



sushi
sustainable social
housing initiative

LIÇÕES APRENDIDAS

***Soluções para sustentabilidade em
Habitação de Interesse Social com
a Companhia de Desenvolvimento
Habitacional e Urbano do Estado de
São Paulo (CDHU)***

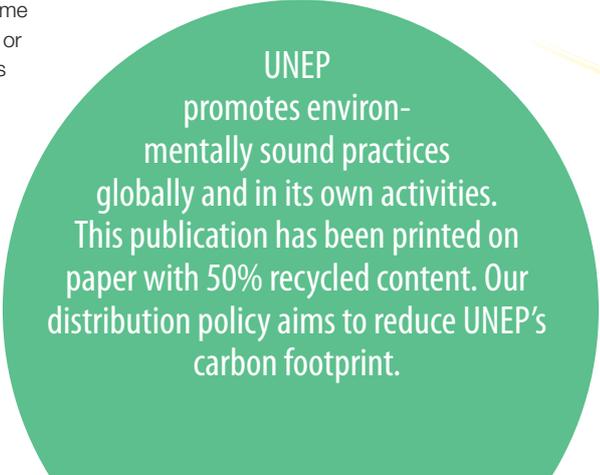
Copyright © United Nations Environment Programme, 2010

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from the United Nations Environment Programme.

Disclaimer

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the United Nations Environment Programme concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning delimitation of its frontiers or boundaries. Moreover, the views expressed do not necessarily represent the decision or the stated policy of the United Nations Environment Programme, nor does citing of trade names or commercial processes constitute endorsement.



UNEP
promotes environ-
mentally sound practices
globally and in its own activities.
This publication has been printed on
paper with 50% recycled content. Our
distribution policy aims to reduce UNEP's
carbon footprint.



sushi
sustainable social
housing initiative

LIÇÕES APRENDIDAS

Soluções para sustentabilidade em Habitação de Interesse Social com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU)



CBCS

Companhia de
Desenvolvimento
Habitacional
e Urbano

CDHU



Autores, parceiros e consultores

Autores:

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS)

Prof. Dr. Vanderley Moacyr John (Prof. Poli-USP e conselheiro)
Msc. Diana Csillag (Diretora)
Dr. Marcelo Vespoli Takaoka (Presidente do Conselho Deliberativo)
Dra. Vanessa M. Taborianski Bessa (Pesquisadora)
Msc. Eliane Hayashi Suzuki (Pesquisadora)

Parceiros:

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU)

Altamir Tedeschi (Técnico da área de projetos de uso racional da água)
Ana Maria Antunes Coelho (Técnica da área de projetos de paisagismo)
Arnaldo Rentes (Técnico da área de projetos de paisagismo)
Eduardo Baldacci (Gestor de eficiência energética)
Fábio Leme (Membro do QualiHab)
Irene Rizzo (Gerente de Projetos)
João Luiz F. Neves (Técnico da área de projetos de eficiência energética)
Leonardo MacDowell de Figueiredo (Membro do QualiHab - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo)
Rafael Pileggi (Membro do QualiHab)
Sandra Pinheiro Mendonça (Superintendente de Desenvolvimento Social)
Stella Bilenjiam (Técnica da área de projetos de eficiência energética)
Valentina Denizo (Técnica das Secretarias do Estado dos Negócios Metropolitanos e do Meio Ambiente)
Viviane Frost (Superintendente de Ações de Recuperação Urbana)

Secretaria da Habitação do Estado de São Paulo

Eduardo Trani (Chefe de Gabinete da Secretaria da Habitação)
Gil Scatena (Assessor do chefe de gabinete)

Caixa Econômica Federal

Mara Motta Alvim (Gerente operacional do departamento nacional de meio ambiente)

Universidade de São Paulo

Prof. Dra. Lucia Helena de Oliveira (Prof. Poli-USP)
Prof. Dr. Orestes Marracine Gonçalves (Prof. Poli-USP e conselheiro CBCS)

Unicamp

Prof. Dra. Marina Ilha (Prof. Unicamp)
Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Roberto Lamberts (Prof. UFSC e conselheiro CBCS)

Consultores:

Msc. Maria Andrea Triana
Msc. Carla Sautchuk
Fábio Feldman Consultores

Revisores:

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

Tatiana de Feraudy
Marina Bortoletti

Diagramação:

Thad Mermer
Jente Minne

Lista de abreviaturas e siglas

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento
APP	Área de Proteção Permanente
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAMCS	Comissão de Avaliação de materiais, componentes e sistemas construtivos
CATE	Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CDH	Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
CECAP	Caixa Estadual de Casas para o Povo
CEF	Caixa Econômica Federal
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
COMGÁS	Companhia de Gás de São Paulo
CODESPAULO	Companhia de Desenvolvimento de São Paulo
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
DAEE	Departamento de águas e energia elétrica
EPS	Expanded polystyrene (poliestireno expandido)
FPHIS	Paulista de Habitação de Interesse Social
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
HIS	Habitação de Interesse Social
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ONG	Organização Não Governamental
ISO	International Organization for Standardization
LABEEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (UFSC)
PLC	Power Line Communication
PBE	Programa Brasileiro de Energia
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PCI	Programa de Conservação de Insumos
PMH	Programa de Mutirão Habitacional
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
ProAcqua	Programa de qualidade e produtividade da medição individualizada de água
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PVC	Polyvinyl Chloride (Cloro de Polivinila)
QUALIHAB	Programa de Qualidade na Construção Habitacional do Estado de São Paulo
QUALISOL	Programa de Qualificação de Fornecedoros de Sistemas de Aquecimento Solar
QUALINSTAL	Programa de Qualificação de Empresas Instaladoras
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAS	Sistema de Aquecimento Solar
SENAC-SP	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial do Estado de São Paulo
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SFH	Sistema Financeiro de Habitação
SH	Secretaria da Habitação
SUSHI	Sustainable Social Housing Initiative
TV	Televisão
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

Sumário

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou o projeto SUSHI (Sustainable Social Housing Initiative), que tem como objetivo estabelecer diretrizes para a inclusão de elementos sustentáveis em projetos de Habitação de Interesse Social (HIS). O PNUMA escolheu a cidade de São Paulo como um dos locais pilotos para desenvolvimento de uma abordagem local para promover tecnologias e estratégias sustentáveis em projetos de HIS.

No contexto deste projeto, a equipe liderada pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), realizou:

1. Avaliação, como estudo de caso, do status da HIS no Estado de São Paulo, incluindo uma conceituação de sustentabilidade e itens que devem ser verificados para a proposta de iniciativas sustentáveis. Resultados deste estudo estão presentes no relatório intitulado: "Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social".
2. Avaliação das iniciativas anteriores conduzidas pela CDHU para integrar elementos sustentáveis em projetos de habitação social, incluindo, por exemplo, substituição de equipamentos, modificação dos projetos dos edifícios, ou fornecimento de fontes alternativas de água/aquecimento, entre outros. Os resultados desta avaliação estão presentes neste relatório.
3. Baseado nos dois primeiros relatórios, a equipe reuniu os resultados em um relatório intitulado "Avaliação das tecnologias existentes no mercado e soluções para melhorar a eficiência energética e o uso racional da água em projetos de Habitação de Interesse Social no Brasil", que dá ênfase às tecnologias e às modificações de projeto em potencial que poderiam ser aplicadas aos projetos de HIS, fornecendo uma análise de custos, benefícios e eficiência das alternativas selecionadas para melhorar o desempenho sustentável das unidades habitacionais sociais.

O principal objetivo do projeto SUSHI é mapear, organizar e definir as tecnologias essenciais sustentáveis a serem incorporadas no processo de concepção dos projetos de Habitações de Interesse Social no Brasil, levando

em consideração, ainda, todos os agentes envolvidos nesse processo, como consumidores, fornecedores e, especialmente, os desenvolvedores desses projetos.

Com a rápida urbanização e crescimento populacional, o setor de construções tem tido uma crescente demanda, principalmente nos países em desenvolvimento, onde esses fatores têm sido mais presentes. Considerando que se trata de um dos setores que mais contribuem com a emissão de gases de efeito estufa, estudos sobre técnicas de construções sustentáveis vêm ganhando cada vez mais relevância.

Este relatório aborda as tecnologias existentes em uso racional da água e eficiência energética, a partir da experiência da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), maior agente promotor de habitação popular no Brasil.

