensino Médio	6	3	5	3	13	5	11
	Total	100	50	100	55	100	38	143
<b>Tempo de moradia da população</b>	Até 1 ano	18	9	11	6	3	1	16
	Entre 1 e 2 anos	8	4	11	6	13	5	15
	Entre 3 e 4 anos	74	37	78	43	84	31	111
	Total	100	50	100	55	100	38	143

A maioria dos questionários foi respondido por mulheres, que permanecem em casa cuidando dos filhos enquanto os chefes da família estão trabalhando. Ao contrário do observado no município mencionado anteriormente, 84% dos entrevistados é de origem urbana (Tabela 2). Porém, como ocorreu no município de Piedade de Caratinga, a maioria dos entrevistados (53%) tem baixo grau de escolaridade, tendo apenas completado a 4ª série do ensino fundamental, 5% têm ensino médio completo e 13% da população ainda é analfabeta.

O conjunto foi inaugurado em 2006 e a maior parte da população é constituída de moradores iniciais (78%), porém há um número significativo de residências repassadas (22%), ou seja, cujos moradores não receberam o treinamento realizado quando da instalação dos aquecedores solares.

No conjunto residencial Antônio de Melo localizado em Dores de Campos, a grande maioria dos entrevistados possui renda na faixa de 0 a 1 salário mínimo (71%), mostrando que o programa da COHAB concentrou-se no atendimento à parcela da população com renda muito baixa, de modo que a incorporação do aquecedor solar pode ter impactos significativos neste conjunto residencial, caso o sistema esteja funcionando adequadamente. Os 29% restantes das famílias atendidas possui renda entre um e três salários mínimos.

A maioria dos questionários foi respondido por mulheres (58%), porém em Dores de Campos os percentuais de respondentes foram mais equilibrados (Tabela 2).

Conforme ilustrado na Tabela 2, apenas 18% dos entrevistados são de origem rural, caracterizando uma população com hábitos urbanos. Associando-se este dado ao tipo de atividade profissional dos moradores, pode-se inferir que não há nessa comunidade influência do meio rural.

O grau de escolaridade da população é mais alto quando comparado ao observado nos outros municípios. A maioria dos entrevistados (87%) tem ensino fundamental completo ou por completar e 13% possuem ensino médio completo. Também é importante ressaltar que não foram identificados analfabetos. A maior parte da população residente (84%) ainda é constituída pelo primeiro morador e apenas 16% das casas já foram repassadas ou locadas. Este é um dado importante, quando se analisa a adequação do sistema do ponto de vista de seu manuseio e da sua manutenção. A análise da composição familiar dos residentes nos conjuntos analisados está indicada na Tabela 3.

O conjunto Bairro São José em Piedade de Caratinga se destaca com um número muito alto de moradores por domicílio, em relação aos outros conjuntos estudados. A média de habitantes por residência é de 4,16, porém 69% das residências possuem 4 ou mais pessoas, caracterizando famílias numerosas (Tabela 3).

**Tabela 3- Número de habitantes por residência nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.**

Número de Moradores por Residência	Bairro São José	Conjunto Higino Fonseca	Conjunto Antônio de Melo
	Piedade de Caratinga	Itatiaçu	Dores de Campos
	Freq. Relativa (%)	Freq. Relativa (%)	Freq. Relativa (%)
1 morador	0	5	13
2 moradores	12	20	20
3 moradores	19	15	27
4 moradores	29	27	33
5 moradores	13	24	7
6 moradores	21	7	0
7 moradores	2	0	0
8 moradores	4	0	0

Mais de 8 moradores	0	2	0
<b>Número de moradores por residência</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>
	4,16	3,18	3,4

Em Itatiaiuçu a média de moradores por domicílio é de 3,18; 51% das residências têm 4 ou 5 moradores, caracterizando famílias um pouco numerosas (Tabela 3).

Já em Dores de Campos o número de moradores por domicílio é baixo em relação aos outros municípios estudados, mesmo com uma média de habitantes por residência superior a de outros municípios, de 3,4, porém, 60% das residências têm 3 ou 4 moradores (Tabela 3).

A análise da ocupação do chefe da família em Piedade de Caratinga (Figura 21) mostra uma grande parcela dos chefes de família como trabalhador do campo, cujo somatório corresponde a um percentual de 48% dos entrevistados. Observa-se ainda que 25% dos entrevistados são mulheres chefes de família, correspondentes aos percentuais de diaristas, domésticas e do lar.

Em Itatiaiuçu a análise da ocupação dos chefes das famílias (Figura 22) indica que 28% trabalham na fundição, ou seja, estão empregados em alguma das grandes empresas do município. Neste caso, não têm vínculo com as atividades do meio rural.

Dores de Campos tem como principal característica a presença de indústrias relacionadas a diversos trabalhos em couro. A análise da ocupação do chefe da família (Figura 23) vem confirmar essa caracterização, mostrando que uma grande parcela dos residentes tem empregos relacionados às indústrias de couro (76%). Ainda se observa que 8% dos entrevistados são mulheres chefes de família, que desempenham atividades do lar. Em Dores de Campos houve uma grande dificuldade por parte da pesquisadora para a coleta dos dados, já que grande parte da população do conjunto habitacional trabalha em indústrias e por turno, havendo dificuldade para encontrar os moradores em casa. O horário diferenciado de trabalho justifica ainda o equilíbrio entre entrevistados do sexo feminino e masculino. Entretanto, não se observou diferenças entre as respostas ou percepções dos entrevistados, em função do gênero.

Ocupação do chefe da família - Piedade de Caratinga

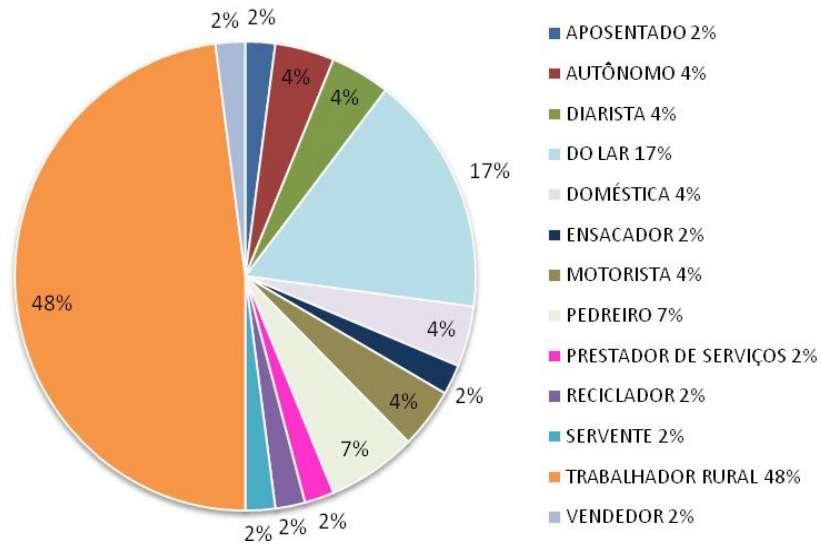


Figura 21 - Ocupação do Chefe da família. Conjunto residencial Bairro São José, 2010. Fonte: resultados da pesquisa.

Ocupação do chefe da família - Piedade de Caratinga

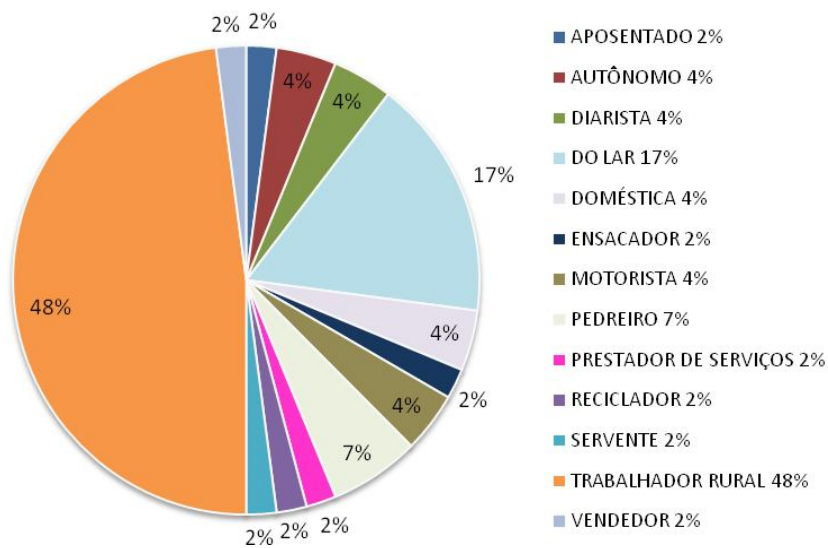


Figura 22 - Ocupação do Chefe da família. Conjunto residencial Higino Fonseca, 2010. Fonte: resultados da pesquisa.

### Ocupação da População - Dores de Campos

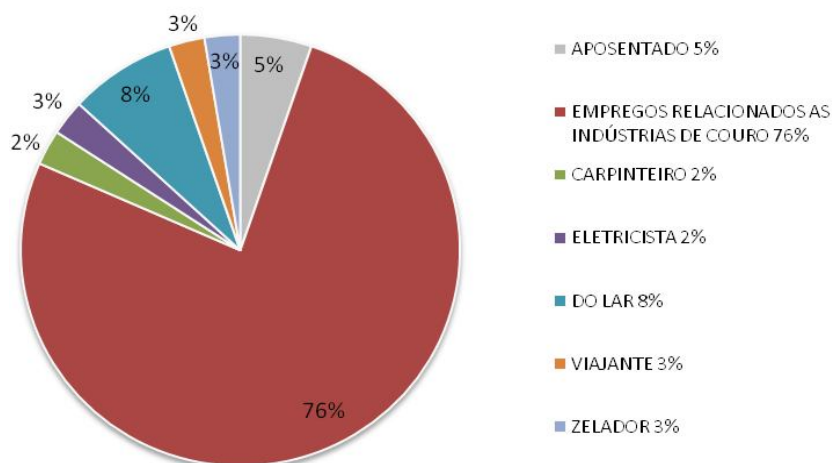


Figura 23 - Ocupação do Chefe da família. Conjunto residencial Antônio de Melo, 2010.  
Fonte: resultados da pesquisa.

