

AVALIAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO SOLAR NO BRASIL

Elizabeth Marques Duarte Pereira - green@pucminas.br

GREEN –Grupo de Estudos em Energia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Alexandre Salomão de Andrade – alexandre.salomao@green.pucminas.br

GREEN –Grupo de Estudos em Energia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Eduardo M. Duarte – eduardo.duarte@green.pucminas.br

GREEN –Grupo de Estudos em Energia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Luciana Penha Carvalho – luciana.carvalho@green.pucminas.br

GREEN –Grupo de Estudos em Energia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Cláudia V. Távora Cabral – claudia.cabral@green.pucminas.br

GREEN –Grupo de Estudos em Energia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Luiz Eduardo Menandro de Vasconcellos - menandro@eletrobras.com

Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras - Divisão de Suporte Técnico de Conservação de Energia

Emerson Salvador – salvador@eletrobras.com

Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras - Divisão de Suporte Técnico de Conservação de Energia

George Camargo dos Santos – george.camargo@eletrobras.com

Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras - Divisão de Suporte Técnico de Conservação de Energia

José Tomaz Vieira Pereira – prof_tomaz@yahoo.com.br

NIPE – Universidade Estadual de Campinas

Jane Tassinari Fantinelli – jane@fem.unicamp.br

NIPE – Universidade Estadual de Campinas

João de Tarso Pallottino – uerj.solar@gmail.com

CEFEN – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Norma Coutinho Guimarães – uerj.solar@gmail.com

CEFEN – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Resumo: A ELETROBRÁS e o laboratório GREEN Solar da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais vêm desenvolvendo, desde outubro de 2006, um programa de ações integrantes do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, objetivando avaliar a situação real das instalações de aquecimento solar no Brasil para finalidade banho e piscina, no setor residencial, de serviços e industrial. Este trabalho tem como objetivo obter uma lista de recomendações orientada ao planejamento do setor de aquecimento solar brasileiro, bem como a formulação de políticas governamentais. O projeto está dividido em três grandes etapas. Na primeira etapa foram levantadas informações referentes ao setor de aquecimento solar brasileiro e definição das cidades que seriam pesquisadas em função de características específicas referentes ao uso do aquecimento solar. Foram selecionadas 7 cidades brasileiras, abrangendo um universo de diferentes aplicações do aquecimento solar. Depois de selecionadas as cidades contempladas no projeto, foi realizado, através de um plano amostral, um estudo estatístico que identificou o número e localização de cada amostra (instalação de aquecimento solar) que deveria ser visitada. Este estudo considerou entre outros fatores, aspectos demográficos, sócio-econômicos e características técnicas das instalações de aquecimento solar. A segunda etapa, ainda em andamento, consiste em uma extensa pesquisa de campo das condições reais de dimensionamento, projeto, instalação, operação, vida útil dos sistemas de aquecimento solar e nível de satisfação dos usuários finais. Em cada uma das 7 cidades estabeleceu-se um convênio com uma universidade ou escola técnica local responsável por realizar os levantamentos de campo. Atualmente o projeto conta com a participação de cerca de 50 pessoas envolvendo professores, alunos, engenheiros, gestores e demais profissionais tornando, portanto, necessária a criação de um portal na internet¹ dedicado ao projeto para congregar informações da equipe, do projeto e receber os dados coletados em campo pelas diversas instituições. O levantamento de campo é realizado através de questionários técnicos desenvolvidos exclusivamente para cada aplicação, os quais são posteriormente lançados na internet. Após o lançamento no portal do projeto, a equipe responsável pelo tratamento dos dados simula a instalação visitada em um aplicativo desenvolvido em Matlab, criado exclusivamente para o trabalho, para dimensionamento e avaliação da fração solar de cada instalação. Ainda estão sendo criados indicadores de qualidade para a instalação de aquecimento solar através da monitoração completa de uma obra, com análises termográficas e avaliação da influência do sombreamento na eficiência global do sistema, com o auxílio do programa Ecotect. O dados de conservação dos equipamentos e de satisfação dos usuários são também avaliados estabelecendo-se um conceito global da instalação. Até o momento mais de 340 instalações já foram visitadas e, em 2008, pretende-se realizar cerca 460 visitas técnicas totalizando um universo de mais de 800 instalações avaliadas. A terceira etapa do trabalho consistirá na consolidação dos dados e elaboração de um plano de trabalho para o setor de aquecimento solar brasileiro. Este projeto, de âmbito nacional, é inédito e será uma grande contribuição para o governo brasileiro e demais agentes envolvidos ao setor de aquecimento solar nacional tornando-se norteador de ações e incentivos para promoção do uso maciço do aquecimento solar no país.