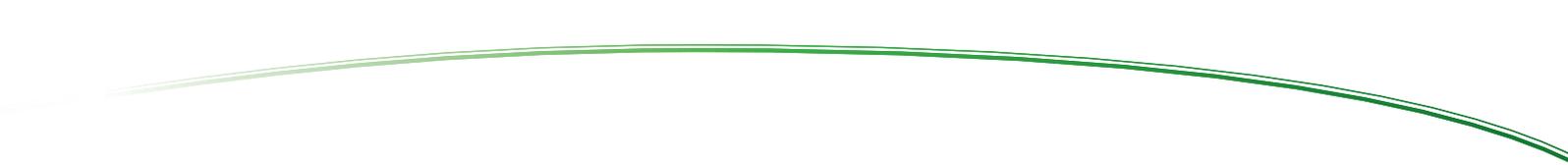
Para a questão da energia, foram discutidas as ações tanto construtivas, de arquitetura (como a padronização de altura mínima de pé-direito, o uso de forro, o uso de estrutura metálica para o telhado, a utilização da propriedade térmica dos materiais de coberturas, os tipos de esquadrias que podem melhorar o desempenho térmico da habitação e o sombreamento natural); quanto as ações que dependem de equipamentos auxiliares (como aquecimento de água a gás e solar, fornecimento de eletrodomésticos eficientes, uso de energia fotovoltaica e medição remota de insumos energéticos).

Com relação ao uso racional de água foram citadas medidas que podem ser tanto individuais como coletivas, a exemplo da medição individualizada, do aproveitamento da água de chuva, do uso de equipamentos hidráulicos economizadores, do fitotratamento, do tratamento de esgoto in situ e do uso de pavimentos permeáveis.

Este relatório ainda trata de intervenções de projeto de paisagismo, materiais construtivos e do trabalho social da CDHU.

Todas as experiências foram relatadas de acordo com o seguinte roteiro, para facilitar o entendimento e posterior necessidade de consulta:

- a) Descrição do sistema
- b) Histórico da ação
- c) Resultados
- d) Desafios da ação



Este relatório apresenta em seguida os resultados de duas simulações de custos realizadas para avaliar o aumento do custo em habitações padrões da CDHU quando são implementadas certas estratégias sustentáveis. O estudo destaca potenciais benefícios de soluções para gestão de água e eficiência energética, sugerindo recomendações para atuar sobre oferta e demanda destas soluções e melhorar o desempenho das unidades assim como a qualidade de vida dos usuários.

A partir da experiência relatada pela CDHU, pôde-se ter uma dimensão dos desafios encontrados na aplicação das tecnologias, destacando-se os aspectos relacionados ao uso sustentável de determinados equipamentos.

O envolvimento do usuário e a avaliação integrada dos aspectos econômico, social e ambiental mostrou ser muito importante para o sucesso das iniciativas e para o aperfeiçoamento tecnológico e fornecimento de equipamentos mais eficientes, sobretudo quando os impactos das ações geram mudanças de costumes dos usuários.

Mesmo diante das dificuldades encontradas e com algumas iniciativas ainda em fase de experimentação e testes, é percebido que, de forma geral, os resultados da aplicação dos instrumentos sustentáveis em HIS têm sido mais positivos do que negativos até o momento, o que estimula a continuidade desses estudos.

Índice

Título	Página
AUTORES, PARCEIROS E CONSULTORES	3
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	4
SUMÁRIO	6
ÍNDICE	8
INTRODUÇÃO	10
1 CONTEXTUALIZAÇÃO E METODOLOGIA	11
1.1 Histórico da CDHU	11
1.2 Recursos e evolução das ações da CDHU	12
1.3 Integração da sustentabilidade na gestão da CDHU	13
1.3.1 Reversão do passivo socioambiental através planejamento urbano	14
1.3.2 Sustentabilidade do produto	15
1.3.3 Sustentabilidade socioeconômica	15
1.4 Inovações sustentáveis e metodologia de análise de projetos pilotos	16
1.4.1 Adoção de tecnologias sustentáveis	16
1.4.2 Metodologia de levantamento e análise das tecnologias implantadas	17
2 LIÇÕES APRENDIDAS	18
2.1 Eficiência energética e conforto térmico	18
2.1.1 Aquecimento de água	19
2.1.2 Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficientes	27
2.1.3 Energia fotovoltaica	28
2.1.4 Padronização do pé-direito	30
2.1.5 Uso de forro	31
2.1.6. Uso de estrutura e telha metálica para telhado	34

Título	Página
2.1.7 Medição remota de insumos energéticos	37
2.1.8 Esquadrias e sombreamento	40
2.2 Uso racional da água	41
2.2.1 Medição individualizada de água	41
2.2.2 Aproveitamento de água pluvial	44
2.2.3 Equipamentos hidráulicos economizadores	46
2.2.4 Fitotratamento	47
2.2.5 Tratamento de esgoto in situ	48
2.2.6 Pavimentos permeáveis	50
2.3 Paisagismo: Sombreamento natural	52
2.4 Projeto: desenho e construção	53
2.4.1 Modulação	53
2.4.2 Kit hidráulico e elétrico	54
2.4.3 Paredes de concreto moldado in loco	54
2.4.4 Edifícios laminares	55
2.4.5 Desenho universal	55
2.5 Qualidade e sustentabilidade: Programa QUALIHAB	56
2.6 Social	57
2.6.1 Reurbanização de favelas	58
2.6.2 Gestão social pós-ocupação	59
3 CUSTO DAS ACOES DE SUSTENTABILIDADE NAS HIS	61
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	64
4.1 Lições aprendidas: soluções para uso racional da água em HIS	65
4.2 Lições aprendidas: soluções para eficiência energética em HIS	66
BIBLIOGRAFIA	67

Introdução

Este relatório foi desenvolvido pela equipe do Centro Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) em colaboração com técnicos e representantes da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) e da Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo (SH). Entre 2009 e 2010, a equipe do CBCS realizou pesquisa documental, entrevistas e consultas com peritos para determinar a disponibilidade de tecnologias e estratégias para melhorar a eficiência energética e a gestão da água em projetos de Habitação de Interesse Social (HIS) no Estado de São Paulo.

O primeiro resultado desta pesquisa foi um mapeamento das soluções disponíveis no mercado e potencialmente aplicáveis em projetos de habitação social. A equipe, então, realizou uma primeira análise para avaliar os custos e benefícios dessas soluções com base no contexto local. Durante esta avaliação, realizada em colaboração com os atores locais, a CDHU manifestou a necessidade de avaliar as ações já realizadas na área de sustentabilidade em projetos de habitação social, a fim de destacar replicabilidade das ações e possibilidades de melhoria na implementação futura.

Este relatório tem como objetivo fazer um levantamento e avaliação técnica das tecnologias e práticas de caráter sustentáveis que foram utilizadas pela CDHU na implementação de soluções sustentáveis em projetos de HIS.

A CDHU é uma empresa do Governo Estadual, vinculada à Secretaria da Habitação (SH), cujo objetivo é executar programas habitacionais em todo o território do Estado exclusivamente para a população de baixa renda.¹ A Secretaria da Habitação é responsável pela condução da política habitacional do Governo do Estado de São Paulo, estabelecendo metas e diretrizes e desenvolvendo projetos específicos.

As iniciativas citadas neste relatório encontram-se no âmbito dos projetos de eficiência energética e de uso racional da água em HIS iniciadas em 2000 pelo Programa de Inserção de Diretrizes Socioambientais nos Empreendimentos da CDHU (1999-2003).

O levantamento feito visa fornecer respostas quanto às tecnologias e práticas utilizadas, relatando casos de sucesso e/ou insucesso e, através do conhecimento obtido, fornecer diretrizes e recomendações para projetos futuros com vistas a contribuir para a obtenção de melhores práticas e resultados no processo de aplicação dos conceitos de sustentabilidade em habitação de interesse social no Brasil.

Este relatório se inicia relatando a história da CDHU, descrevendo as ações da companhia e seu papel na promoção da construção de habitações populares no Estado de São Paulo.

No capítulo 2 são descritas as diferentes tecnologias e ações sustentáveis adotadas pela CDHU em seus projetos, focando nas propostas em eficiência energética, em uso racional da água e na questão social.

O capítulo 3 fornece uma avaliação do custo adicional gerado em decorrência do emprego de soluções sustentáveis alternativas nas diversas tipologias do Desenho Universal da CDHU, na qual foram feitas simulações em habitações de dois e três dormitórios.

Por último, no capítulo 4, são enfatizados os principais pontos a serem considerados para o aperfeiçoamento de ações futuras de HIS na implementação de soluções sustentáveis, indicando os benefícios socioeconômicos gerados, e recomendações para a gestão da demanda e da oferta tanto de água quanto de energia, como maior detalhamento técnico de projetos de sistemas hidráulicos e avaliação técnica e econômica de produtos novos, como os equipamentos economizadores de água e os painéis fotovoltaicos.

¹ Fonte: <http://www.habitacao.sp.gov.br>

1 Contextualização e metodologia

1.1 Histórico da CDHU

A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) é uma empresa do Governo Estadual vinculada à Secretaria da Habitação e é o maior agente estadual promotor de moradia popular no Brasil. Com uma movimentação financeira de cerca de US\$ 350 milhões por ano, orçamento superior à receita da maioria dos municípios paulistas e maior do que a de pelo menos 15 Estados brasileiros, a CDHU é hoje uma das maiores companhias habitacionais da América Latina e tem como finalidade executar programas habitacionais em todo o território do Estado, voltados para o atendimento exclusivo da população de baixa renda, que compreende famílias com renda na faixa de 1 a 10 salários mínimos², além de intervir no desenvolvimento urbano das cidades de acordo com as diretrizes da Secretaria da Habitação.