#### 4.2. Adequação aos hábitos e costumes da população

Foram propostos alguns questionamentos à população para medir a adaptação ao uso do aquecedor solar, acreditando-se que, no caso de cidades mineiras de pequeno porte demográfico, onde a população ainda mantém vínculos com a área rural, além dos aspectos tecnológicos, existem outras questões, de natureza social e cultural, que podem interferir na eficácia do sistema de aquecimento adotado. Foi proposto verificar ainda se os moradores mantêm hábitos como o uso de fogão à lenha, o que ocasionaria outras possibilidades no que tange ao uso de tecnologias alternativas. O primeiro questionamento feito à população foi se consideravam vantajosa a instalação do coletor solar nas moradias construídas pela COHAB (Tabela 4) e sob quais aspectos.

No Bairro São José em Piedade de Caratinga, a quase totalidade dos entrevistados (98%) considera que há muitas vantagens na instalação do aquecedor solar. A grande maioria (92%) atribui os ganhos à economia de energia, uma pequena parcela considera como importante o conforto de se ter água quente em casa, e uma parcela bastante reduzida (2%) considera vantagem por economizar os recursos da natureza. Esses dados mostram que a economia de energia, e, por consequência, a economia financeira é o fator mais importante da instalação do sistema de aquecimento solar para os moradores (Tabela 4).

**Tabela 4 - Vantagens na instalação do aquecedor solar segundo os moradores dos conjuntos residenciais avaliados, 2010.**

Vantagens na instalação do aquecedor solar	Bairro São José Piedade de Caratinga	Conjunto Higino Fonseca Itatiaiuçu	Conjunto Antônio de Melo Dores de Campos
	Freq. Relativa (%)	Freq. Relativa (%)	Freq. Relativa (%)
Sim. Economia de energia	92	96	97
Sim. Conforto da água quente	4	2	0
Sim. Economia para o meio ambiente	2	0	0
Não	2	2	3

Em Itatiaiuçu, conforme ilustrado na Tabela 4, 98% dos entrevistados consideram que há muitas vantagens na instalação do aquecedor solar. Também a grande maioria (96%) atribui as vantagens à economia de energia, uma pequena parcela considera como importante o conforto de se ter água quente em casa (2%), e apenas 2% não considera uma vantagem possuir o aquecedor solar. Assim como identificado no município de Piedade de Caratinga, a economia de energia, e, por consequência, a economia financeira para a população é o fator que mais ressalta na instalação do sistema de aquecimento solar. Como visto, é bastante reduzida a parcela da população que considera a economia para o meio ambiente como principal vantagem na instalação do aquecedor solar.

Em Dores de Campos quase a totalidade dos entrevistados (97%) considera que as vantagens se devem à economia de energia. Não foram levantadas outras vantagens por parte da população. Assim como foi verificado nas outras cidades estudadas, a economia de energia, e, por consequência, a economia financeira é o fator mais importante da instalação do sistema de aquecimento solar para a população. Apenas 3% dos participantes não consideram vantagens na utilização do aquecedor solar (Tabela 4). Em Dores de Campos as questões ambientais nem foram citadas.

Em todos os municípios foi dado destaque pelos respondentes à economia de energia gerada pela instalação do aquecedor solar. Os casos nos quais a população acredita que o aquecedor não oferece vantagens são referentes aos que não estão funcionando.

Foi pedido aos entrevistados que enumerassem de 1 a 3 os aspectos que julgassem mais importantes sobre a instalação do aquecimento solar nas residências do Programa Lares – Habitação Popular.

Em Piedade de Caratinga, no conjunto habitacional Bairro São José, a economia na conta de luz despontou como o aspecto mais importante para 76% da população; a economia dos recursos da natureza foi apontada por 14% dos

residentes, e alguns respondentes ainda citaram o conforto, ter água quente no chuveiro e a comodidade, em menores porcentagens. Como segundo aspecto mais importante em ordem de prioridade pelos moradores foram apontados três itens, praticamente com os mesmos percentuais: a economia na conta de luz, a economia dos recursos da natureza, e a água quente no chuveiro, mostrando mais uma vez que a característica mais valiosa para a população questionada é a economia financeira que o aquecedor promove. Como terceiro aspecto mais importante, destaca-se o conforto de ter água quente em casa (Tabela 5).

Alguns respondentes afirmaram que algumas vezes falta luz no conjunto habitacional e que é bastante cômodo ter água quente à disposição ao chegarem do trabalho. O conforto que o chuveiro com água quente gera à população é bastante ressaltado e alguns respondentes afirmam que a qualidade do banho utilizando o aquecedor é superior ao do chuveiro comum.

Pode-se notar que a sustentabilidade aparece em apenas 8% das respostas, e em terceiro lugar em ordem de prioridade, o que permite concluir que o conceito ainda não está suficientemente difundido entre a população e que falta uma maior consciência ambiental, aliada ainda aos percentuais relativos à economia dos recursos da natureza (Tabela 5).

Em Itatiaiuçu a economia na conta de luz despontou como o aspecto mais importante para 75% da população; a economia dos recursos da natureza foi apontada por apenas 9% da população, e alguns respondentes ainda citaram o conforto, a possibilidade de aumentar o tempo que se fica no banho, e a presença de água quente no chuveiro, em menores proporções. Como segundo aspecto, em ordem de prioridade, a água quente no chuveiro se destacou com 35% da preferência dos respondentes. A economia na conta de luz ainda é considerada por 22% da população e a economia dos recursos da natureza tem 20% da preferência dos respondentes, mostrando mais uma vez que a característica mais valiosa para a população questionada é a economia financeira que o aquecedor promove, seguido pela possibilidade de se ter água quente abundante em casa. Como terceiro aspecto mais importante, destaca-se o conforto (34%) e o aumento do tempo no banho (24%). Como foi apontado por Fantinelli (2002), o hábito do banho traz consigo muitas características culturais que interferem diretamente nos hábitos da população. Nas respostas surgem, ainda, conceitos como comodidade e economia dos recursos da natureza, mas em porcentagens pouco significativas. A sustentabilidade é apontada por apenas 2% dos respondentes, e em terceiro lugar em ordem de prioridade, o que permite concluir que o conceito ainda não está suficientemente difundido entre a população, e que falta uma maior consciência ambiental, aliada também aos baixos percentuais relativos à economia dos recursos da natureza (Tabela 5).

**Tabela 5 - Aspectos considerados mais importantes em relação à instalação do aquecedor solar nos conjuntos avaliados, 2010.**

Categoria	Subcategoria	Piedade de Caratinga		Itatiaiuçu		Dores de Campos	
		Freq. (%)	Freq. Absol.	Freq. (%)	Freq. Absol.	Freq. (%)	Freq. Absol.
1º	Economia na conta de luz	76	38	75	41	68	26
	Economia dos recursos da natureza	14	7	9	5	3	1
	Água quente no chuveiro	4	2	4	2	0	0
	Conforto	4	2	7	4	10	4
	Comodidade	2	1	0	0	3	1
	Aumentar o tempo no banho	0	0	5	3	13	5
	Nenhuma das respostas	0	0	0	0	3	1
	Total	100	50	100	55	100	38
2º	Economia dos recursos da natureza	26	13	20	11	16	6
	Economia na conta de luz	24	12	22	12	19	7
	Água quente no chuveiro	20	10	35	19	32	12
	Aumentar o tempo no banho	18	9	9	5	19	7
	Conforto	12	6	14	8	14	5
	Total	100	50	100	55	100	37
3º	Conforto	34	17	34	19	30	11
	Aumentar o tempo no banho	16	8	24	13	22	8
	Água quente no chuveiro	12	6	18	10	27	10
	Economia dos recursos da natureza	10	5	7	4	5	2
	Sustentabilidade	8	4	2	1	0	0
	Comodidade	6	3	13	7	5	2
	Economia na conta de luz	0	0	2	1	11	4
	Total	86	43	100	55	100	37

Já em Dores de Campos, em ordem de prioridade, a economia na conta de luz novamente desponta como o aspecto mais importante para 68% da população; a possibilidade de aumentar o tempo no banho é relatada por 13% da população, e alguns respondentes ainda citaram o conforto, comodidade, economia dos recursos da natureza, em menores porcentagens.

Como segundo aspecto mais importante citado pelos entrevistados desponta a presença de água quente no chuveiro, indicando que o banho com água quente constitui-se uma necessidade que faz parte da cultura brasileira (cf. Fantinelli, 2002). Em seguida foram apontados três aspectos, praticamente com os mesmos percentuais: a economia na conta de luz, a economia dos recursos da natureza, e o aumento do tempo no banho, ressaltando mais uma vez a economia financeira que o aquecedor promove como característica importante os residentes. O conforto surge como aspecto relevante para 13% dos respondentes. Por fim, como terceiro aspecto

mais importante, destaca-se o conforto (29%) de ter água quente em casa e no banho, que segundo moradores é melhor do que o oferecido pelo chuveiro elétrico. A presença de água quente no chuveiro torna a ser considerada por 26% dos respondentes, e a possibilidade de aumentar o tempo no banho é considerada por 21%.

Observa-se que conceitos como sustentabilidade e a economia dos recursos naturais são pouco referidas pelos moradores do conjunto residencial analisado em Dores de Campos, que ressaltam em geral dois aspectos: a economia na conta de energia e o conforto, pela possibilidade de ter água quente e pelo uso do chuveiro com mais tranquilidade, sem preocupações com o tempo e o gasto de energia.

Muitas questões foram levantadas a respeito da adaptação ao uso do aquecedor solar por parte da população. Pela baixa escolaridade dos moradores, houve uma preocupação quanto a esse fator, que é importante sob vários aspectos, até mesmo para uma real economia de energia, e para que a água quente disponibilizada seja bem aproveitada pela população. Porém, verificou-se que em todos os conjuntos residenciais analisados, a população utiliza o equipamento com facilidade (Tabela 6).