Palavras-chave: Aquecimento Solar, Indicadores de qualidade para sistemas de aquecimento solar, Análise de sombreamento, Análise de Escoamento.

¹ www.green.pucminas.br

1. INTRODUÇÃO

A ELETROBRÁS e o INMETRO, com apoio dos laboratórios GREEN Solar/PUC Minas e do IPT/USP, coordenam o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares e Reservatórios Térmicos desde 1997. Entretanto, tem-se questionado o verdadeiro impacto do aquecimento solar como medida de eficiência energética na matriz energética brasileira, que não dependeria apenas da qualidade e desempenho térmico dos produtos, mas também da inserção destes na obra, seu dimensionamento adequado e da qualidade do projeto, instalação e manutenção executada.

Para responder a tal questionamento, a partir de outubro de 2006, iniciou-se um programa de ações, integrantes do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, com vistas à caracterização e análise de 800 sistemas de aquecimento solar de aplicações diversas, em sete regiões do país: Belo Horizonte, Campinas, Bauru, Porto Seguro, Rio de Janeiro, Brasília e Belém. Busca-se, dessa forma, a definição de planos de incentivo ao consumidor e fornecedores, programas de capacitação para empresas fabricantes, projetistas e instaladoras, criação de indicadores de qualidade para instalações de aquecimento solar, além de um refinamento estatístico acerca do panorama atual desse tipo de instalação no Brasil.

Este trabalho trata do setor residencial para as regiões metropolitana de Belo Horizonte, Campinas e Estado do Rio de Janeiro, incluindo avaliação de mercado, obras de pequeno porte, para habitações populares e residências das classes média/alta, e instalações de médio e grande porte, para aquecimento solar central.

2. DEFINIÇÃO DO UNIVERSO DE AVALIAÇÃO

2.1. Caracterização do local estudado

Para cada localidade contemplada no projeto, foram realizados estudos para definição do universo físico e sócio-econômico a fim de caracterizar os sistemas de aquecimento solar existentes para cada uso final, obtendo-se o número de amostras a serem visitadas.

Essa configuração teve por base o levantamento e análise de mapas de Densidade Demográfica, Número de domicílios por Bairro e Renda Média do Chefe da Família (IBGE, 2007), conforme exemplificado na Fig. 1 para Belo Horizonte.