A CDHU surgiu da transformação de órgãos do Governo do Estado de São Paulo criados para equacionar o atendimento a demandas por moradias. A primeira instituição do Estado de São Paulo fundada para produzir moradias para uma crescente população que se concentrava nas cidades por causa da forte industrialização após a Segunda Guerra Mundial foi a CECAP (Caixa Estadual de Casas para o Povo) em 1949, por meio da Lei no. 483 e regulamentada em 1964 pelo Decreto 43.107, subordinada à Secretaria do Trabalho, Indústria e Comércio. Em 1968, a Lei 10.262 determinou as diretrizes que permitiram que a CECAP utilizasse recursos do SFH (Sistema Financeiro de Habitação), atuando sob o BNH (Banco Nacional da Habitação).

Em 1975, por meio da Lei 905, a CECAP passou a atuar em um setor mais específico, de baixa renda, levando a

uma mudança de significado do nome para Companhia Estadual de Casas Populares. O objetivo da mudança foi agilizar a produção de casas, pois como a empresa era vinculada à Secretaria do Interior, podia administrar diretamente recursos financeiros provenientes do BNH.

Em 1980, a CECAP foi desativada através do Decreto 29.335, e em 1981 foi reativada com o nome de CODESPAULO (Companhia de Desenvolvimento de São Paulo), vinculada à Secretaria de Ciência e Tecnologia, em um período marcado por reduzida atuação.

Em 1983, criou-se a Secretaria Executiva de Habitação, através do Decreto 21.592, subordinada ao Governador do Estado. Em 1984, o Decreto 22.061 alterou o nome da CODESPAULO para CDH (Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo). Estabeleceu-se um novo perfil de atuação, utilizando os recursos do Tesouro do Estado para a realização de parcerias com os municípios em programas de mutirão. Em 1987, após a extinção do BNH, o nome da Secretaria Executiva de Habitação foi alterado para Secretaria de Estado da Habitação, iniciando um período de progressivo fortalecimento da política habitacional de atendimento às demandas por moradia.

Finalmente, em 1988, houve a extinção da Secretaria da Habitação (assim como a Secretaria dos Negócios Metropolitanos), criando-se a Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano, responsável pela formulação da política habitacional e urbana. A CDH passou a se chamar CDHU, Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, absorvendo a estrutura organizacional anterior e de outras instituições, passando a atuar como é conhecida até hoje, tendo como competência a execução da política habitacional e urbana do Estado de São Paulo.

² O salário mínimo brasileiro é de 465 Reais por mes, ou seja 277 USD.

1.2 Recursos e evolução das ações da CDHU

Até o início da década de 1980, os recursos da política habitacional do estado de São Paulo eram disponibilizados pelo Sistema Financeiro Habitacional (SFH). Com a edição da lei 6.556 de 30 de novembro de 1989, foram disponibilizados recursos orçamentários fiscais para a CDHU provenientes do Governo Estadual, oriundos da majoração de 1% na alíquota do ICMS (imposto sobre circulação de mercadorias e serviços).

Em 1997, os recursos adicionais do ICMS foram desvinculados e os repasses a CDHU se tornaram um compromisso do Poder Executivo.

São também fontes importantes de recursos para investimento habitacional as prestações pagas pelos mutuários que, no período de 1995 a 2007, responderam por aproximadamente 12% deste investimento.

Na atual gestão, algumas parcerias têm se tomado fontes importantes de captação de recursos. O governo federal ampliou seus investimentos em habitação e nas parcerias com os estados. Destaca-se a parceria firmada com a União, via Caixa Econômica Federal, a qual a Secretaria da Habitação do Estado aporta recursos a fundo perdido a fim de complementar o montante necessário para viabilizar os projetos apresentados por Associações e Cooperativas no âmbito do Programa Crédito Solidário e do Programa Minha Casa Minha Vida, entidades do Governo Federal.

Além disso, em 2008, por meio da lei estadual n.º 12.801, o governo do Estado de São Paulo aderiu ao Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social com a criação do Fundo Paulista de Habitação de Interesse Social (FPHIS) e do Fundo Garantidor Habitacional, responsáveis, respectivamente, por estabelecer diretrizes e critérios para implementação da política habitacional destinada à população de baixo poder aquisitivo e pelas operações de crédito e de securitização.

A partir de 1988, com a ampliação dos recursos para a política habitacional e urbana advindos da majoração da alíquota do ICMS em 1%, a CDHU passou a executar uma política de atendimento e produção habitacional em larga escala.

Nesta nova fase, a empresa consolidou uma diversificada estrutura de produção de empreendimentos composta por programas de empreitadas que utilizam a contratação de empresas construtoras, programas de parcerias com os municípios e programa de parcerias com associações de mutirantes.

Para gerenciar o grande crescimento do número de atendimentos habitacionais e de empreendimentos, a empresa adequou sua estrutura organizacional por meio de um processo de progressiva terceirização das contratações para a execução de projetos de arquitetura e urbanismo, gerenciamento e fiscalização dos empreendimentos, atendimento aos beneficiários, suporte jurídico etc. Desta maneira, o corpo funcional da própria empresa incorporou as atividades de gestão de contratos das empresas terceirizadas mantendo as atividades de concepção e análise de projetos de arquitetura e urbanismo, o desenvolvimento de programas de atendimento habitacional, as atividades de planejamento do atendimento habitacional e a gestão dos contratos com os moradores das HIS.

A prática da produção de moradias em massa orientada pela busca de soluções de baixo custo nem sempre alcançou resultados satisfatórios do ponto de vista da qualidade e da inserção urbana.

Devido às práticas existentes na Companhia, muitas habitações de interesse social foram entregues aos beneficiários sem que se cumprissem prazos e condições para a devida regularização dos empreendimentos nos órgãos públicos. Isto resultou na formação de um considerável passivo para a CDHU devido aos empreendimentos sem regularização e conseqüentemente, um considerável dispêndio de esforços para reversão destes passivos. Entre as decorrências dessa situação destacam-se os prejuízos aos beneficiários dos programas habitacionais, uma vez que inviabilizava o registro legal dos imóveis e a obtenção de escritura pelos proprietários. Havia também prejuízos para a gestão das contas de água, luz e energia por parte de condomínios e concessionárias, nas situações de inadimplência por falta de pagamento de beneficiários do atendimento habitacional.

A partir de meados da década de 1990, a CDHU passou a diversificar a sua atuação e a investir na melhoria de seu produto. Preocupações com a industrialização e com a melhoria da qualidade construtiva dos imóveis deram origem à criação de um sistema estadual de qualidade, o Programa QUALIHAB, em 1995. Houve também uma progressiva ênfase em relação à contratação de mão de obra qualificada, inclusive para os trabalhos de canteiro de obras dos programas de mutirão.

Por sua vez, os atendimentos habitacionais passaram a abranger com mais frequência a demandas urbanas e socioambientais, caracterizadas por situações de remoção da população de áreas de preservação permanente e de áreas de risco, da urbanização de favelas, de ações com a população moradora de cortiços e do atendimento à população indígena e quilombolas.

Assim, aspectos socioambientais e da qualificação urbana dos empreendimentos foram incorporados como foco do atendimento habitacional da CDHU e não mais somente o investimento nas moradias. A empresa ampliou seus investimentos em equipamentos e projetos de infraestrutura urbana e, atualmente, todos os terrenos devem ser regularizados antes da entrega das chaves aos proprietários, promovendo a formalização dos vínculos dos beneficiários e de seus imóveis com o meio urbano e a melhoria da gestão urbana.

1.3 Integração da sustentabilidade na gestão da CDHU

O conceito de desenvolvimento sustentável se baseia na busca de soluções viáveis que supram as necessidades da geração presente sem comprometer as futuras gerações em suprir suas próprias necessidades.

Para incorporar este conceito, a CDHU procura adotar uma visão integrada do atendimento habitacional em suas dimensões social, econômica e ambiental e conta com um conjunto de experiências que, ao longo do tempo, foram desenvolvidas levando em consideração aspectos de planejamento urbano e de projeto das unidades. Na atual gestão, a Secretaria da Habitação e a CDHU incorporaram a sustentabilidade como eixo para desenvolvimento de suas ações, que se dão em três focos:

1. Reversão do passivo de problemas socioambientais (ações em favelas, recuperação de áreas protegidas (como por exemplo, a ação na Serra do Mar) regularização de terrenos, melhorias nos conjuntos já construídos etc).
2. Sustentabilidade do produto da política Estadual de Habitação (melhoria no produto, adoção de novo padrão de moradia, adoção das diretrizes de Desenho Universal etc).
3. Sustentabilidade socioeconômica para a população (capacidade de manutenção e usufruto dos benefícios recebidos pelo atendimento habitacional, com trabalhos sócio-organizativos, promoção de ações de geração de renda, subsídios, etc).