**Tabela 6 - Utilização do aquecedor solar nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.**

Questionamento	Piedade de Caratinga			Itatiaiuçu			Dores de Campos		
	Sim (%)	Não (%)	Total	Sim (%)	Não (%)	Total	Sim (%)	Não (%)	Total
Sabe utilizar o aquecedor	98	2	100	100	0	100	100	0	100
Houve algum treinamento para aprender a utilizar?	44	56	100	36	64	100	66	34	100
O aquecedor solar instalado funciona bem?	96	4	100	100	0	100	97	3	100

Em Piedade de Caratinga, 98% dos moradores do Bairro São José sabem utilizar o aquecedor solar. A população entrevistada afirmou que quando o equipamento foi instalado, houve um treinamento dado pela empresa responsável, explicando o funcionamento do aquecedor solar e o modo de usá-lo. Porém, apenas 44% dos entrevistados afirmaram que passaram por esse treinamento. Em outras cidades analisadas esse dado muitas vezes se refere às pessoas que não são os primeiros moradores dos conjuntos, porém como em Piedade de Caratinga apenas 23% não são os primeiros moradores, a afirmação sobre a falta de treinamento deve ser atribuída a outras razões.

Em relação ao funcionamento do aquecedor solar, 96% da população afirmam que o aquecedor funciona corretamente. Os moradores insatisfeitos com o funcionamento do aquecedor solar afirmam que a água não esquenta como antes, que

há problemas de vazamento e, ainda, há um caso no qual as placas estão quebradas. A população que teve problemas com o aquecedor conta que tentou entrar em contato com a empresa responsável pela instalação e manutenção do sistema, mas que não foi atendida. Porém, a maioria dos sistemas instalados funciona corretamente e ainda não exigiu manutenção corretiva nem preventiva, explicitada no manual entregue juntamente com a instalação do aquecedor. É importante ressaltar que no manual de uso do aquecedor fornecido pela empresa, como citado no Capítulo 2, recomenda-se limpeza regular das placas e filtros para o funcionamento correto do equipamento.

Em Itatiaiuçu, verificou-se que 100% da população afirmam saber utilizar o aquecedor solar, mas apenas 36% afirmam ter havido um treinamento dado pelos técnicos na hora da instalação do aquecedor. Em relação à eficácia do aquecedor solar, 100% da população afirmam que o aquecedor funciona corretamente (Tabela 6).

Também em Dores de Campos a totalidade dos entrevistados afirma saber utilizar o aquecedor solar, mas apenas 66% dizem ter passado por treinamento para utilizar o equipamento. Porém, segundo a engenheira de projetos da COHAB-MG, ao instalar o aquecedor solar, os funcionários da empresa explicam à população sobre o seu funcionamento.

Em relação ao funcionamento do aquecedor solar, 97% da população residente no conjunto habitacional de Dores de Campos afirmam que o aquecedor funciona corretamente. No cruzamento deste dado com os resultados do que a população considera vantagem na instalação do aquecedor solar, verifica-se que o único morador que está insatisfeito com o seu aquecedor justifica sua opinião citando que é necessário que o dia esteja muito ensolarado para que a água seja aquecida.

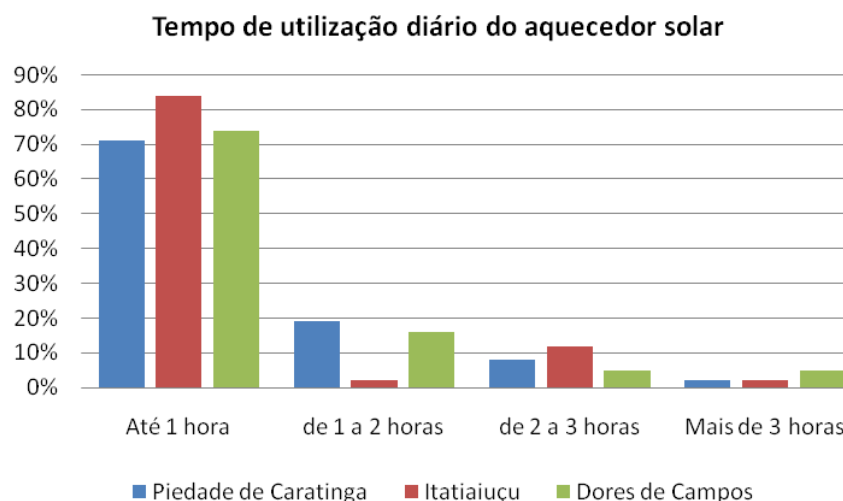
Quanto à frequência de utilização, em Piedade de Caratinga 96% da população utilizam o sistema de aquecimento solar diariamente, o que também acontece em 100% da população residente no conjunto de Itatiaiuçu. Já em Dores de Campos surge um novo dado relativo à frequência de utilização: embora 95% da população utilizem o sistema de aquecimento diariamente, como se verificou nos demais municípios, 2% da população o utilizam apenas 5 vezes por semana, pois são moradores que têm residência no conjunto habitacional e passam os fins de semana em outros locais. Já 3% da população afirmam que utilizam o aquecedor apenas quando tem muito sol, permitindo inferir que o aquecedor não funciona em dias nublados e chuvosos (Tabela 7).

**Tabela 7 – Tempo de utilização do aquecedor solar nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010.**

	<b>Piedade de Caratinga</b> <b>Bairro São José</b>	<b>Itatiaiuçu</b> <b>Higino Fonseca</b>	<b>Dores de Campos</b> <b>Antônio de Melo</b>
<b>Utilização do aquecedor solar</b>	Freq. (%)	Freq. (%)	Freq. (%)

Diariamente	96%	100%	95%
Não Utiliza	4%	0	0
Só quando tem muito sol	0	0	3%
5 vezes por semana	0	0	2%

Em Piedade de Caratinga, assim como nos outros municípios, o tempo de uso diário, na maioria das vezes, corresponde a até uma hora (Figura 24). Segundo informações da Cemig, o reservatório instalado atende a cinco banhos diários com conforto, o que corresponderia a aproximadamente 50 minutos por dia. Em todos os três conjuntos habitacionais avaliados é pequena a porcentagem da população que afirma utilizar o aquecedor solar por mais de três horas diárias.

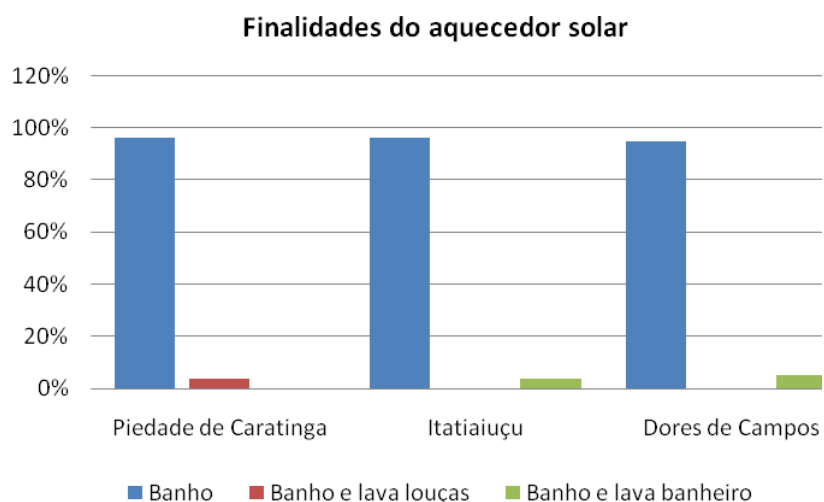


**Figura 24 – Tempo de utilização aquecedor solar nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.**  
**Fonte: resultados da pesquisa.**

Apesar dos dados positivos, há situações que indicam que o nível de conscientização da população ainda é muito baixo. Por exemplo, em Itatiaiuçu há o depoimento de uma moradora que relatou que a água quente do aquecedor não é suficiente para o banho de sua família, de cinco componentes, e nem contribui para redução de sua conta de energia. Entretanto, revelou que um de seus filhos adolescentes gasta 1 hora no banho.

O sistema de aquecimento instalado nas residências da COHAB fornece água quente apenas para os chuveiros. Ainda assim, foi questionado para quais finalidades a população utiliza o aquecedor solar. Em Piedade de Caratinga, o resultado indicou que 4% da população além de usar água quente nos banhos a utilizam para lavar louça, mesmo sem instalação adequada para esse processo. Os moradores narram que utilizam vasilhas para pegar um pouco da água quente do chuveiro para usá-la na cozinha. Em Itatiaiuçu e Dores de Campos também uma pequena parcela da

população afirma que além de usar água quente nos banhos, a utiliza para atividades domésticas, como higienização do banheiro (Figura 25).

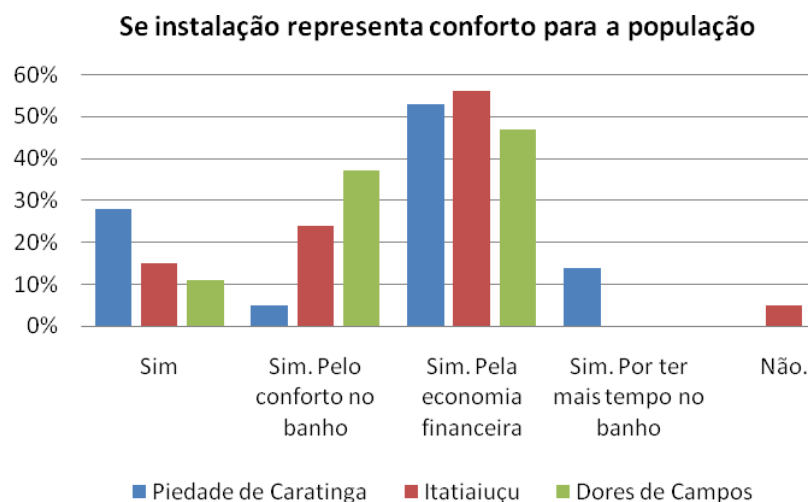


**Figura 25 – Finalidades do aquecedor solar nos conjuntos residenciais avaliados, 2010.**  
Fonte: resultados da pesquisa.