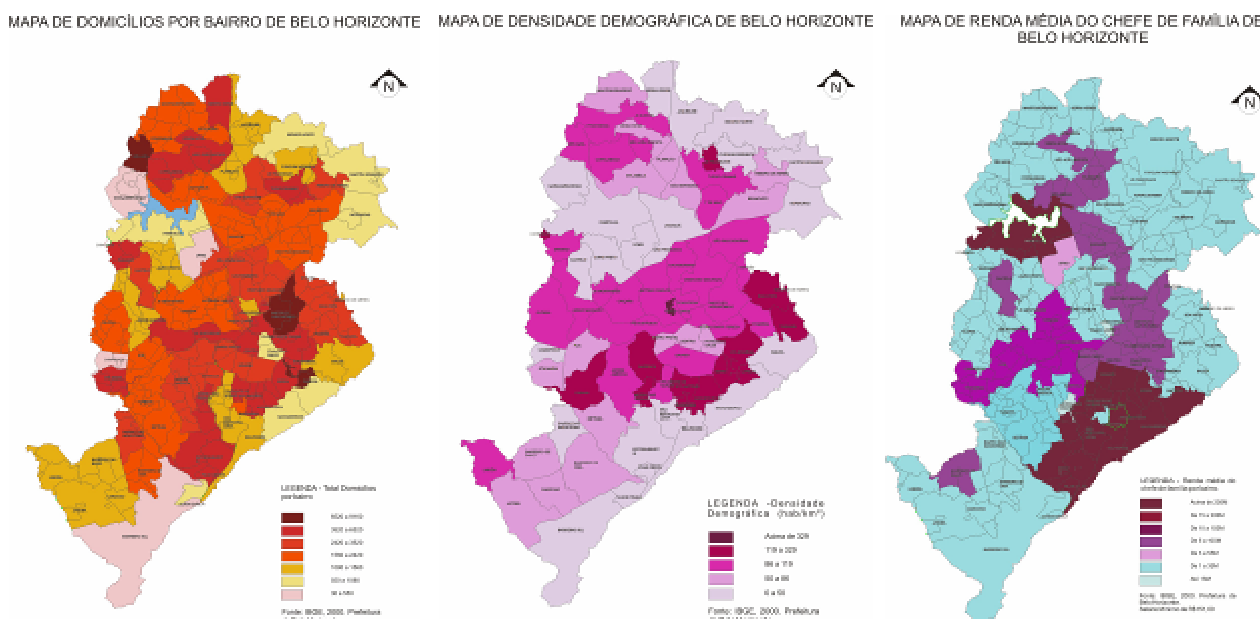


Figura 1 – Mapas de Número de Domicílios por bairro, Densidade Demográfica e Renda Média do Chefe da Família de Belo Horizonte – Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (www.pbh.gov.br)

2.2 Fontes de informação e abordagem adotada

Para o levantamento do universo amostral, a caracterização do local estudado precisa ser acompanhada do levantamento e confirmação do número de instalações de aquecimento solar existentes. Para tal, foi realizada uma pesquisa de campo em cada regional junto às empresas fabricantes, instaladoras, de manutenção, revendas e consumidores finais. A avaliação estatística é discutida no item 2.3.

Foram, então, desenvolvidos questionários específicos para cada fonte: fabricantes, revendas e instalações, como exemplificados na Fig. 2. O *Questionário 01 – Fabricantes* visava o levantamento prévio de informações sobre revendas e instalações realizadas, além de avaliar sua disponibilidade em participar do projeto. O *Questionário 02 – Revendas* teve como o objetivo o levantamento de informações sobre as instalações, além de outros dados relativos à

própria revenda, como por exemplo: número de funcionários, tempo de funcionamento, custos dos produtos comercializados, impacto da Etiqueta do INMETRO e do Selo PROCEL em seu negócio, entre outros. O *Questionário 03 - Instalações* foi aplicado diretamente em algumas obras, para validação da metodologia proposta e avaliação da pertinência dos itens incluídos na pesquisa de campo.



Figura 2 - Esquema de consulta para determinação do plano amostral

Destaca-se ainda que será aplicado outro questionário para fabricantes, onde serão levantados dados específicos relativos à empresa, como por exemplo, processos de fabricação, matérias-primas utilizadas e informações gerenciais, através de entrevista realizada em visita às fábricas pelas equipes do Projeto Eletrobrás.

Para a realização da pesquisa de campo e integração das informações levantadas, foram formadas e capacitadas (FINEP, Ed. Elizabeth Pereira, 2006) equipes de professores e estudantes de graduação nas 3 regionais. Além disso, desenvolveu-se um Portal (Fig.3) dedicado ao projeto, o qual garantia acesso às informações coletadas, agendamento, organização e registro das visitas às revendas e instalações. Cada equipe, através de login e senha exclusivos, realizava o lançamento dos dados na área referente aos questionários, incluindo fotos, documentos e demais anexos, para serem encaminhados aos coordenadores da pesquisa (Fig. 4).