1.3.1 Reversão do passivo socioambiental através planejamento urbano

Na década de 1970 e até meados da década de 1980, a escolha de terrenos para o atendimento habitacional para a produção pública de HIS, de modo geral, adotava como premissa o baixo custo da terra, o que levava à apropriação de setores da cidade com inserção urbana nem sempre apropriada, caracterizada pela carência de serviços e de equipamentos públicos.

A partir de meados da década de 1990, a CDHU passou a aperfeiçoar os seus critérios de escolha e seleção de terrenos incorporando condicionantes que buscavam garantir aos futuros beneficiários o acesso aos benefícios da urbanização. Hoje os critérios adotados são:

- Prover à futura população moradora dos conjuntos habitacionais não somente o benefício da unidade habitacional e sua qualidade construtiva, como o acesso aos equipamentos públicos, comércio e serviços inerentes à função moradia, integrando estas famílias à estrutura urbana dos municípios;
- Minimizar os investimentos do poder público quer seja na execução de obras de infraestrutura ou na implantação de equipamentos sociais;
- Exercer menor pressão sobre a disponibilidade da infraestrutura disponível;
- Otimizar o aproveitamento dos terrenos, respeitando as características regionais e a integração destes com a ocupação e com os usos do entorno; e
- Subsidiar a elaboração dos projetos a partir da disponibilização de informações técnicas, urbanísticas, fisiográficas, ambientais, de legislação e fundiárias que contribuam com a elaboração do programa de intervenção e com uma maior agilidade

dos processos de aprovação e averbação dos empreendimentos.

Observa-se também que, atualmente, a CDHU está focando em intervenções voltadas à recuperação ambiental urbana e à regularização dos núcleos habitacionais já construídos, sendo que o maior projeto é o Programa de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar e dos Sistemas de Mosaicos da Mata Atlântica. Quanto às formas de aquisição dos terrenos, existem duas formas praticadas pela CDHU:

a) Aquisição por doação de terreno: no primeiro caso, os municípios em cidades pequenas e médias normalmente oferecem o terreno. Nestes casos, a companhia executa uma avaliação técnica do solo, considerando aspectos legais e urbanos. Se aceito pela companhia, a prefeitura doa o terreno para a construção das habitações e o processo de projeto é iniciado. A doação do terreno aumenta a viabilidade do projeto porque o custo da unidade habitacional é reduzido.

b) Aquisição por compra de terreno: em outro caso, a companhia adquire o terreno no mercado. Nas grandes cidades, como por exemplo, na Região Metropolitana de São Paulo, o custo do terreno é maior do que nas cidades pequenas e médias, portanto, os investimentos necessários são muito maiores, o que dificulta o arranjo da equação financeira para adequar os custos de implantação, a capacidade de pagamento das famílias, os subsídios governamentais e conseqüentemente, a produção de habitações de interesse social em grandes cidades.

Uma opção para reduzir o custo é construir edifícios multifamiliares, em que há um melhor aproveitamento do terreno. Já, em locais onde os terrenos são mais baratos, como em cidades do interior, há preferência pela construção de casas individuais.

1.3.2 Sustentabilidade do produto

A CDHU executava o planejamento dos empreendimentos imobiliários com projetistas e engenheiros próprios. Devido ao grande volume de construção, esta situação foi alterada durante o ano 2000. Hoje, a maioria dos projetos, construções, e gerenciamento são terceirizados ou subcontratados e a CDHU atua nos empreendimentos imobiliários como responsável pelos projetos e pela construção.

Outro aspecto a ser destacado é que a maioria dos projetos de habitações de interesse social no Brasil foi produzida seguindo soluções de projeto padronizadas para casas ou edifícios multifamiliares. O objetivo da padronização era controlar o custo da construção. Por causa disso, as necessidades dos usuários e características climáticas regionais não foram levadas em consideração, causando grandes distorções no resultado do desempenho de projetos.

Atualmente, a CDHU tem trabalhado com a diversificação das tipologias, como a adoção do terceiro dormitório, a ampliação da área útil da moradia de 42 m² para 64 m² e a adequação das habitações às pessoas com deficiência ou com problemas de mobilidade através do Desenho Universal, utilizando padrões de sustentabilidade para a eficiência energética e aumento da ecoeficiência das soluções habitacionais.

1.3.3 Sustentabilidade socioeconômica

A CDHU tem por finalidade o desenvolvimento socioeconômico dos beneficiários do atendimento habitacional e para isso, tem investido em aspectos sociais, na gestão da pré-ocupação e no período pós-obra das habitações e nas intervenções de recuperação de assentamentos precários. Devido à importância desses projetos, eles serão abordados detalhadamente no item 3.6.

Além dessas iniciativas, A CDHU adota uma política de subsídios para a população de baixa renda, que surgiu com a Lei no. 6556, de 1989. Com essa política, a CDHU é capaz de financiar obras com juros baixos para atender a famílias que possuem renda de 1 a 10 salários mínimos, priorizando o atendimento de famílias com renda de 1 a 3 salários mínimos. Além disto, adotou-se uma política de cobrar uma parcela máxima de acordo com os rendimentos da família, como está demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação de limite máximo de comprometimento de renda com o salário da família

Renda Familiar (no. de Salários Mínimos)	Limite Máximo de Comprometimento de Renda
1 a 3	15%
3 a 5	15% a 20%
5 a 8,5	20% a 25%
8,5 a 10	25% a 30%

Fonte: CDHU/DAF (2010)

1.4 Inovações sustentáveis e metodologia de análise de projetos pilotos

1.4.1 Adoção de tecnologias sustentáveis

Ao longo de sua história, a CDHU desenvolveu projetos e ações (em escala piloto) para possibilitar a incorporação de alternativas que pudessem ser mais sustentáveis, sobretudo em relação ao consumo de água e de energia. Em geral, a CDHU buscou e busca agregar novos equipamentos e tecnologias às suas unidades habitacionais que possam propiciar uso racional da água e eficiência energética.

Além da utilização dos recursos financeiros disponibilizados pelo Estado para implantação dos programas de melhoria e inovação tecnológica, muitas tecnologias avaliadas pela CDHU são apresentadas por empresas do setor, interessadas na aplicação de suas tecnologias nas HIS.

Um dos desafios para a inserção das novas tecnologias é a manutenção e conservação dos equipamentos componentes dessas ações. Além da avaliação técnica de desempenho das inovações e melhorias tecnológicas, a CDHU está interessada na adequação de melhorias e inovações tecnológicas ao perfil de seu atendimento habitacional. As seguintes questões devem ser consideradas: a tecnologia é de fácil operação? É de fácil manutenção? É acessível? Qual o comportamento dos moradores numa avaliação pós-ocupação?

Em relação a adoção de tecnologias sustentáveis, a prática da CDHU é primeiramente testar as ações como INOVAÇÕES em projetos pilotos e, alcançando resultados, transformar em PADRÃO CDHU, passando a adotá-las em todos os conjuntos.

Em alguns casos, a CDHU obteve sucesso na implantação dessas tecnologias, porém, em outros, houve algumas dificuldades devido a fatores de diversas naturezas e não houve continuidade no uso de tais tecnologias.

Com o intuito de melhorar a aceitação do usuário, a CDHU adotará, de agora em diante, nos editais de licitação, projetos de educação com o usuário para mostrar a economia que propiciam e também ensiná-lo a utilizar e a preservar as novas tecnologias que estão sendo implantadas em habitações de interesse social.

A Tabela 2 apresenta as inovações testadas pela CDHU ao longo de sua história e as ações que, até o presente momento, foram transformadas em padrão CDHU.

Cada uma dessas ações será comentada detalhadamente no capítulo 2. Serão abordadas algumas das lições aprendidas, em especial, nos campos de água e energia. Para tanto, serão esclarecidos aspectos relativos à metodologia aplicada na análise.