Em relação ao conforto gerado pela instalação do aquecedor solar, pode se considerar que 100% da população participante consideram que o aquecedor instalado gerou mais conforto para sua família, sob algum aspecto. Esse dado se verifica nos três municípios analisados. Em Piedade de Caratinga verifica-se ainda que a economia financeira desponta como aspecto mais importante ressaltado por 53% dos entrevistados avaliando que a economia com a conta de energia gera possibilidade de se adquirir outros bens que são importantes para o dia a dia dessa população. Segundo uma moradora,

com o dinheiro que eu pagava de luz, hoje eu pago água, a luz e a prestação da casa. (Moradora de Piedade de Caratinga)

Ainda surge na fala dos moradores aspectos como o conforto por ter água quente no banho e a preocupação com o tempo de consumo energético com o chuveiro elétrico, que não há com o aquecedor, propiciando um banho mais longo e tranquilo. Portanto, o aquecedor proporciona condições de conforto para esta população sob o ponto de vista cultural e econômico (cf. Fantinelli, 2002). Ainda 28% da população afirmam que o aquecedor gerou conforto para a família, mas não souberam justificar (Figura 26).



**Figura 26– Conforto representado pela instalação do aquecedor solar nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010. Fonte: resultados da pesquisa.**

Semelhante ao observado no conjunto residencial de Piedade de Caratinga, em Itatiaiuçu e em Dores de Campos 95% da população residente nos conjuntos habitacionais analisados consideram que a instalação do aquecedor solar gerou mais conforto para sua família. Em Itatiaiuçu, ainda que fossem questionados sobre o conforto, o que sobressaiu foi a economia financeira gerada (56% das respostas) (Figura 26). A maior parte da população residente mostra-se muito satisfeita com a instalação do aquecedor. O segundo aspecto mais valorizado pela população é o conforto no banho, relativo ao tempo de banho, e a preocupação com os gastos relativos à conta de energia:

*às vezes a gente quer ficar mais no chuveiro, e agora fica mais à vontade (moradora de Itatiaiuçu).*

Já em Dores de Campos, há um destaque para o conforto no banho, adquirido após a instalação do aquecedor solar. Porém, a economia financeira sobressai em relação ao conforto para 47% dos entrevistados, repetindo o quadro de satisfação encontrado nos outros municípios pesquisados (Figura 26). Apenas 5% dos respondentes afirmam que o aquecedor não representa mais conforto para sua família, pois não está funcionando corretamente.

É importante ressaltar que os aspectos relatados pela população foram manifestações espontâneas expressas na justificativa de suas respostas.

Para fazer uma análise sob o ponto de vista cultural foi importante avaliar se a população residente, oriunda do meio rural ou a ele vinculada pelas relações de

trabalho, ainda conserva hábitos como utilizar fogão à lenha, que permite o fornecimento de um tipo de aquecimento de água diferenciado por serpentina.

Em Piedade de Caratinga, aproximadamente 50% dos moradores são de origem rural. Ainda assim, a maior parte da população (60%) afirma não ter fogão à lenha. É interessante ressaltar que da parte da população que possui fogão à lenha apenas 15% o utilizam para cozinhar diariamente, 80% o utilizam esporadicamente e 5% não o utilizam. Porém, é importante destacar que 100% dos que possuem fogão à lenha não utilizam serpentina para aquecer a água (Tabela 8).

Como visto na avaliação socioeconômica da população, o conjunto habitacional de Itatiaiuçu tem uma população tipicamente urbana. Consequentemente a maior parte da população (87%) afirma não ter fogão à lenha. Da parcela da população que possui o fogão à lenha, apenas 1 morador usa o fogão diariamente.

Por fim, a totalidade da população residente no conjunto de Dores de Campos não possui fogão à lenha na residência, tornando desnecessários os outros questionamentos a respeito do tema. Comparativamente aos outros dois municípios, este é aquele cuja população tem características mais urbanas, tanto na origem da população quanto no trabalho e nos hábitos domésticos.

**Tabela 8 – Abordagem sobre aspectos culturais nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010.**

Categoria	Subcategoria	Piedade de Caratinga		Itatiaiuçu		Dores de Campos	
		Freq. (%)	Freq.	Freq. (%)	Freq.	Freq. (%)	Freq.
Possui fogão a lenha	Sim	40	20	13	7	0	0
	Não	60	30	87	48	100	38
	Total	100	50	100	55	100	38
Utiliza o fogão a lenha para quais finalidades	Cozinha Diariamente	15	3	14	1	0	0
	Cozinha Esporadicamente	80	16	43	3	0	0
	Não utiliza	5	1	28	2	0	0
	Total	100	20	100	7	0	0
Utiliza a serpentina no fogão a lenha	Sim	0	0	0	0	0	0
	Não	100	20	100	7	0	0
	Total	100	20	100	7	0	0

### 4. 3. Economia Financeira

A economia financeira como visto em algumas análises anteriores desponta como a maior vantagem vista por parte dos moradores em relação à instalação do aquecedor solar em todos os conjuntos analisados. Buscou-se então aprofundar as relações de economia que o aquecedor pode trazer, sempre com preocupações em relação a futuras manutenções, que muitas vezes não podem ser feitas por falta de

recursos financeiros, levando prejuízos à população pela abdicação do uso do aquecedor (Tabela 9).

**Tabela 9 – Questões sobre economia financeira nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010.**

Questionamento	Piedade de Caratinga			Itatiaiuçu			Dores de Campos		
	Sim (%)	Não (%)	Total	Sim (%)	Não (%)	Total	Sim (%)	Não (%)	Total
O aquecedor solar já passou por algum tipo de manutenção	12	88	100	27	73	100	5	95	100
Houve gasto financeiro com o aquecedor	2	98	100	5	95	100	0	100	100
Se teria chuveiro elétrico com na ausência do aquecedor	98	2	100	95	5	100	97	3	100
Se o aquecedor solar representa economia financeira na conta de energia	96	4	100	98	2	100	95	5	100

Em Piedade de Caratinga a maior parte da população (88%) afirma que o aquecedor instalado não passou por nenhum tipo de manutenção. Segundo a gerente de projetos da COHAB-MG, a população recebe um manual na instalação do aquecedor, onde está prevista a manutenção que o sistema deve sofrer de tempos em tempos, e que deve ser feita pelo próprio morador. Porém, os dados levantados mostram que a população não é consciente da responsabilidade de cuidar e manter o seu sistema de aquecimento. Do percentual que afirma que o aquecedor já passou por manutenção (12%), alguns alegam que tiveram de fazer a limpeza dos filtros devido ao entupimento, que impedia a saída de água; outros disseram que a água não estava esquentando o bastante, e alguns afirmaram que houve quebra das placas e dos registros de água quente.

Os problemas que os moradores de Piedade de Caratinga narram poderiam ser previamente solucionados se houvesse a limpeza periódica. Pode-se observar que falta conscientização em relação ao uso por parte da população. Ao serem questionados sobre quem fez a reparação do aquecedor solar nesses casos, verificou-se que na maioria das vezes foi feita pela própria família ou ainda não foi feita.

Muitos alegam que entraram em contato com a firma responsável e com a COHAB-MG, mas não obtiveram respostas. Também foi questionado se houve algum gasto com a manutenção do aquecedor solar, o que foi apontado por apenas 2% da população. Neste caso, foi narrado pelo morador que nas tentativas de consertar o aquecedor, ele quebrou algumas telhas e peças do telhado tendo que fazer a reposição.

É recorrente no caso de habitação de interesse popular, a ausência do chuveiro elétrico nas residências. Como visto no caso do sistema instalado pela

COHAB-MG, optou-se por um sistema híbrido, no qual o chuveiro elétrico é instalado juntamente com o aquecedor solar. Porém apenas 2% das famílias entrevistadas afirmaram que por condições econômicas não poderiam ter o chuveiro elétrico, apesar da faixa de renda declarada (Tabela 9). Alguns moradores justificaram a necessidade do uso de água quente devido ao clima da cidade, que varia entre frio e ameno.

Em relação à economia financeira que a população considera ser gerada com a instalação do aquecedor solar obtiveram-se resultados bastante detalhados. Quando perguntados se o aquecedor solar gera economia financeira, verifica-se que 96% da população afirmam que o aquecedor solar representa economia na sua conta de energia. Uma pequena parte dos respondentes afirma que o uso do aquecedor não gera economia (4%) e são representados pelas residências que estão com o sistema inutilizado pela falta de manutenção e reparação (Tabela 9).

Na tentativa de mensurar essa economia, perguntou-se quão significativa ela era na renda familiar. Todos consideraram que houve uma economia bastante significativa e muitos alegaram que a conta vem tão baixa que não se paga energia todos os meses. Essa economia pode ser estimada, segundo a população participante, em até 60%. Segundo depoimento de um morador,

a conta de luz antes do aquecedor solar vinha R\$100,00 e hoje vem apenas R\$20,00.

Em Itatiaiuçu, a economia financeira se destaca como aspecto que a população mais valoriza, por trazer outras possibilidades de investimento em saúde, alimentação e até mesmo lazer, justificando plenamente os objetivos da COHAB-MG com a instalação do aquecedor solar.

No conjunto Higino Fonseca (Itatiaiuçu), 73% da população afirmam que o aquecedor instalado não passou por nenhum tipo de manutenção. Como em Piedade de Caratinga, em Itatiaiuçu a população, em sua maior parte não está conscientizada da importância de manutenção periódica que deve ser dada ao aquecedor solar. Do percentual dos participantes que afirmam que o aquecedor já passou por manutenção (27%), os problemas mais recorrentes foram entupimento do cano de água quente e vazamentos no aquecedor. Ainda houve relatos de quebra de placa e quebra de registro, peças que não são cobertas pela garantia oferecida pela empresa que instalou o aquecedor (Tabela 9).

Assim como em Piedade de Caratinga, os problemas que os entrevistados narram poderiam ser previamente solucionados se houvesse a limpeza periódica. Pode-se observar que falta conscientização em relação ao uso por parte da população. A manutenção, nos casos mencionados em Itatiaiuçu, foi feita em 36% das

vezes pela família e em 64% das vezes pela COHAB-MG, que no caso é representada pela empresa contratada, a Aquecemax. Acredita-se que a proximidade do município com Belo Horizonte, onde se localiza a sede da COHAB/Aquecemax, favorece a manutenção e a assistência técnica dada à população. Por outro lado, em Piedade de Caratinga, não houve casos em que a COHAB/Aquecemax tenha feito reparações ou manutenção de aquecedores.