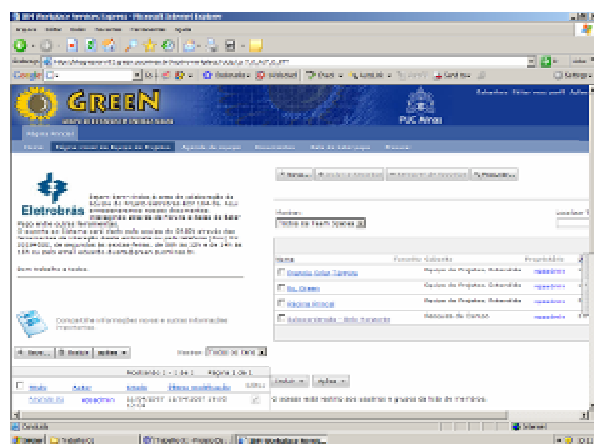


Figura 3 - Home Page Portal Green Eletrobrás/Projetos

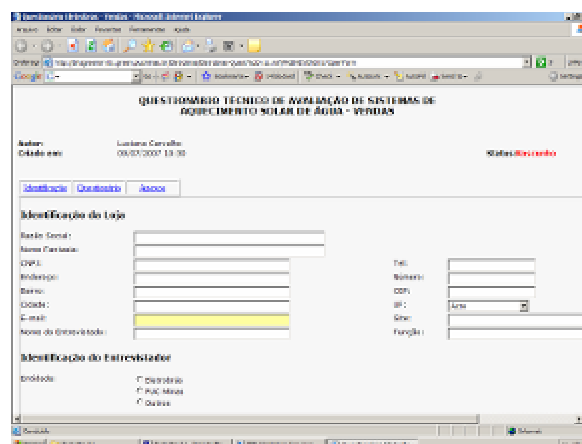


Figura 4 - Página de preenchimento de questionário

2.3. Análise Estatística

Devido à variabilidade das informações coletadas sobre as instalações de aquecimento solar, optou-se pela utilização do plano amostral aleatório estratificado. Neste método, é feita uma sub-divisão da amostra em sub-populações ou estratos, gerando erros menores. Isso ocorre em consequência da diminuição da variação entre unidades de amostras de um mesmo estrato em relação à variância entre unidades de amostra de estratos diferentes.

A determinação do tamanho da amostra foi feita em duas fases. Na primeira etapa, criou-se uma amostra piloto para conhecimento prévio da população, considerando-se o erro amostral máximo igual a 5%. Mesmo valor adotado para o nível de significância do teste. Na segunda etapa, que compreende o cálculo da amostra final, foram utilizados os

resultados obtidos por meio da amostra piloto. O cálculo do número de amostras, na amostragem estratificada com distribuição casual das parcelas, foi feito utilizando-se as equações clássicas, detalhadas por LEITE (2004).

Para a análise dos conglomerados, utilizou-se a técnica de redes neurais, que tem se mostrado bastante eficiente na solução de problemas de análise multivariada, de agrupamentos, de previsão e técnicas hierárquicas aglomerativas: centróide e Ward, quando eram analisadas poucas variáveis e se desejava identificar possíveis agrupamentos e o valor provável do número de grupos (MINGOTI, 2005).

A seleção das parcelas nos respectivos estratos foi feita por *distância Euclidiana* que é uma medida de dissimilaridade (MINGOTI, 2005). De acordo com a complexidade dos dados que estavam sendo tratados, era selecionada uma dessas técnicas para obtenção dos resultados. Para a aplicação destas técnicas e tratamento estatístico dos dados foi desenvolvido um programa computacional em *Matlab*.

Após o tratamento dos dados e separação dos conglomerados, foram calculados os percentuais preliminares das variáveis em análise.

Para o cálculo do número de amostras a serem visitadas, considerou-se um percentual de 20% de falhas no universo de instalações levantadas, o qual está apresentado na Fig 5.

TIPOLOGIA	EDIFÍCIOS	MORADIA ALTA RENDA	MORADIA BAIXA RENDA
LOCALIDADE	BELO HORIZONTE	CAMPINAS	RIO DE JANEIRO
POPULAÇÃO	2000	2217	3235
AMOSTRAS CALCULADAS	112	113	117

Figura 5 – Número de amostras calculadas

3. APLICATIVO DE DIMENSIONAMENTO

Foi desenvolvido, também em *Matlab*, um aplicativo para dimensionamento de área coletora e volume de reservatório térmico (Fig. 6), através de cálculos de radiação em planos de inclinação e orientação arbitrários (DUFFIE, J. A., BECKMAN W. A., 1991; BENETT, I., 1965; COLLARES-PEREIRA, M., RABL, A., 1979; PEREIRA, E. M. D. et al., 1998; INMET, 2007) para qualquer localidade e nível de economia desejado, com base no modelo da Carta – $\mathcal{F}$ (BECKMAN, W. A., KLEIN S. A. and DUFFIE, J. A., 1977). Para avaliação dos dados levantados, referentes aos hábitos diários de banho e uso de outros eletrodomésticos, o programa permite ainda a simulação da conta mensal de energia elétrica para as residências visitadas.