Tabela 2 – Inovações testadas pela CDHU e políticas públicas adotadas

INOVAÇÃO	PADRÃO CDHU
Aquecedor solar	SIM
Aquecedor a gás	NÃO
Aquecedor híbrido solar-elétrico	SIM
Temporizador de chuveiro	NÃO
Equipamentos e eletrodomésticos eficientes	NÃO
Energia fotovoltaica	NÃO
Medição remota	NÃO
Uso de laje e forro	SIM
Uso de telha cerâmica	NÃO
Uso de estrutura de telhado de aço	SIM
Medição individualizada de água	SIM
Aproveitamento de água de chuva	NÃO
Equipamentos hidráulicos economizadores	SIM
Fitotratamento	NÃO
Tratamento de esgoto in situ	NÃO
Pavimentos permeáveis	NÃO
Sombreamento natural	NÃO
Modulação	NÃO
Kit hidráulico e elétrico	NÃO
Qualihab	SIM
Paredes de concreto moldado in loco	NÃO
Edifícios laminares	NÃO
Desenho universal	SIM

Fonte: levantamento com a CDHU (2010)

1.4.2 Metodologia de levantamento e análise das tecnologias implantadas

O levantamento e análise dos dados das tecnologias já utilizadas pela CDHU foram realizados por meio de entrevistas com os técnicos da CDHU e de referências bibliográficas fornecidas pelos técnicos da empresa. Para isso, definiram-se alguns itens essenciais para realizar o mapeamento das soluções de maneira organizada, facilitando uma posterior pesquisa sobre o assunto. A seguir, estes itens são descritos:

a) Descrição do sistema

Este item descreve a solução de maneira geral, em relação aos produtos, tecnologias e soluções disponíveis no mercado, descrevendo suas principais características quanto a seu funcionamento, aspectos construtivos, custos de implantação e manutenção, entre outros dados relevantes.

b) Histórico da ação

Este item descreve o primeiro local onde foi instalada e testada a tecnologia nos conjuntos habitacionais da CDHU e como ocorreu a primeira utilização da solução descrita, assim como o nome do conjunto, a população envolvida, o local e a data de implantação da solução.

c) Resultados

São descritos os benefícios e as principais dificuldades encontradas ao se utilizar a solução, levando em conta aspectos técnicos, como implantação, manutenção, custos e impactos sociais gerados.

d) Desafios da ação

Este item descreve os principais desafios encontrados para a adoção da solução como política pública e o que poderia ser melhorado nas aplicações em outros conjuntos habitacionais da CDHU.

No capítulo a seguir, descrevem-se as lições aprendidas da CDHU nas áreas de água e energia e em suas áreas correlacionadas como paisagismo, projeto e ação social.

2 Lições aprendidas

2.1 Eficiência energética e conforto térmico

O consumo de energia elétrica no país teve um crescimento de aproximadamente 30% na segunda metade da década de 1990, que culminou com a crise energética brasileira de 2000 (Figura 1). Desse modo, foi necessário criar medidas de contenção do consumo e buscar soluções tecnológicas sustentáveis para a crescente demanda energética.

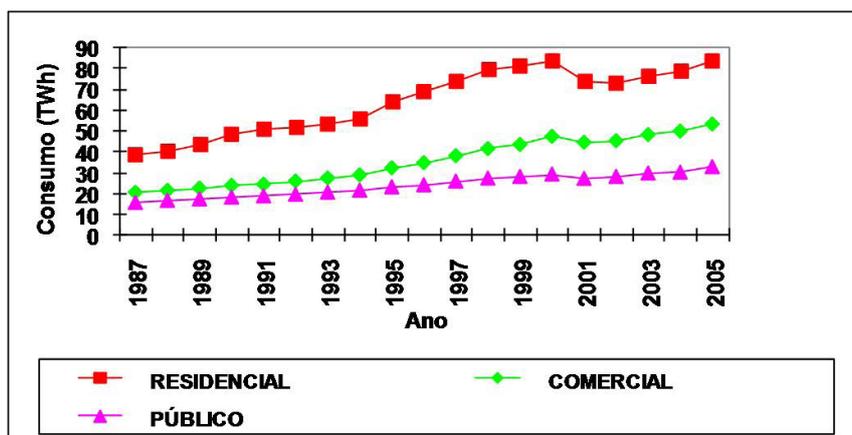
Neste sentido, a Lei 10.285 de 2001 (Lei de Eficiência Energética), foi um marco importante no país, pois estabeleceu a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia com vistas a incentivar a eficiência energética no país.

Segundo a CDHU, até o ano 2000, a participação do consumo residencial no consumo nacional ficou em torno de 33% e decresceu até o ano 2003, quando chegou a 26,4% do consumo nacional, possivelmente como resultado das medidas de contenção implementadas. Desse modo, a redução do consumo de energia elétrica

em residências torna-se uma questão importante para o consumo energético do país, justificado pela sua participação no consumo nacional atual e futuro e associado à redução do déficit habitacional brasileiro.

Para que a redução do consumo seja alcançada, são necessários investimentos nem sempre presentes na gestão pública. Portanto, para viabilizar esses investimentos, além dos recursos financeiros disponibilizados pelo Estado para a implantação dos programas de eficiência energética, a CDHU teve uma atitude proativa com as concessionárias de energia elétrica que, desde as privatizações, são obrigadas por lei a investir no mínimo 0,5% de seu faturamento em ações de eficiência energética. Desta forma, a CDHU propiciou uma virtuosa parceria, uma vez que a empresa buscava investimentos para eficiência energética e as concessionárias, obrigadas a fazê-lo, teriam no parque construtivo da CDHU o volume e local necessários para as ações previstas em lei. Além disso, contou com doações de empresas do setor interessadas em divulgar suas tecnologias, como no caso da implantação de sistemas solares de aquecimento de água.

Figura 1 - Crescimento no consumo de eletricidade no setor residencial. Fonte: BEN (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2007).



2.1.1 Aquecimento de água

A geração de água quente consiste no processo de transferência de calor a partir de uma fonte energética para obtenção de água a uma dada temperatura, podendo haver reservação do volume a ser aquecido ou não (ILHA et al., 1996).

Os sistemas prediais de água quente podem ser classificados, conforme Ilha et al. (1996), em:

Individuais, quando consistem em um único ponto de utilização, sem necessidade de uma rede de água quente. Como exemplo tem-se o chuveiro elétrico.

Centrais privados, quando utilizam um equipamento responsável pelo aquecimento da água e uma rede de tubulações que distribuem a água aquecida aos vários pontos de utilização de uma mesma unidade. Como exemplo, tem-se o aquecedor a gás disponível em cada unidade residencial que pode ser de passagem (instantâneo) ou de acumulação, sendo possível a associação com a energia solar. Para estes tipos de aquecedores, ocorre a mistura da água fria e de água quente nos pontos de utilização, o que permite que cada usuário determine a temperatura e a vazão adequadas para seu conforto.

Centrais coletivos, quando existe um equipamento que gera água quente e a distribui através de uma rede de tubulações que conduz a água aquecida aos diversos pontos de utilização pertencentes a mais de uma unidade. Como exemplo tem-se o sistema de caldeira, cuja água quente é gerada fora da unidade residencial.

Observa-se que os diversos tipos de sistemas de aquecimento de água possuem diferentes avaliações quanto ao conforto do usuário final. Um exemplo é o caso do sistema individual, ou seja, uma vez que o sobreaquecimento e a vazão de uso são baixos (menores potências), o nível de conforto resultante de sua aplicação é inferior do que o de um sistema central (ILHA et al, 1996).

Assim, os aquecedores a gás e solares proporcionam uma maior vazão e, conseqüentemente, um melhor conforto no banho quando comparados com o chuveiro elétrico, que pode chegar a valores de vazão de até 0,05 L/s para potência de 4,4 kW, geralmente adotada em habitações de interesse social (PRADO; GONÇALVES, 1998). Para chuveiros elétricos com potências de funcionamento maiores, onde as vazões se assemelham com as dos aquecedores a gás e solares e o tempo de banho permanece o mesmo, o consumo energético e, conseqüentemente, o impacto ambiental são muito maiores do que para os outros sistemas (TABORIANSKI, 2002).

Por outro lado, um maior conforto pode aumentar o tempo de banho, estimado por Prado (1991) em 7 minutos para habitações de interesse social utilizando chuveiros elétricos, o que elevaria o consumo de água em sistemas de aquecimento a gás e solar, já verificado pela equipe de projetos da CDHU.

Deste comparativo, ressalta-se a importância da capacitação do usuário final, pois se faz necessária a compreensão de que o consumo do insumo água está associado ao uso de uma fonte energética (elétrica, gás, solar) para aquecimento de água. Há necessidade de um equilíbrio entre conforto do usuário no banho e baixo consumo de água e de energia.

Segundo CDHU (2008), o sistema de aquecimento dos conjuntos habitacionais poderá ser através de gás (natural ou GLP) ou de energia solar. Havendo rede pública de gás no local do empreendimento, o aquecimento deverá ser obrigatoriamente por gás natural e não com GLP. Por outro lado, a adoção do sistema de aquecimento por energia solar só será aprovada após estudo de insolação do local do empreendimento e da viabilidade do posicionamento das placas coletoras que permitam o aproveitamento máximo da energia solar.

Por fim, para as unidades habitacionais, deverá ser abastecido com água quente apenas o ponto do chuveiro, que deverá conter misturador de água constituído de dois registros de pressão.

A seguir, são apresentadas as iniciativas da CDHU na área de aquecimento de água para habitações de interesse social.

2.1.1.1 Aquecedor solar

a) Definição do sistema

Segundo a ABNT NBR 15569 (2008), um sistema de aquecimento solar é composto por coletor solar, reservatório térmico, aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas.

O coletor solar é um dispositivo concebido para absorver a maior quantidade possível de energia solar e transferir esta radiação para um fluido. Os coletores devem possuir como características:

- Resistência às condições exteriores, tais como ambientes marinhos, poeira, neve, granizo; temperaturas altas e baixas, e
- Eficiência na conversão de energia apropriada com o uso.