Em relação ao gasto com a manutenção do aquecedor solar, apenas 5% dos moradores afirmam que houve gasto financeiro, e são representados pela parcela da população que teve que fazer a troca da placa e registro. Quanto ao uso do chuveiro elétrico, apenas 5% das famílias entrevistadas admitiram que não poderiam utilizá-lo, por falta de condições econômicas. (Tabela 9).

Na quantificação da economia financeira gerada pela instalação do aquecedor, verifica-se que 98% dos moradores do conjunto residencial em Itatiaiuçu afirmam que o aquecedor solar representa economia na sua conta de energia. A reduzida parcela dos respondentes que afirmam que o uso do aquecedor não representou economia corresponde aos que não estão se adequando à quantidade de água quente fornecida. Como visto, sob o aspecto econômico, a população tem se mostrado bastante satisfeita com a instalação do aquecedor solar.

Na quantificação da economia financeira na conta de energia, a população mostra-se muito satisfeita, como em Piedade de Caratinga, considerando que o aquecedor traz uma economia bastante significativa. Muitos alegam que a conta vem tão baixa que não se paga energia em todos os meses. Essa economia pode ser estimada, segundo dados relatados pela população participante, em até 51%.

Finalmente, conforme indicado na Tabela 9, em Dores de Campos a maior parte da população (95%) afirma que o aquecedor instalado não passou por nenhum tipo de manutenção. Novamente os dados levantados mostram que a população não é consciente da responsabilidade de manter o seu próprio sistema de aquecimento. Do percentual que afirma que o aquecedor já passou por manutenção (5%), a totalidade destaca a necessidade de fazer a limpeza dos filtros, que entopem impedindo a saída de água, e que 100% dessa manutenção foi dada pela família. Todos afirmam não haver gasto com a manutenção do aquecedor solar.

Em relação ao uso do chuveiro elétrico na ausência do aquecedor solar, 97% das famílias afirmam que não deixariam de ter o chuveiro elétrico, mesmo representando um aumento considerável na conta de energia, justificando que para os dias frios e que não têm sol é necessário ter o chuveiro elétrico. Apenas 3% das famílias entrevistadas afirmaram que não poderiam ter o chuveiro elétrico.

Estatisticamente observa-se que 95% da população entrevistada afirmam que o aquecedor solar representa economia na sua conta de energia. Uma pequena parte

dos respondentes afirma que o uso do aquecedor não representou economia (5%) e são representados pela parte população que afirma que o sistema de aquecimento não funciona corretamente. Novamente ressalta-se o aspecto econômico relativo à instalação do aquecedor nas casas. Sob este aspecto a população tem se mostrado bastante satisfeita com a instalação do aquecedor solar.

No conjunto habitacional Antônio de Melo, nas justificativas dadas pelos moradores entrevistados sobre uma possível mensuração desta economia, foi possível avaliar que, em média, acredita-se ter uma economia de cerca de 55% na conta de energia com a instalação do sistema de aquecimento.

#### **4.4. Conscientização ambiental**

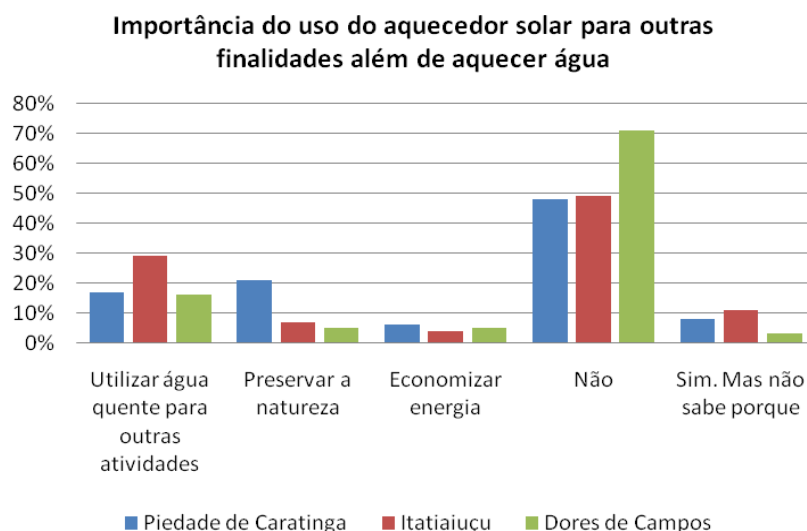
Buscou-se verificar se a implantação dos coletores solares nos conjuntos habitacionais do Programa Lares - Habitação Popular também propicia conscientização ambiental à população que os utiliza.

Foi perguntado aos entrevistados se eles consideravam o uso do aquecedor solar importante para outras finalidades além da sua função de aquecer a água, a fim de extrair dos respondentes uma visão mais ampliada da tecnologia, não apenas relativa à economia financeira, mas também relativa à economia dos recursos naturais (Figura 27).

As considerações sobre consciência ambiental mediante a tecnologia utilizada são um importante vetor desta pesquisa; para entender se a população utiliza a tecnologia com sabedoria relativa à sua amplitude de ação perguntou-se à população se eles consideravam o uso do aquecedor solar importante para outras finalidades além de sua principal função, que era aquecer a água, deixando-os livres para citar aspectos que julgassem relevantes. Pelo método de análise de conteúdo, considerando-se a recorrência dos termos, são apresentadas as respostas mais mencionadas.

Em Piedade de Caratinga (Figura 27) foi observado que 48% dos participantes não veem outras finalidades para o uso do aquecedor além do aquecimento da água. Já 17% da população mostram o interesse em utilizar a água quente para outras atividades como lavar roupa e louças. A economia de energia torna a surgir como único aspecto relevante para 6% da população, e 8% não sabem responder a pergunta.

Apenas 21% dos respondentes afirmam que o sistema de aquecimento solar ajuda a economizar os recursos naturais, mostrando que apenas uma pequena parcela da população tem consciência da importância ambiental do sistema utilizado sob diversos aspectos.



**Figura 27 – Uso do aquecedor solar para outras finalidades nos conjuntos habitacionais avaliados, 2010. Fonte: resultados da pesquisa.**

Em Itatiaiuçu, foi observado que 60% dos respondentes não vêem outras finalidades para o uso do aquecedor, ou acreditam que haja outras finalidades, mas não sabem fundamentar suas justificativas. Já 33% considera outras finalidades para o aquecedor solar como lavar louça, economizar energia, porém não considera as questões ambientais importantes, relacionando novamente à economia de energia e a instalação para atividades domésticas. Apenas 7% da população relacionam a possibilidade da utilização do aquecedor solar ser voltada também para ação ambiental, afirmando ser importante por preservar a natureza. Esse dado, novamente mostra que quando questionados fora de um contexto que relacione a economia dos recursos naturais, a população se mostra pouco conscientizada.

Em Dores de Campos, 71% dos respondentes afirmam que o aquecedor não é importante para outras finalidades, a não ser aquecer a água, mostrando que o nível de consciência ambiental da população é muito baixo. Foi considerado por 16% dos respondentes que água poderia ser utilizada para outras atividades domésticas. Apenas 5% da população consideram que a instalação do aquecedor solar contribui para preservar a natureza (Figura 27).

Na finalização do questionário, perguntou-se diretamente aos moradores se o aquecedor solar pode reduzir os impactos sobre o meio ambiente. Em Piedade de Caratinga apenas 23% da população respondeu que achava que o aquecedor não poderia reduzir os impactos sobre a natureza, 17% afirmam que ele poderia reduzir os impactos, porém, não sabem justificar. O restante da população (60%) afirma que o aquecedor pode reduzir os impactos sobre a natureza justificando suas respostas de forma incoerente (Figura 28). Entretanto, alguns moradores responderam de forma coerente, se referindo ao “apagão”. Uma moradora responde:

sim, pois não estou usando a energia comum, estou usando a energia da natureza. Não polui, aproveita energia através do sol.

Outros ainda afirmam que o aquecedor pode reduzir os impactos sobre a natureza

pois utiliza a luz do sol, e não é retirada de nenhuma outra fonte.

Em Itatiaiuçu, verificou-se que apenas 29% da população acreditam que o aquecedor solar pode reduzir os impactos sobre a natureza, e souberam justificar sua resposta. Foram muitos os depoimentos que mostram uma sensibilidade da população em relação ao esgotamento dos recursos naturais. Já 52% dos respondentes acreditam que o aquecedor pode reduzir os impactos sobre a natureza, mas não sabe justificar. O restante da população, 19% acredita que o aquecedor não pode auxiliar na redução do consumo dos recursos naturais não renováveis (Figura 28).