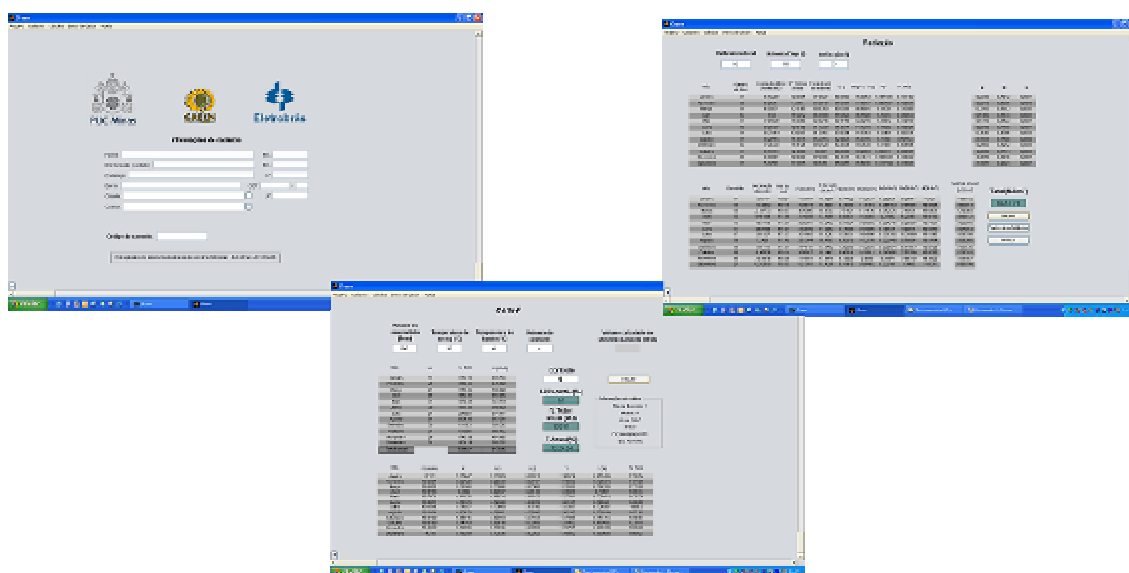


Figura 6 – Aplicativo de Dimensionamento

4. ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS

Inicialmente foram definidos os dados técnicos a serem pesquisados como dimensionamento da área coletora e volume do reservatório térmico, arranjo de coletores e respectiva inserção na obra, condições gerais de instalação e operação, manutenção e vida útil dos equipamentos, que compunham o “Questionário A”. A informações de caráter sociológico e comportamental dos usuários frente ao aquecimento solar de água faziam parte do “Questionário B”. Nessa etapa, foram estudados, ainda, critérios para transferência, armazenamento, e sigilo de informações, assim como, a criação de um Portal na internet exclusivo para o projeto.

Os questionários foram desenvolvidos de forma a englobar todas as variáveis dos diversos segmentos a serem pesquisados permitindo que em cada bloco de investigação (Fig. 7 e 8) apenas a linguagem fosse adaptada para cada uso (moradia popular; moradia de alta e média renda; edifícios residenciais; piscinas, clubes e academias; vestiários; hotéis e pousadas; agro-indústrias). O método investigativo mantido em uma única estrutura para todos os questionários desenvolvidos permite avaliar comparativamente os principais problemas encontrados, facilitando o entendimento sobre as variáveis econômicas, sociais, culturais, climáticas e tecnológicas associadas ao uso dos aquecedores solares de água nos diferentes segmentos citados.



Figura 7 – Parâmetros comportamentais avaliados nos questionários

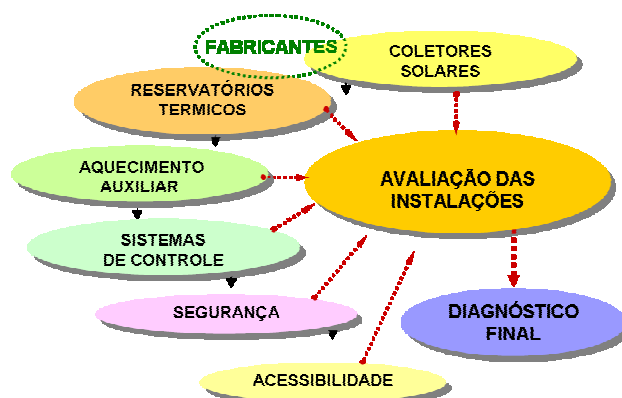


Figura 8 – Parâmetros técnicos avaliados nos questionários

5. LEVANTAMENTO TÉCNICO

Após a definição do número de amostras a ser visitado, iniciava-se o processo de levantamento técnico, onde o grupo, com auxílio de um kit de visita, composto por: GPS, trena, bússola, máquina fotográfica e inclinômetro, coletava informações de orientação e inclinação dos coletores, associação entre baterias, características e identificação de coletores e reservatórios, condições de acessibilidade e segurança, distância entre baterias, obstáculos no entorno dos coletores e sistema de aquecimento auxiliar (Fig. 9). Esses dados eram registrados através do preenchimento dos questionários e elaboração de croquis hidráulico e arquitetônico.