A necessidade de um reservatório se deve ao fato da demanda por água quente não coincidir, na maioria das aplicações, com o período de insolação. No caso de habitações residenciais, o consumo de água quente ocorre principalmente das 18 às 20 horas, mas a geração de água quente pelo aquecedor solar ocorre durante o dia.

Na maioria dos casos, os sistemas de aquecimento solares englobam uma fonte auxiliar de energia, principalmente a gás ou elétrica, para suprir eventuais necessidades em dias sem insolação ou com insolação insuficiente e uma rede de distribuição de água quente. Desta forma, pode-se adotar os termos de sistema híbrido solar-gás ou sistema híbrido solar-elétrico.

É importante também salientar a diferença dos tipos de equipamentos elétricos, que podem ser usados como apoio para o sistema de aquecimento solar. Estes podem ser através de resistências térmicas internas no boiler, que podem ser acionadas de forma manual ou automática, através de termostatos e temporizadores, ou de equipamentos de apoio elétrico no ponto de consumo. Entre os equipamentos no ponto de consumo final estão os chuveiros elétricos, que podem ter potência fixa ou variável, sendo que este último pode ter ajuste manual ou de forma automatizada, através do controle da temperatura e vazão da água de forma independente do usuário.

Com relação às tipologias de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS), cinco fatores são considerados (Souza; Abreu, 2009):

- Sistema individual ou coletivo: as habitações unifamiliares usam sistemas individuais, já as multifamiliares podem usar qualquer um dos dois.
- Aquecimento auxiliar central ou de passagem: quando se tem aquecimento auxiliar elétrico central usa-se geralmente a resistência elétrica dentro do boiler e possui como vantagem principal a menor potência, enquanto que a principal desvantagem é o maior consumo de energia quando comparado com aquecedores de passagem. Esse maior consumo deve-se à necessidade de manter o reservatório térmico aquecido a uma temperatura que garanta o conforto do banho. Sistemas de aquecimento complementares elétricos de passagem usam geralmente o chuveiro elétrico.
- Circulação natural (passivo) ou forçada (ativo): o sistema por circulação natural (termossifão) é o instalado na maioria dos SAS unifamiliares no Brasil. A eficiência desse sistema é mais baixa do que

sistemas com circulação forçada. Nas habitações multifamiliares quando a opção é por SAS coletivos de maior porte, a opção por circulação forçada é preferencial, pois o ganho em termos de desempenho do sistema é significativo e os custos de manutenção diminuem na medida em que são divididos entre o número de proprietários.

- Circuito direto ou indireto: A diferença entre os SAS com circuito indireto ou direto reside na existência ou não de um trocador de calor intermediário entre o circuito das placas coletoras e o reservatório térmico, sendo mais eficientes os circuitos diretos.
- Com ou sem anel de circulação: Entende-se por anel de circulação uma tubulação que liga o reservatório térmico até ao ponto de consumo, retornando para o reservatório térmico. A função básica do anel de circulação é evitar o tempo de espera para banhos em pontos de consumo distantes do reservatório térmico. Este tipo de solução aumenta as perdas térmicas do sistema e o custo global da instalação, mas evita o desperdício de água. Em geral, anéis de circulação são usados em habitações multifamiliares com SAS coletivo.

Assim, a conscientização do tipo de solução e componente, associado ao conforto e consumo de insumos torna-se fundamental para a escolha adequada da solução a ser adotada. Basicamente, os sistemas de aquecimento solar de água podem ter quatro configurações diferentes (PRADO et al, 2005):

1) Sistema Passivo Direto: a água é aquecida diretamente pelos coletores e sua circulação é realizada por termossifão, ou seja, a diferença de densidade devido à variação de temperatura entre os coletores e o reservatório provoca um gradiente de pressão que coloca o fluido em movimento. Devido ao seu simples funcionamento, é o sistema mais utilizado no aquecimento de água para fins domésticos, porém sugere-se que sejam evitadas grandes distâncias ou desvios nas tubulações para facilitar a circulação da água no sistema, sendo que a instalação do reservatório deve ser feita obrigatoriamente em nível acima dos coletores solares de forma que a circulação natural da água possa ocorrer por diferença de densidade. Neste tipo de sistema, cabe salientar que o reservatório está geralmente situado em ambiente descoberto, sem proteção contra intempéries, o que pode reduzir a durabilidade do equipamento, mesmo com a presença de capa de proteção.

2) Sistema Passivo Indireto: um fluido refrigerante recebe calor no coletor e o transfere à água em um trocador de calor. A circulação do fluido é feita por termossifão e o trocador de calor pode armazenar ou não um

certo volume de água quente. O sistema indireto é o mais utilizado quando se deseja uma proteção ao congelamento em regiões de clima muito severo, pois é muito dispendioso.

3) Sistema Ativo Direto: a circulação de água é feita por uma bomba e a água é aquecida diretamente pelos coletores. Devido ao uso de bomba para a circulação da água, o reservatório pode estar situado em qualquer posição em relação aos coletores. A bomba é acionada quando a diferença de temperatura entre a parte superior do coletor e o reservatório atinge um valor preestabelecido. Seu desligamento ocorre quando esta diferença de temperatura torna-se pequena ou quando a água do reservatório alcança um valor desejável. A bomba também é utilizada como proteção contra o congelamento ao acionar a recirculação da água quente, quando a temperatura externa atinge um valor crítico. A proteção ao congelamento também pode ser efetuada pela drenagem da água dos coletores.

4) Sistema Ativo Indireto: a circulação de água é feita por uma ou duas bombas, dependendo do trocador de calor empregado, e um fluido refrigerante recebe calor no coletor e o transfere à água no trocador de calor. O trocador de calor, que transfere o calor do fluido para a água, pode ser externo ou interno ao reservatório, apresentando aspectos positivos e negativos em cada uma das situações. Se o trocador de calor for localizado externamente ao reservatório térmico, possibilita uma maior flexibilidade, contudo provoca maior perda de calor. Este tipo de sistema é utilizado em regiões onde o perigo de congelamento da água nas tubulações é grande.

Conforme Souza; Abreu (2009) para a instalação de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) em HIS é necessário verificar as opções disponíveis, custo de cada alternativa e desempenho esperado. Essa questão é ainda mais crítica caso o preço do SAS seja integralmente repassado ao mutuário como parte do financiamento do imóvel, pois a tendência natural de baixar o custo do equipamento para diminuir o impacto sobre a prestação pode levar a uma solução pior em termos de viabilidade econômica de tais sistemas.

Para os autores em um projeto de abrangência nacional, em geral, busca-se padronizar os equipamentos e projetos de instalação com o objetivo de reduzir custos iniciais e operacionais. Tal iniciativa, apesar de lógica, é limitada pelas características particulares dos diferentes tipos de empreendimentos que serão contemplados com SAS. Uma série de fatores terá influência fundamental sobre os resultados do programa, entre eles pode-se destacar: tipologia construtiva do SAS, perfis de consumo, clima local e características técnicas da instalação, dentre outros.

Nos projetos da CDHU tem-se utilizado o sistema híbrido solar-elétrico, que é um sistema composto de aquecedor solar e um chuveiro elétrico, como sistema de apoio para aquecimento de água em dias de pouca insolação, com ajuste manual ou de forma automatizada, através do controle da temperatura e vazão da água de forma independente do usuário.

O sistema de aquecimento por energia solar para habitações unifamiliares ou sobrados deve constar de placa(s) coletora(s) e reservatório(s) de acumulação. O sistema de circulação geralmente é por termossifão, sendo que uma eventual necessidade de bombeamento para circulação deverá ser justificada no memorial de cálculo.

Cabe salientar que, caso o sistema solar utilizado em edificações multifamiliares do CDHU seja individual, ou seja, um aquecedor por apartamento, deve haver uma preocupação quanto à manutenção do sistema, uma vez que ela deixa de ser condominial e passa a ser individual.

Em edificações multifamiliares, onde poderá haver sistema de aquecimento coletivo, deverá ser estudado, juntamente com a CDHU, uma solução para se manter a medição de consumo individual (CDHU, 2008).

b) Histórico da ação

A primeira experiência da CDHU em implantação de sistemas solares de aquecimento de água em conjuntos residenciais horizontais foi no empreendimento Cafelândia C, no município de Cafelândia, região de Bauru, que na época de instalação dos sistemas solares já estava concluído. Este conjunto é composto por 136 casas construídas em mutirão e localizado na Vila Belém, município de Cafelândia. Nessa cidade o clima é quente com inverno seco, sendo que a média das máximas é de 36°C e a média das mínimas é de 12°C, o que proporciona um consumo menor de água quente para banho. Esta obra teve início em 2000 e foi concluída e entregue aos mutuários em 2005. A Figura 2 e a Figura 3 apresentam detalhes dos sistemas implantados neste empreendimento.



Figura 2 – Conjunto residencial em Cafelândia com aquecedores solares.

O sistema implantado na cidade de Cafelândia foi doado pela empresa fornecedora de equipamentos solares e instalado pelos mutirantes, após treinamento recebido do fabricante. Como o sistema foi instalado após a conclusão das obras, optou-se pelo uso de um sistema que não exigisse a quebra de paredes.