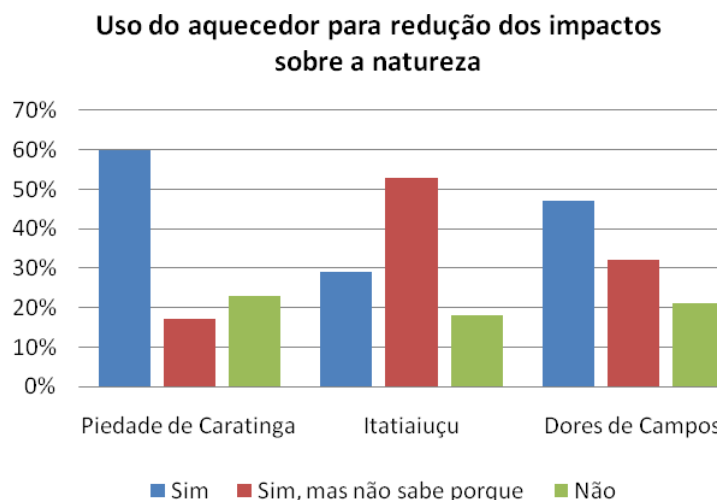
Em Dolores de Campos, quando se perguntou diretamente à população residente se o aquecedor solar pode reduzir os impactos sobre o meio ambiente, 21% dos respondentes disseram não acreditar que o uso do aquecedor pode ajudar a reduzir os impactos ambientais. Por outro lado, contrariando o pequeno percentual de respondentes da questão anterior que apontaram a preservação da natureza como uma das finalidades do aquecedor solar, 47% dos participantes responderam que o aquecedor poderia reduzir os impactos sobre a natureza (Figura 28). Alguns moradores demonstraram valorizar esse equipamento diante do benefício ambiental que ele pode trazer:

Quando começamos olhar por esse lado vemos que a tecnologia avançou para esse sentido, vendo que a gente utiliza a natureza sem prejudicar ela. Sendo que para utilizar a energia elétrica temos que as vezes desmatar e inundar cursos de rios. (Morador de Dolores de Campos)

Na medida em que se economiza energia, estamos economizando água e num futuro mais próximo teremos um resultado. (Morador de Dolores de Campos)

Por outro lado, 32% dos moradores que consideram que o aquecedor pode reduzir os impactos sobre a natureza não souberam justificar sua resposta, afirmando muitas vezes:

Eles falam que sim, mas não sei responder. (Morador de Dolores de Campos)



**Figura 28 – Uso do aquecedor solar para redução dos impactos na natureza nos conjuntos habitacionais avaliados. Fonte: resultados da pesquisa.**

#### **4.5. Discussão dos Resultados**

Buscou-se fazer uma discussão comparando os três municípios estudados, onde, mesmo tendo características culturais e econômicas distintas, a população residente nos conjuntos residenciais analisados demonstra opiniões e vivências semelhantes, relativas ao objeto de estudo – o aquecedor solar instalado nos casas da COHAB-MG, do Programa Lares - Habitação Popular.

Como visto, pode-se almejar como construção que se adéque ambientalmente e colabore na redução dos impactos aquelas que atendam às dimensões da sustentabilidade em todos os aspectos analisados nesta pesquisa: sociais, econômicos, culturais, ecológicos.

A partir da pesquisa realizada, verifica-se que os impactos positivos gerados na população beneficiada são muitos, porém a população contemplada com o sistema de aquecimento não está consciente da abrangência de benefícios ambientais e sociais que esta tecnologia pode gerar.

Em todos os conjuntos habitacionais avaliados, a maior parte da população residente corresponde aos primeiros moradores, ou seja, aos beneficiários selecionados pela COHAB-MG. É importante ainda ressaltar que a faixa mais atendida pelo Programa nos conjuntos estudados é a de 0 a 3 salários mínimos.

De modo geral, nos três casos avaliados, os moradores mostram-se adaptados à utilização do aquecedor solar e satisfeitos com a tecnologia, destacando a economia de energia elétrica como principal vantagem decorrente do seu uso.

Sob este aspecto, ao comparar o percentual dos respondentes nos três municípios que afirmam não ter passado por treinamento para utilização do aquecedor solar com o alto percentual que afirma saber utilizá-lo, pode-se afirmar que o sistema é de simples manuseio e, portanto, adequado a uma população que demonstra um índice de escolaridade baixo.

Conforme dados da Soletrol (2001) *apud* Fantinelli (2002), através de pesquisas realizadas em edificações onde foram instalados coletores solares, pode-se estimar uma economia que varia entre 35% a 50%, afirmando ainda que a água aquecida em uma residência unifamiliar chega a representar 19,6% do seu consumo de energia elétrica, o que representa até 10% de economia na renda familiar. Nos estudos de caso realizados nesta dissertação, verificou-se que há municípios em que a economia citada pelos moradores ultrapassa a 50%, relativa ao que era pago de energia elétrica anteriormente à instalação do aquecedor solar. Assim, no caso desta pesquisa, os resultados positivos encontrados por outros autores relativamente à economia de energia, estendem-se às condições específicas da habitação de interesse social, onde se verificou uma significativa economia financeira na conta de energia elétrica das famílias, nos três conjuntos habitacionais, o que é muito significativo, tendo em vista a pequena renda das famílias atendidas, que não ultrapassa 3 salários mínimos.

Como aspecto cultural, nos três municípios constatou-se a satisfação dos moradores em tomar banhos mais longos, tendo a certeza de possuir água quente na sua casa, relatando que nos conjuntos residenciais há oscilação do fornecimento de energia elétrica, e ainda a despreocupação com a conta de energia. Estes aspectos estão relacionados com o conforto gerado com a instalação do aquecedor solar.

A investigação mostrou que a abundância de água aquecida fez com que os usuários passassem a consumi-la para os mais variados fins, desde a higiene pessoal, a lavagem da louça, e até para a limpeza da moradia, mesmo sem que haja instalações adequadas para esses fins.

Observou-se que quanto maior o índice de escolaridade da população, mais ampla é a sua visão em relação às vantagens geradas pela instalação do aquecedor solar. Por exemplo, Dorés de Campos foi o município onde obteve-se o maior índice de escolaridade, e é o município onde o conforto no banho se destaca como aspecto relevante na avaliação dos moradores. Por outro lado, o município onde os moradores demonstraram maior conscientização ambiental (Piedade do Caratinga), foi o que possui menor índice de escolaridade, embora os entrevistados não soubessem justificar suas respostas. Portanto, não se pode inferir que o índice de escolaridade interfere na conscientização ambiental.

Pode-se inferir, pelas respostas dadas aos questionários, que a satisfação com o sistema constitui-se no fato de que a moradia passou a usufruir de um benefício, sem que houvesse o aumento no orçamento familiar, com despesas em energia elétrica para o aquecimento de água. Como consequência, a redução na conta de energia pode fazer com que os moradores invistam em outras necessidades como saúde, educação, alimentação e até mesmo o lazer, cumprindo os objetivos iniciais do programa.

É importante levar em consideração que os benefícios trazidos pelo sistema de aquecimento não podem ser anulados mediante a falta de recursos financeiros dos moradores para manter e reparar possíveis danos que o aquecedor possa vir a sofrer. A possibilidade de manutenção do sistema de forma adequada aos recursos financeiros da população deve ser o requisito mais importante de toda essa ação.

Observou-se que a população não está consciente da necessidade periódica de manutenção que deve ser feita no sistema de aquecimento solar para que ele mantenha a sua eficácia.

As manutenções necessárias são passadas para os moradores através do manual do usuário, porém o índice de escolaridade da população analisada é baixo, o que pode prejudicar o entendimento desse manual, gerando um desconhecimento dos deveres em relação ao aquecedor solar.

Do mesmo modo, através das observações *in loco*, pode-se notar que os telhados das habitações não oferecem facilidade de acesso ao equipamento, o que pode interferir, inibindo a manutenção e a limpeza. Segundo um morador de Piedade de Caratinga, ao tentar acessar o telhado para verificar o aquecedor solar, algumas telhas foram quebradas, havendo prejuízo financeiro.

Ainda se observa a necessidade de realização de um treinamento não só para a utilização, mas também para manutenção do sistema, para que a vida útil do equipamento seja prolongada. Deve-se preocupar também com a manutenção após o prazo de garantia oferecido pela empresa. É importante neste sentido promover um programa de manutenção para que, no futuro, esses aquecedores não se tornem “lixos tecnológicos” nos conjuntos habitacionais.

O uso dessas tecnologias e equipamentos exige treinamento por parte dos moradores, o que é possível e viável. Com a capacitação dos moradores, a otimização dos equipamentos garantirá a redução de custos com manutenção e trará também benefícios ambientais.

Em relação à conscientização ambiental que pode ser gerada através da utilização de tecnologias de economia de recursos naturais como essa, pode-se concluir que apenas uma pequena parcela da população é consciente de que o aquecedor tem uma abrangência maior do que a relativa apenas à economia gerada

para a população, e é um passo em busca de habitações mais equilibradas com o meio ambiente. Entende-se que a população conscientizada utilizará o sistema com mais clareza, e ainda estenderá seus benefícios sob diversos outros aspectos da vida comunitária, sendo conscientizada ainda em relação à utilização da água, em relação à coleta de lixo, etc.

## 5. CONCLUSÕES

---

Nesta pesquisa objetivou-se identificar os impactos gerados com a inserção de sistemas de aquecimento de água na habitação de interesse social, produzida pela COHAB – Programa Lares – Habitação Popular, em cidades de pequeno porte em Minas Gerais, com a finalidade de compreender se esta iniciativa pode ser classificada como sustentável do ponto de vista econômico, social, ecológico e cultural.

Buscou-se ainda pesquisar as principais razões que motivaram a implantação dos coletores solares por parte da COHAB-MG, caracterizando os municípios estudados para entender se a utilização do sistema de economia de energia despertou conscientização ambiental na população contemplada, se gerou economia financeira e ainda se é adequado aos hábitos e costumes da população que utiliza essa tecnologia. É importante ressaltar que os custos do aquecedor solar são financiados pela CEMIG, portanto, nem a COHAB-MG, nem os moradores têm esse valor repassado.

A avaliação foi desenvolvida nas cidades de Piedade de Caratinga, Itatiaiuçu e Dolores de Campos. Nesses municípios foi feita uma Avaliação Pós-Ocupação Comportamental, buscando através de questionários aplicados à população dos conjuntos habitacionais e de observações *in loco*, entender diversos aspectos relacionados à incorporação do aquecedor solar.

### 5.1. Resumo dos resultados e respostas as perguntas da pesquisa

A revisão de literatura apresentada nos primeiros capítulos e as entrevistas semi-estruturadas realizadas com os agentes institucionais proporcionaram fundamentos necessários ao entendimento da proposta da COHAB-MG e à análise dos dados levantados junto à população.

Os resultados obtidos mediante a realização dos estudos de casos foram replicados na maioria dos aspectos investigados, principalmente relativos à satisfação dos usuários, quando se tratou do impacto financeiro.

A principal razão que motivou a COHAB-MG a instalar os aquecedores nas residências foi a melhoria das condições de vida da população para que reduzissem os índices de inadimplência junto à Companhia, possibilitando, em decorrência, maiores investimentos em alimentação, saúde e na quitação de seus débitos. Embora a pesquisa tenha demonstrado uma economia significativa na conta de energia elétrica, não se pode afirmar se esta economia contribuiu para a redução da inadimplência nem se representou melhoria nas condições de vida da população residente. Assim sendo, alguns dos objetivos da Companhia estão sendo atingidos,

visto que a grande maioria da população afirma e ressalta a economia de energia como principal fator relativo à instalação do aquecedor solar.