Figura 9 – Visitas técnicas

Em Belo Horizonte, foram visitadas 90 instalações de aquecimento solar, 3494 coletores perfazendo uma área verificada de 7544,9 m² e 226 reservatórios com volume total estimado de 398.100 litros. A Fig. 10 apresenta o número de sistemas residenciais visitados nas demais localidades.

TIPOLOGIA	EDIFÍCIOS	MORADIA ALTA RENDA	MORADIA BAIXA RENDA
LOCALIDADE	BELO HORIZONTE	CAMPINAS	RIO DE JANEIRO
AMOSTRAS VISITADAS	90	94	84

Figura 10 – Número de sistemas de aquecimento solar residenciais visitados

6. INDICADORES DE QUALIDADE DE INSTALAÇÕES DE AQUECIMENTO SOLAR

A elaboração de indicadores de qualidade do SAS (Sistema de Aquecimento Solar) permite avaliar aspectos essenciais para o bom funcionamento de sistemas, através da caracterização de uma obra ideal para as condições específicas do local onde foi implantada.

Essa análise leva em conta o arranjo hidráulico, qualidade dos produtos, sistemas de aquecimento auxiliar, orientação e inclinação dos coletores, sombreamento, acessibilidade, segurança, monitoração e manutenção do sistema.

6.1. Análise de uniformidade de escoamento em baterias de coletores solares

Nas obras de grande porte visitadas, constatarem-se problemas críticos relacionados à distribuição de fluxo nas associações de coletores em série e paralelo. Assim, aproveitando a infra-estrutura das bancadas didáticas do projeto SOLBRASIL / FINEP (Fig. 11), estão previstos ensaios experimentais (em laboratório) para estabelecimento dos critérios de avaliação a serem utilizados. Em uma segunda etapa, os testes serão realizados em obras em condições reais de operação.

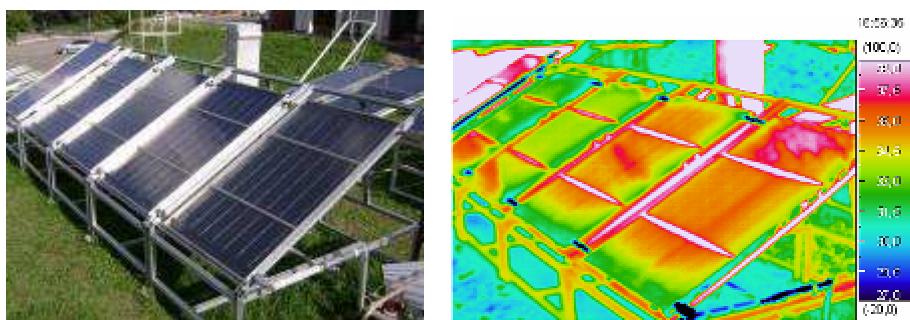


Figura 11 – Bancada didática em operação de ensaio experimental

6.2. Qualidade de produtos

O bom funcionamento do SAS depende, dentre outros fatores, da qualidade e durabilidade dos equipamentos instalados. Nos coletores solares, avaliou-se a oxidação, infiltração, deterioração da tinta, do isolante e vidros trincados ou quebrados. Nos reservatórios térmicos os aspectos analisados foram oxidação e deformação dos suportes, isolamento, identificação e segurança elétrica. Nas instalações residenciais de grande porte os problemas mais recorrentes nos coletores avaliados são de deterioração da tinta, infiltração e oxidação (Fig. 12), com cerca de 12%, 10% e 5% respectivamente. De uma forma geral, relaciona-se o problema de infiltração com a oxidação e problemas na tinta, pois os últimos podem ser consequências do primeiro. Esta constatação reforça a necessidade de ensaios de choque térmico e envelhecimento no Programa Brasileiro de Etiquetagem.



Figura 12 – Exemplos de problemas identificados de oxidação e deterioração de tinta identificados

Em relação aos reservatórios, constataram-se problemas de oxidação ou deformação média ou elevada dos suportes em 21% dos equipamentos avaliados.

Os resultados obtidos referentes à comercialização de equipamentos etiquetados pelo INMETRO, mostram um crescente interesse pelas revendas neste diferencial de mercado. Cerca de 45% das revendas pesquisadas no Rio de Janeiro e 70% em Belo Horizonte, declararam trabalhar apenas com produtos etiquetados, sendo que, 60% delas vendem mais de 80% de seus produtos com Selo PROCEL.