O sistema era composto por um coletor solar (Figura 4), um reservatório térmico (Figura 5) instalado em baixo do telhado e internamente à edificação (Figura 6) e um

sistema de apoio por chuveiro elétrico, configurando um sistema híbrido solar-elétrico. Neste caso, o chuveiro elétrico fornecia a resistência elétrica necessária para aquecer a água em dias de pouca insolação ou até a chegada da água aquecida pelo sistema solar. Esse chuveiro tinha acionamento manual e devia permanecer desligado, sendo acionado somente quando a radiação solar não era suficiente para fornecer o aquecimento necessário.



Figura 3 – Detalhes de instalação dos aquecedores em Cafelândia.

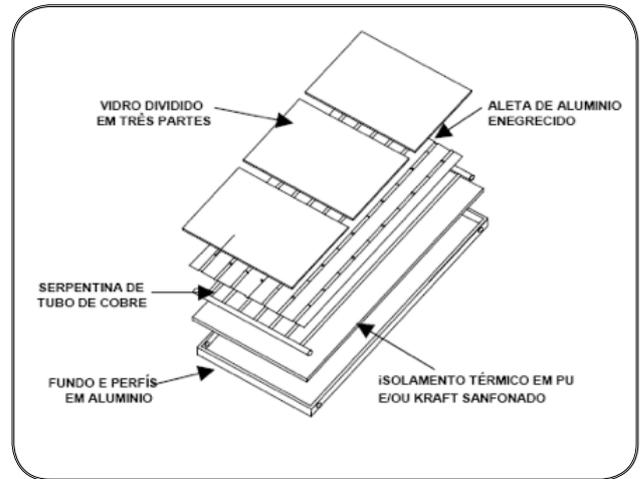


Figura 4 – Detalhe da placa solar

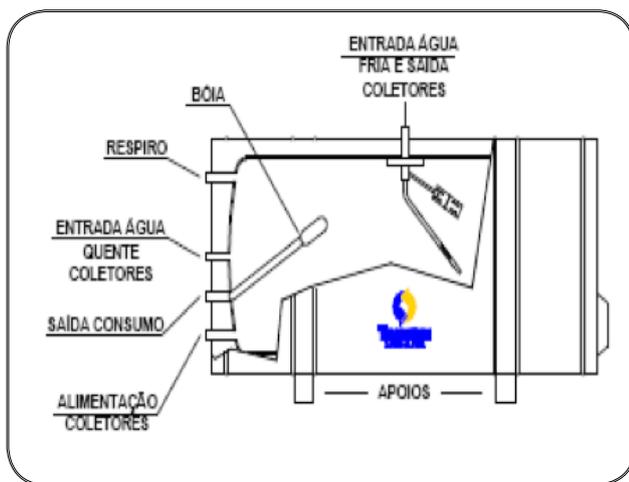


Figura 5 – Detalhe do reservatório



Figura 6 – Reservatório fixado na cumeeira do telhado.

Neste sistema também foi necessário o uso de um misturador, instalado na saída da água fria para o chuveiro e interceptado pela tubulação de água quente que desce do reservatório, atravessando a laje paralelamente. Assim, o misturador possibilitou sua instalação externa à parede, conforme demonstrado pela Figura 7 e Figura 8.

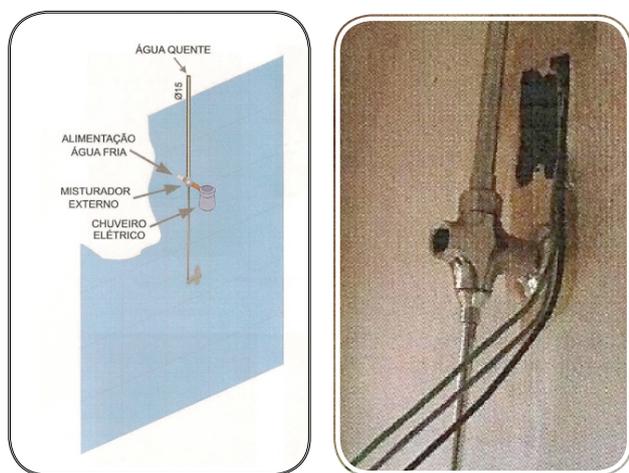


Figura 7 – Detalhe do misturador instalado na parede
Figura 8 – Foto do misturador instalado na tubulação aparente.

Os resultados obtidos no conjunto de Cafelândia foram tão significativos que a CDHU decidiu estabelecer, como procedimento padrão em seus projetos, o uso de aquecedores solares. Assim, a companhia começou a exigir esse sistema em empreendimentos novos, quando não houver restrições, a partir de 2008 e a fazer trocas por esse sistema em conjuntos já construídos.

No caso de implantação desses sistemas em conjuntos residenciais verticais novos, a primeira experiência foi na cidade de Mogi Mirim, onde 433 unidades de edifícios de 4 pavimentos receberam sistemas de aquecimento solar em 2010, no conjunto Mogi Mirim E-F-G-H.

Em Mogi Mirim foram implantados, como projeto-piloto, sistemas mais modernos com uma placa e um reservatório acoplados para cada apartamento, instalados no telhado dos edifícios.

Nestes sistemas ainda era utilizado o sistema de apoio com chuveiro elétrico, pois o tempo de espera para a água quente era de aproximadamente 30 segundos. Entretanto, depois da experiência em Cafelândia com chuveiros elétricos manuais, foram implantados chuveiros com acionamento automático, independente do usuário, que controlam a temperatura (termostato) e o tempo de banho (temporizador).

O temporizador é um dispositivo que determina, a partir de programação prévia, os momentos em que o aquecedor de água está habilitado a acionar sua fonte de calor (PETRUCCI, 1998).

Com esta tecnologia, podem ser limitados a duração do banho e os intervalos entre banhos, além de determinar a temperatura da água. Pode ser utilizada conjuntamente com a resistência elétrica de apoio ao sistema de aquecimento solar ou junto com o sistema solar híbrido-elétrico (chuveiro híbrido) e seu objetivo é reduzir o consumo de energia nos sistemas de aquecimento de água. A Figura 9 apresenta um exemplo de temporizador de chuveiro.



Figura 9 – Temporizador de chuveiro. Fonte: EWG (2010)

Conforme os fabricantes, o sistema solar híbrido-elétrico automatizado permite controlar fluidos, pressão e fluxos através de um software acoplado ao chuveiro. O sistema é constituído de automação, sensor de fluxo e temperatura, potenciômetro e chuveiro elétrico.

O sistema identifica a temperatura da água, considera os fluxos da água pré-aquecida pelo sistema de aquecimento solar e envia a informação a um software, que faz a modulação da resistência do chuveiro, garantindo o necessário para o conforto do banho, independente do controle do usuário. No projeto-piloto, este tipo de sistema foi usado de forma independente para cada apartamento, que forneceu informações mais precisas sobre as relações entre vazões e temperatura e que gerou, desta forma, maior economia em relação à água e à energia. O software foi instalado próximo ao chuveiro, mas poderia ser instalado em qualquer outro local, permitindo a medição e a verificação através do fornecimento dos dados de consumo.

Ainda, o sistema permite também o uso do Smart Grid, um equipamento que permite modular os fluxos no horário de ponta que garanta uma temperatura adequada com variação de fluxo ou ainda o controle do tempo de banho e intervalo entre banhos. Este sistema

pode ser instalado desde que se tenha a aceitação do usuário. Outra questão incorporada ao sistema é a instalação de um potenciômetro que permite desligar o sistema para ocasiões como a lavagem do banheiro, que normalmente é feita por mangueira secundária do chuveiro elétrico, segundo informações levantadas com os usuários pelos fabricantes do sistema.

Atualmente, o chuveiro híbrido solar-elétrico é utilizado em todos os sistemas de aquecimento solar de água dos conjuntos habitacionais horizontais da CDHU. Além disso, esta tecnologia tem sido utilizada para reduzir o desperdício de água em conjuntos habitacionais verticais com 5 e 7 pavimentos.

c) Resultados

A CDHU contratou o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para monitorar os resultados da implantação do sistema solar no conjunto de Cafelândia, que realizou quatro tomadas de dados, em abril e novembro de 2005, novembro de 2006 e outubro de 2007.

Esses resultados mostraram que inicialmente o valor da conta de energia elétrica diminuiu drasticamente e depois começou a aumentar gradualmente com o decorrer do tempo, mas ainda permanecendo menor do que antes do uso do sistema solar. Entretanto, com o monitoramento que a CDHU realizou, não foi possível levantar as causas deste aumento do consumo de energia elétrica. Uma das hipóteses que surgiu para explicar tal fato foi que a diminuição na conta de energia elétrica motivou a compra de mais aparelhos eletrodomésticos pelos moradores das habitações, elevando novamente o custo com a conta de energia. Outra possibilidade seria o maior conforto do banho proporcionado pelo sistema solar, o que ocasionaria um aumento do tempo de banho e do uso do sistema de apoio elétrico em dias de pouca insolação.