Sob o ponto de vista social concluiu-se se que o nível educacional da população residente não interferiu na utilização do sistema de coletor solar, o que demonstra que o sistema adotado é suficientemente simples e que a população não precisa de treinamento específico para aprender a utilizá-lo. Por outro lado, constatou-se que a população ainda não tem consciência do seu papel de mantenedora do sistema de aquecimento solar, e de que a vida útil do equipamento depende de sua manutenção adequada no decorrer do tempo e do uso. A falta de manutenção dos equipamentos pela população residente pode ser relacionada ao nível educacional, já que esta recebe um manual de instruções de uso do aquecedor solar que indica as manutenções periódicas necessárias. A falta de manutenção do equipamento por parte dos moradores pode vir a comprometer, futuramente, o bom desempenho do sistema. Esta constatação aponta para a necessidade de continuidade de trabalhos de avaliação do desempenho do sistema implantado pela COHAB-MG e, sobretudo, para a incorporação de ações continuadas visando à orientação periódica das famílias beneficiárias, seja por parte da equipe da COHAB-MG ou das Prefeituras, sob pena de se perder o investimento realizado.

Do ponto de vista do impacto social e cultural, verificou-se que, embora a população residente nos conjuntos habitacionais ainda mantenha alguns vínculos com a área rural, seus hábitos e valores culturais não interferiram na adaptação ao sistema de energia solar, pois, ao contrário, eles demonstraram estar completamente adaptados ao uso do equipamento e reconheceram o ganho de conforto obtido com a utilização do aquecedor solar. Alguns entrevistados afirmaram que o dinheiro economizado na conta de energia auxilia em outros gastos, além da vantagem de propiciar banhos mais longos, sem a preocupação com o consumo de energia elétrica. Concluiu-se, portanto, que a incorporação do sistema de aquecimento solar é perfeitamente bem assimilada pela população residente nos conjuntos residenciais analisados e independe do porte demográfico dos municípios e dos hábitos dos moradores.

Do ponto de vista da sustentabilidade econômica, a incorporação do aquecedor solar na habitação de interesse social trouxe economia financeira relevante nos conjuntos residenciais avaliados. Embora haja estudos que indiquem a redução no consumo de energia elétrica decorrente da instalação de aquecedores solares de água em alguns casos, a presente pesquisa indicou que, nos conjuntos residenciais analisados, a economia financeira na conta de energia é de aproximadamente 55%, como média dos três municípios. No caso específico da habitação de interesse social,

este percentual representa uma economia muito significativa, uma vez que a faixa salarial atendida é muito baixa.

Embora a população residente tenha clara percepção das vantagens econômicas e financeiras geradas pela implantação do coletor solar, não há consciência da importância da incorporação da tecnologia sob o aspecto ambiental.

Do ponto de vista da conscientização ambiental, concluiu-se que a população não está conscientizada dos benefícios ambientais gerados pela utilização do aquecedor solar de água, sendo poucos os casos onde há uma referência à sustentabilidade que se busca com a utilização dessa tecnologia. O baixo nível de escolaridade pode ser um aspecto que interfere diretamente nesta percepção.

## **5.2. Contribuição para investigação**

Observou-se perante todos os dados levantados pela pesquisa que as questões relacionadas à economia financeira são as mais relevantes segundo o ponto de vista da população. Porém a economia financeira em um programa como este não é gerada apenas pela economia de energia elétrica, mas por vários aspectos que o compõem.

Sob este prisma, entende-se que seria importante que o projeto arquitetônico fosse pensado de modo sistêmico, ou seja, já preparado para inclusão do aquecedor solar, mesmo que posteriormente. Esta sugestão refere-se à incorporação formal do equipamento ao telhado, garantindo melhor qualidade volumétrica e o acesso facilitado à cobertura para efetuação das manutenções apropriadas.

Para que o Programa Lares – Habitação Popular apresente melhor desempenho e alcance eficiência sobre outros aspectos além dos levantados pela COHAB-MG, seria importante que se investisse na conscientização da população residente acerca da necessidade de manutenção dos aquecedores, assim como na existência de assistência técnica após o período de garantia.

Ainda persistem alguns desafios para que haja um maior aproveitamento da tecnologia de aquecimento solar mediante a contribuição para a sustentabilidade. É relevante ressaltar que um programa de conscientização ambiental atuante nos conjuntos habitacionais traria ganhos à população, possibilitando a criação de uma preocupação ambiental que poderia se refletir sobre os demais aspectos da vida familiar, trazendo ganhos como economia de água, gerenciamento de resíduos sólidos, entre outros. Essas ações influenciariam diretamente na qualidade de vida da comunidade.

Juntamente a isso, seria importante esclarecer alguns comportamentos relativos ao uso do aquecedor, que, em alguns casos, prejudicam o uso da água aquecida, como noções sobre tempo ideal de banho versus número de moradores, além de medidas para temporadas sem insolação.

Portanto, observa-se que a ação de incorporação do aquecedor solar na habitação de interesse social traz melhorias para a vida das famílias contempladas, porém se acompanhada de um trabalho social poderia aumentar a abrangência dos benefícios concedidos a essa população, caracterizando-se como um importante passo na busca de uma habitação social equilibrada, em prol da sustentabilidade.

Considerando-se que a inserção do aquecimento solar nas casas do Programa Lares - Habitação Popular é recente, ressalta-se a importância de iniciativas como esta, e espera-se para um futuro próximo a consolidação desse programa juntamente a ações sociais que vão conscientizar e trazer melhorias para população sob os aspectos abordados.

Em síntese, os principais impactos gerados com a incorporação do aquecedor solar na habitação de interesse social, no caso dos pequenos municípios do estado de Minas Gerais, são: primeiramente, a economia financeira, que interfere diretamente na qualidade de vida dessa população, causando um segundo impacto que é o aumento do conforto, sob aspectos como uso de água aquecida e aumento do tempo de banho, sem que isto represente ônus na conta de energia elétrica. Porém, sob o ponto de vista ambiental, há um longo caminho a ser percorrido em busca de comunidades que utilizem a tecnologia com consciência dos ganhos que são gerados relativamente à economia dos recursos naturais.

### **5.3. Recomendações para próximos trabalhos**

Recomendam-se os seguintes estudos que iriam enriquecer e dar continuidade às pesquisas desenvolvidas até o presente momento.

- Avaliação dos mesmos conjuntos habitacionais após o tempo de garantia do produto (5 anos).
- Avaliação da eficiência do sistema de aquecimento solar utilizado, buscando sua otimização dentro de um orçamento adequado à habitação de interesse social.
- Estudo sobre outros sistemas de economia de energia que poderiam ser utilizados na habitação de interesse social.
- Pesquisa sobre impactos da introdução do aquecedor solar nos conjuntos habitacionais da COHAB-MG, com um aumento da amostragem, sem limite de população por município, a fim de

estabelecer um quadro geral da eficiência do sistema no estado de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ADAM, R. S. **Princípios do Ecoedifício: Interação entre Ecologia, Consciência e Edifício**. São Paulo: Aquariana, 2001.

ALVA, E. N. **Metrópoles (in) sustentáveis**. Rio de Janeiro: Reluma Duramá, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO (ABRAVA). **Portal Abrava**. São Paulo, c2001. Disponível em: <http://www.abrava.com.br>. Acessado em 31 de maio de 2008.

BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. (Eds). **Handbook of environmental psychology**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

BORGES, T. **Síntese Otimizada de Sistemas de Aquecimento Solar de Água**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

CEMIG. **Relatório de Sustentabilidade 2007. Relatório básico**. Disponível em: <http://cemig.infoinvest.com.br/static/ptb/arquivos/Relatorio%20de%20Sustentabilidade%202007.pdf>. Acessado em: 01 de março de 2010.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1995.

COHAB – MG. **Manual de Orientações à Prefeitura/Conselho Municipal de Habitação sobre Processo de Cadastramento**. Belo Horizonte, 2010. 45 p.

COHAB. **Aquecedor Solar**. Disponível em: <http://www.cohab.mg.gov.br/>. Acessado em: 15 de maio de 2010.

COHAB. **Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.cohab.mg.gov.br/>. Acessado em: 28 de novembro de 2009.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CORCUERA, D. **Edifício de Escritórios: O Conceito de Sustentabilidade nos Sistemas de Vedação Externa**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

DIAS, E. C. **Construção e cidades sustentáveis**. Revista Conjuntura da Construção, ano VII, no 02, Junho de 2009. Disponível em: [http://www.sindusconsp.com.br/teste\\_secoes.asp?categ=16&subcateg=75&goframe=publicacoes](http://www.sindusconsp.com.br/teste_secoes.asp?categ=16&subcateg=75&goframe=publicacoes). Acessado em: 28 de outubro de 2009.

DORIS, C.C.K. K., et al. **Da pós ocupação à avaliação de projeto: diretrizes de implantação de conjuntos habitacionais de interesse social no Estado de S. Paulo, Brasil**. Disponível em: [http://www.fec.unicamp.br/~doris/pt/artigos/con\\_html/pdf/ENTAC2004\\_conjuntos\\_habitacionais.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~doris/pt/artigos/con_html/pdf/ENTAC2004_conjuntos_habitacionais.pdf). Acessado em: 12 de novembro de 2009.

FANTINELLI, J. T. **Tecnologia Solar de interesse social e baixo custo para aquecimento de água na moradia**. Dissertação (Mestrado em Planejamento de

Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

FRAIDENRAICH, N. **Tecnologia Solar no Brasil. Os próximos 20 anos.** Disponível em: [http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper\\_Fraidenraich.pdf](http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Fraidenraich.pdf). Acessado em: 18 de abril de 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Ed. Atlas, 1999.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: julho de 2010.

KRÜGER, E. L.; DUMKE, E. M. S. **Avaliação integrada da Vila Tecnológica de Curitiba.** Disponível em: <http://www.utp.br/tuiutienciaecultura/FACET/FACET%2025/PDF/Art%204.pdf>. Acessado em: 12 de novembro de 2009.