6.3. Sistemas de aquecimento auxiliar

Em instalações residenciais de grande porte, constatou-se a predominância do GLP como sistema de aquecimento auxiliar, com fator de penetração em 74% dos sistemas pesquisados. Enquanto, na região de Campinas, onde se avaliaram instalações residenciais de pequeno porte, classe média/alta, 66% dos sistemas de aquecimento auxiliar são elétricos. Para as residências de baixa renda do Rio de Janeiro, cujos sistemas em sua totalidade foram instalados em programas de eficiência energética da Concessionária de Energia, o sistema auxiliar é sempre elétrico, seja com resistência instalada no reservatório térmico ou com complementação no próprio chuveiro elétrico (aquecedor de passagem).

6.4. Análise do sombreamento

A avaliação do sombreamento em instalações de aquecimento solar é importante para definir o valor da radiação efetivamente incidente no plano dos coletores e seu impacto sobre a economia gerada.

Para a análise de sombreamento das obras, foi desenvolvida uma metodologia para obtenção do nível de sombreamento no plano dos coletores e cálculo de radiação incidente no plano inclinado. Os dados de sombreamento são obtidos no programa de análise ambiental *Ecotect 5.20* (Fig. 13) (ECOTECT, 2007), com auxílio de um *scripting* elaborado pela equipe do laboratório Green Solar. Assim é possível relacionar o decréscimo, decorrente desse sombreamento, no cálculo da fração solar anual da instalação analisada.

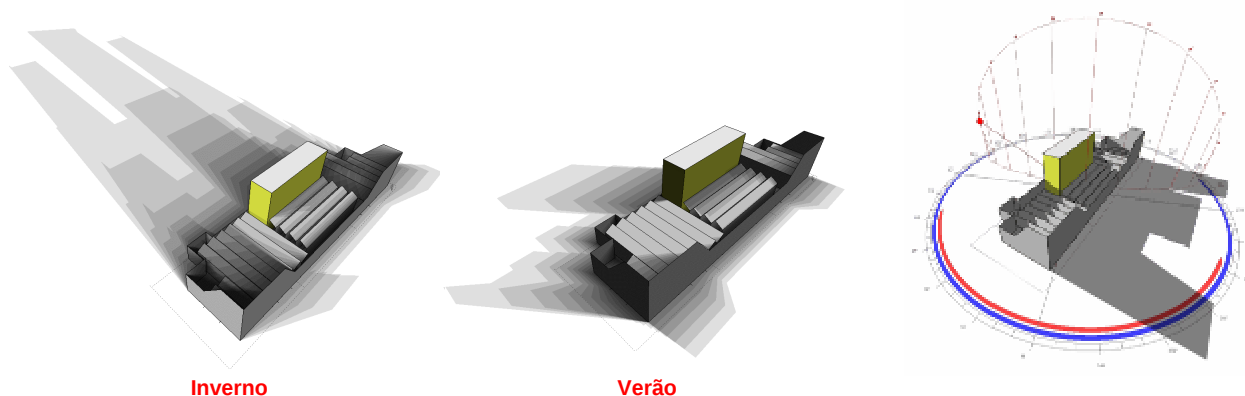


Figura 13 – Simulação de sombreamento para uma instalação pesquisada

Os estudos indicam que a análise do sombreamento deve ser feita a partir de dados horários. Isso ocorre porque é necessário observar a perda de radiação do sistema em períodos diferentes do dia, já que ela se torna mais crítica em horários próximos ao meio-dia. Pode-se identificar a mesma porcentagem de sombra anual para duas instalações diferentes, porém, com perdas desiguais do nível de radiação incidente.

6.5. Segurança, acessibilidade, monitoração e manutenção do sistema

Através do levantamento técnico comprovou-se que os critérios de segurança, acessibilidade, monitoração e manutenção do sistema estão relacionados. Cerca de 30% das instalações de grande porte e 46% das instalações de pequeno porte apresentaram problemas de acessibilidade (Fig. 14), o que dificulta ou impede a manutenção dos equipamentos. Em instalações de grande porte e de pequeno porte nas classes de média e alta renda, cerca de 30% e 67% dos coletores estavam sujos, respectivamente.



Figura 14 – Exemplos de acessibilidade em instalações de aquecimento solar

Com relação aos sistemas de acompanhamento do funcionamento do sistema, identificou-se a ausência de controle dos usuários na medição do consumo de água quente e de gás/energia elétrica do sistema auxiliar. Cerca de 90% das instalações de pequeno porte e 71% das instalações de grande porte não possuem nenhum tipo de sistema de acompanhamento.

7. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados preliminares validaram a metodologia desenvolvida para levantamento de campo de informações técnicas, comportamentais e sócio-econômicas realizado nas cidades de Belo Horizonte, Campinas e Rio de Janeiro, totalizando-se 347 visitas técnicas em sistemas de aquecimento solar. A consolidação e quantificação dos resultados irão gerar indicadores de qualidade para instalações de aquecimento solar, com vistas à elaboração de um *Manual de Boas Práticas*, além da definição de um plano de ações para o setor do aquecimento solar no país.

8. REFERÊNCIAS

- BECKMAN, W. A., KLEIN S. A. and DUFFIE, J. A., Solar Heating Design by the f-Chart Method, Wiley Interscience, New York (1977).
- BENETT, I., Monthly Maps of Mean Daily Insolation for the United States, Solar Energy, 1965.
- COLLARES-PEREIRA, M., RABL, A., The average Distribution of Solar Radiation – Correlations between Diffuse and Hemispherical and between Daily and Hourly Insolation, Solar Energy, V. 22, p. 155, 1979.
- DUFFIE, J. A., BECKMAN W. A., Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, INC, 2ª Edição, 1991.
- ECOTECT – Building Analysis for Designers – www.squ1.com acessado em abril de 2007.
- FINEP. Curso de Capacitação em Energia Solar - Projeto SolBrasil – Manual do Professor. Ed. Elizabeth Pereira. Belo Horizonte – 2006.
- LEITE, H.G. Considerações sobre amostragem. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa. 2004.
- LIU, B. H., JORDAN, R. C., The Interrelationship and Characteristic Distribution of Direct, Diffuse and Total Solar Radiation, Solar Energy, V. 4, N.3, 1960.
- MINGOTI, S. A.; Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada – Uma Abordagem Aplicada. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2005.
- PEREIRA, E. M. D. et al. Software SISCOS VERSÃO 3.0 – Dimensionamento de Instalações Solares de Médio e Grande Portes, FAPEMIG, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – Banco de Dados, Cidades, Belo Horizonte – MG, pelo site www.ibge.gov.br acessado em junho de 2007.
- PREFEITURA DE BELO HORIZONTE pelo site www.pbh.gov.br acessado em junho de 2007.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET – pelo site www.inmet.gov.br acessado em junho de 2007.

Abstract. ELETROBRÁS and GREEN – Energy Studies Group, Pontifical Catholic University of Minas Gerais laboratory, are developing, since October 2006, a project pertaining to PROCEL - National Program of Electric Energy Conservation, to evaluate the real situation of the solar water heating installations in Brazil for sanitary and swimming pool water heating, in the residential, services and industrial sector. This project, nationwide, is unprecedented and will be a great contribution to the Brazilian government policies formulations and other actors of the national solar water heating sector, guiding actions and incentives to promote massive and sustainable use of solar water heating in the country. The project is divided into three main stages. In the first stage was raised information concerning the Brazilian solar water heating sector and defined the cities that would be researched according to specific characteristics related to the use of solar water heating. In this step were selected 7 Brazilian cities, covering a

whole of different applications of solar water heating. After the cities selection, was realized, through a sampling plan, a statistical study that identified the number and location of each sample (i.e. solar water heating installation), which should be visited. This study considered, among other factors, demographic, socio-economic and technical aspects of the solar installations. Next stage, still on progress, consists in an extensive field research of the real conditions of design, installation, operation, maintenance and satisfaction level of end users. In each city was set up an agreement with a local university or technical school responsible to arrange the local field research. About 50 people are currently participating in the project including researchers, students, engineers, managers and other professionals leading to the need of a website² creation dedicated to the project, link the team and receive data collected in the field. The field research is realized through technical questionnaires exclusively developed for each application, which is subsequently released on the internet. Once launched in the project website, a group of experts professionals was responsible for processing the data, simulate the visited installations in a software developed in Matlab, created exclusively for the project, and make an extensive technical evaluation of the system hydraulic arrangement. In addition, quality indicators will be created through complete system examination with thermographic analysis and incident shading influence evaluation in Ecotect software. The data for the equipments conditions and users satisfaction are also evaluated setting an overall condition of the installation. So far, more than 340 solar water heating installations have been visited and, in 2008, about 460 technical visits will be performed, reaching more than 800 installations evaluated. In the third stage will be prepared a work plan aimed at encouraging and subsidizing the Brazilian solar water heating sector.

Key words: Solar water heating, quality indicators for solar water heating systems, shading analysis, flow analysis.

² www.green.pucminas.br