KUHN, E. **Habitacões de baixo custo mais sustentáveis.** Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/131/imprime73357.asp>. Acessado em: 02 de maio de 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

LANHAM, A.; GAMA, P.; BRAZ, R. **Arquitetura Bioclimática.** Perspectivas de inovação e futuro. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. 2004.

LAY, M. C.; REIS, A. **Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 21-36, abr./jun. 2005.

MARCELO, V. C. C.; VIZIOLI, S. H. T. e ANGINELI, C. M. de M.. **Construção Participativa de Indicadores de Sustentabilidade da Construção Habitacional nas Comunidades de Santo André.** Disponível em: <http://www.usp.br/nutau/CD/150.pdf>. Acessado em: 12 de novembro de 2009.

MARTE, C. L. **Automação Predial: a inteligência distribuída nas edificações.** São Paulo: Carthago & Forte, 1995.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. e ECHER, M. P. de S. **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário – o Projeto Swera.** In: Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 145 – 159, (2004). Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br>. Acesso em: 20 março de 2010.

MASCARÓ, L. R.. **Luz, clima e arquitetura.** 3a ed. São Paulo: Nobel, 1983.

MEDEIROS, H. **Etiquetagem energética classifica edificações.** Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/procel-edifica-etiqueta-de-11-12-2009.html>. Acessado em: 28 de novembro de 2009.

MEIRIÑO, M. J. **Arquitetura e Sustentabilidade.** Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp227asp>. Acessado em: 16 de setembro de 2006.

MESQUITA, L. C. S. **Panorama atual da utilização de aquecimento solar.** In: Fontes Não-convencional de Energia: As tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa, 2ª ed., Florianópolis: Ed da UFSC, 1999. p 29-44.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Cadernos do Ministério das Cidades.** Brasília: MCidades/Governo Federal, 2004.

Ministério Das Cidades. **Política Nacional De Habitação.** Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/politica-nacional-de-habitacao>. Acessado em: 28 de outubro de 2009.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Brasileiro da qualidade e produtividade do habitat.** Brasília: MCidades/Governo Federal, 2005.

MORAES, Odair Barbosa. **Tecnologia, habitação e desenvolvimento sustentável.** Disponível em: [http://odairmoraes.pcc.usp.br/Nova\\_pasta/doc31459.pdf](http://odairmoraes.pcc.usp.br/Nova_pasta/doc31459.pdf). Acessado em: 12 de novembro de 2009.

MÜLFARTH, R. C. K. **Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental.** Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NÓBILE, Alexandre Amato. **Diretrizes para a sustentabilidade ambiental em empreendimentos habitacionais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)** Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

OLIVEIRA, L. F. **Os novos modos de morar: Uma Proposta Sustentável para a Habitação Multifamiliar em Viçosa.** Viçosa: UFV/DAU. Monografia de conclusão de graduação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ORNSTEIN, S. W. **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído.** São Paulo: Estúdio Nobel: Editora Universidade de São Paulo, 1992.

PIAZZAROLLO, R. G. **Inteligência e educação – a inteligência predial aplicada aos espaços didáticos universitários.** Viçosa: UFV/DAU. Monografia de conclusão de graduação (Departamento de Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PROSHANSKY, H.; ITTELSON, W.; RIVILIN, L. **The influence of the physical environment on behavior: some basic assumptions.** In: PROSHANSKY et al. (Ed.) Environmental psychology: man and his physical setting. New York: HOLT, Rinehart and Winston, 1970. P. 27-36.

REW Renewable Energy World. **Israel - A practical and legislative model.** March-April, 2000, vol.3, n. 2, p. 92-99.

RÍSPOLI, I. A. G. **O aquecedor solar brasileiro – teoria e prática em prol de uma transferência de tecnologia sustentável.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

ROAF, S. **Ecohouse – A casa ambientalmente sustentável.** Sue Roaf, Manuel Fuentes, Stephanie Thomas; tradução Alexandre Salvaterra. 3ª Edição – Porto Alegre: Bookman, 2009.

RODRIGUES, D. **Um banho de sol para o Brasil: o que os aquecedores solares podem fazer pelo meio ambiente e sociedade.** Délcio Rodrigues e Roberto Matajs. São Lourenço da Serra: Vitae Civilis, 2005.

ROLNICK, R. **Compra De Terreno E Reforma Com Recursos Do Minha Casa Minha Vida Ainda Não Valem Por Falta De Regras.** Disponível Em: [Http://Raquelrolnik.Wordpress.Com/Tag/Minha-Casa-Minha-Vida](http://Raquelrolnik.Wordpress.Com/Tag/Minha-Casa-Minha-Vida). Acessado Em: 20 De Outubro De 2009.

ROMERO, M.; ORNSTEIN, S. **Avaliação Pós-ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social.** Disponível em: [http://habitare.infohab.org.br/publicacao\\_colecao1.aspx](http://habitare.infohab.org.br/publicacao_colecao1.aspx). Acessado em: 30 de março de 2009.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI.** São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.

SILVA, I. C. C., ARANTES, P. T. L., TIBÚRCIO, T. M. de S. **Arquitetura sustentável em edifícios educacionais.** Relatório ( Iniciação Científica, CNPQ). Universidade Federal de Viçosa, 2008.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística.** 9ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VARELLA, F. K. de O. M. **Tecnologia Solar Residencial: Inserção de Aquecedores Solares de Água no Distrito de Barão Geraldo - Campinas.** Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods.** EUA: Sage Publications, 1990.

Consulta aos *websites*:

COHAB-MG – [www.cohab.mg.gov.br](http://www.cohab.mg.gov.br)

Prefeitura de Piedade de Caratinga - [www.prefeiturapiedadedecaratinga.mg.gov.br](http://www.prefeiturapiedadedecaratinga.mg.gov.br)

Prefeitura Municipal de Dores de Campos - [www.portaldoresdecampos.com](http://www.portaldoresdecampos.com)

Site Oficial Da Caixa Econômica Federal - [www.caixa.gov.br/](http://www.caixa.gov.br/)

**ANEXOS**

**QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS FAMÍLIAS – EXEMPLO PREENCHIDO**

16

Questionário – Pesquisa de Mestrado – Izadora Corrêa – UFV/MG					
1- Caracterização Sócio Econômica					
Sexo		Renda familiar			
Feminino <input checked="" type="checkbox"/>	Masculino	0 a 1 S.M. <input checked="" type="checkbox"/>	1 a 3 S.M.	> 3 S.M.	
Origem		Grau de escolaridade - Chefe da família:			
Meio rural	Meio urbano <input checked="" type="checkbox"/>	Até 4a série <input checked="" type="checkbox"/>	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Analfabeto
Número de pessoas na família		Ocupação do chefe da família		Tempo moradia :	
4		TRABALHA SECRETARIA		3 ANOS	
Na sua opinião, há vantagens na instalação de coletor solar nas moradias construídas pela COHAB?			Sim	Não	
			Quais são essas vantagens?		Por quê?
ECONOMIZA NA CONTA DE LUZ.					
Numerar de 1 a 3 os aspectos que você julga mais importantes sobre a instalação do aquecimento solar nas residências do Programa Lares Gerais.			(1) Economia na conta de luz	( ) Sustentabilidade	
			(2) Economia dos recursos da natureza	( ) Comodidade/ Praticidade	
			( ) Água quente no chuveiro	(3) Conforto	
			( ) Aumentar o tempo no banho		
2- Adequação aos hábitos e costumes da população					
Sabe utilizar o aquecedor solar?			Sim	Não	
			Por que?		
Houve algum treinamento para aprender a utilizar o aquecedor solar?			Sim	Não	
			Isso fez falta?		
OS INSTALADORES EXPLICARAM					
O aquecedor solar instalado funciona bem?			Sim	Não	
			Por que?		
Quantas vezes por semana utiliza o aquecedor solar?			1 a 3 vezes	Diariamente	
			5 vezes	Fins de semana	
Aproximadamente, quantas horas por dia utiliza o aquecedor solar?			UNS 30 MINUTOS		
Para quais finalidades utiliza o aquecedor solar?			Banho	Nenhuma	
			Lavar louças	Outras:	
A instalação do aquecedor solar representou maior conforto para a sua família?			Sim	Não	
			Por que?		
PORQUE SO DE ECONOMIZAR JECE TERA OUTRO TIPO DE CONFORTO, COM O DINHEIRO ECONOMIZADO. A ÁGUA É MAIS CONFORTÁVEL.					

Tem fogão a lenha?	Sim	Não
Se sim, para quais usos?	Cozinha Diariamente	
	Cozinha Esporadicamente	
	Aquecer Água	
Utiliza serpentina?	Sim	Não
	Para quais usos?	
<b>3- Economia Financeira</b>		
O aquecedor solar já sofreu algum tipo de manutenção?	Sim	Não
	Por que?	
Se sim, quem fez a reparação?	Cohab	
	Prefeitura	
	A família	
Houve algum gasto financeiro com o aquecedor solar?	Sim	Não
	Foi significativo para a renda da família?	
Se não tivesse o aquecedor solar teria chuveiro elétrico?	Sim	Não
	Por quê?	Por quê?
NÃO É PARA FICAR SEM ÁGUA QUENTE		
O aquecedor solar representa economia na sua conta de energia elétrica? Quanto, em média?	Sim	Não
	Essa economia é significativa? SIM	Por que?
ANTES A MINHA CONTA DE LUZ VINHA QUASE R\$ 80,00 AGORA VEM R\$ 13,00.		
<b>4- Conscientização ambiental</b>		
Você considera o aquecedor solar importante para outras coisas além de aquecer água?	Sim	Não
	Quais?	Por que?
SÓ UTILIZO PARA ISSO.		
Na sua opinião, o aquecedor solar pode reduzir os impactos sobre o meio ambiente?	Sim	Não
	Por que?	Por que?
NA MEDIDA QUE SE ECONOMIZA ENERGIA, ESTAMOS ECONOMIZANDO ÁGUA E NUM FUTURO MUITO PRÓXIMO TEREMOS UM RESULTADO.		