Entretanto, o melhor resultado obtido foi com relação à satisfação do usuário que, após conhecer o sistema de aquecimento solar, declarou até mesmo que concordaria em pagar um valor um pouco maior na sua prestação para adquirir o sistema. O principal fator de adesão foi a redução no valor da conta de energia elétrica.

Em conjuntos habitacionais verticais, foram instalados sistemas solares em conjuntos antigos, já construídos, e em conjuntos novos, onde a primeira experiência foi em Mogi Mirim, cujos resultados estão sendo levantados pela concessionária Bandeirantes, que financiou a implantação desses sistemas no conjunto.

Nos conjuntos habitacionais verticais antigos, os resultados não foram tão positivos, pois houve problemas de abastecimento de água quente nos primeiros andares e também, de medição individualizada de água. Assim, em conjuntos verticais onde há rede de gás natural, a CDHU prefere instalar aquecedor de água a gás em vez de solar.

O uso do sistema solar híbrido-elétrico tem o benefício de reduzir o desperdício de água durante a espera do usuário pela água quente. Além disso, também reduz o consumo de energia elétrica ao ser comparado com o uso de uma resistência no reservatório, como sistema de apoio, pois é acionado apenas nos momentos em que é necessário um maior volume de água quente, ao contrário da resistência que é ligada automaticamente quando a temperatura da água no reservatório diminui em relação ao que foi programada.

Entretanto, observou-se que no primeiro conjunto testado, em Cafelândia, alguns usuários não desligavam o chuveiro elétrico quando a água quente do aquecedor solar chegava ao chuveiro, o que aumentava o consumo de energia na habitação. Para solucionar este problema, a CDHU passou a utilizar o chuveiro elétrico com acionamento automático como sistema de apoio.

O desafio da CDHU era implantar 30 mil aquecedores solares em seus conjuntos habitacionais até o fim de 2010, mas este número ainda não foi contabilizado. Até 2009, mais de 15 mil unidades habitacionais foram entregues com sistemas de aquecimento solar pela CDHU. Uma das exigências da Companhia, em seus editais de licitação, é que a tubulação seja em cobre. O projeto executivo e a contratação da empresa que deverá fazer a instalação do sistema ficam a cargo da construtora, porém o projeto deve ser aprovado pelos técnicos da CDHU.

Como resultados negativos da implantação do sistema, houve um aumento do consumo de água, ocasionado tanto pelo aumento do tempo de banho quanto pelo desperdício de água fria durante a espera pela água quente, o que poderá ser equacionado com a utilização da tecnologia dos chuveiros híbridos, que reduz este tempo de espera.

Outro ponto negativo observado é que o sistema solar atende bem a casas térreas e aos sobrados, porém em prédios ainda existem algumas dúvidas relacionadas à dificuldade técnica e financeira de se realizar medição individualizada de água quente com a implantação de sistemas solares.

d) Desafios da ação

Como desafios dessa tecnologia podem-se citar:

- Maior detalhamento do projeto de sistemas prediais hidráulicos quando do uso do aquecedor solar, com análise do tempo ideal de espera para chegada da água quente;
- Uso de medição individual de água quente junto com aquecimento solar em habitações multifamiliares;
- Verificação do ângulo ideal de inclinação das placas, que atualmente é definido por planilhas teóricas ou pelo fabricante;
- Obrigatoriedade de uso de substâncias anticongelantes pelas empresas que concorrem à implantação do sistema, nos locais em que seja necessário, devido à ocorrência desse fenômeno em algumas cidades do Estado de São Paulo;
- Incorporação de custo de manutenção para gerenciamento da CDHU por um determinado tempo;
- Considerando a necessidade de manutenção do sistema por parte do usuário, é necessária a realização de trabalhos sociais periódicos para educação do usuário para operação e manutenção do sistema, bem como para o uso racional da água e da energia;
- Revisão da norma de água quente ABNT NBR 15569 (2008) e ampliação dos programas QUALISOL e QUALINSTAL;
- Reaplicação de iniciativas como expansão de centros de treinamento de instaladores, a exemplo de experiências como as da ABRAVA ou do SENAI e Sol Brasil em Belo Horizonte. São necessárias maiores alternativas construtivas para soluções de baixo custo com uma boa eficiência para o segmento de HIS;
- Avaliar as alternativas em termos de custo-benefício e a eficiência do sistema em termos de fração solar atingida e quantidade de energia a economizar;
- Instalar sistema de recirculação em prédios para os andares inferiores para que não haja tanta diferença de temperatura entre os pavimentos mais altos e os mais baixos, avaliando as necessidades de isolamento térmico das tubulações;
- Melhor estudo do funcionamento do sistema híbrido solar-elétrico, bem como do tempo ideal de espera para chegada da água quente;

- Melhor estudo sobre os diferentes tipos de dispositivos utilizados como apoio para o sistema de aquecimento solar em função do seu custo-benefício;
- Controle do sistema híbrido solar-elétrico – se automatizado ou não;
- Desenvolvimento da prática de monitoramento do desempenho dos equipamentos e seu uso, para poder identificar o comportamento, ganhos e eventuais perdas da iniciativa.

Por fim, de acordo a Souza; Abreu (2009), para garantir o sucesso de um programa de incentivo ao uso de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS) em projetos habitacionais é necessário um acompanhamento contínuo para confirmar se seus objetivos estão sendo alcançados. Isso deve ser feito estabelecendo planos de Medição e Verificação – M&V, cuja comprovação dos resultados esteja garantida por um forte embasamento científico e tecnológico.

1.2.1.2 Aquecedor a gás

a) Definição do sistema

Um sistema de aquecimento a gás de água é constituído basicamente de um equipamento responsável pelo aquecimento da água e uma rede de tubulações que distribuem a água aquecida a pontos de utilização.

No caso da CDHU, o sistema de aquecimento a gás deverá constar de aquecedor instantâneo (passagem) e chaminé (individual ou coletiva), que deverá abastecer, com água quente, somente o ponto do chuveiro em unidades habitacionais. A Figura 10 apresenta um exemplo de aquecedor instantâneo a gás.

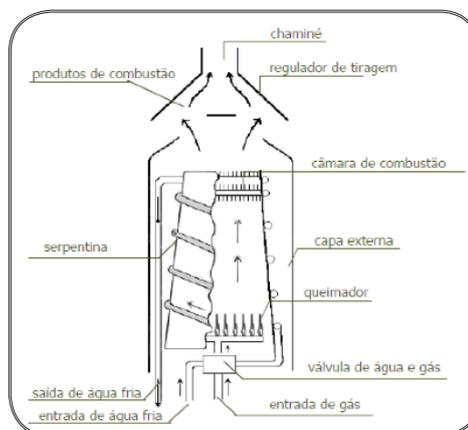


Figura 10 – Exemplo de aquecedor instantâneo a gás. Fonte: Ilha et al. (1994).

b) Histórico da ação

O uso de sistemas de aquecimento a gás de água é uma das opções utilizadas pela CDHU. O uso de botijões de GLP com medição individualizada ocorreu, primeiramente, há mais de 10 anos no conjunto habitacional Jardim São Luiz A, no Campo Limpo, em São Paulo, com 64 apartamentos. Entretanto, o estudo piloto ocorreu por um prazo determinado e, tanto os aquecedores quanto o sistema de medição foram retirados após o final da experiência, retornando ao sistema de aquecimento de água com chuveiro elétrico.

Outras iniciativas ocorreram em alguns edifícios da região metropolitana de São Paulo por meio de um convênio com a Companhia de Gás de São Paulo (Comgás), empresa responsável pela distribuição de gás natural no Estado de São Paulo, para doação de equipamentos.

Em locais onde já existe a rede de gás natural, procura-se utilizá-la para aquecimento de água com aquecedores a gás individuais, localizados em cada apartamento. Também, em projetos de edifícios altos (mais de 5 pavimentos) o uso do aquecimento a gás é uma opção, devido às dificuldades encontradas com o uso do aquecimento solar nesses casos.

Observa-se, contudo, que em locais da cidade de São Paulo onde ainda não existe a rede pública de gás natural, é necessário deixar uma previsão para o futuro uso do gás.

c) Resultados

Embora esses projetos pilotos tenham tido boa aceitação por parte do usuário, não foi realizado um estudo para verificar melhoria no desempenho energético e/ou ambiental dessas habitações. Para complementação desta análise, a Comgás está realizando um projeto de desenvolvimento e pesquisa (2010-2011) para verificação do impacto do uso de aquecedores a gás em tipologias multifamiliares com o propósito de avaliar:

- Viabilidade da aplicação do aquecimento a gás integrado ao conceito da medição individualizada de gás no hall comum dos edifícios;
- Soluções tecnológicas economicamente viáveis, com elevada produtividade de execução e manutenção;
- Impacto na redução do consumo de energia elétrica das unidades com o uso de aquecedores de água a gás;
- Análise do conforto do usuário final no banho;
- Impacto no consumo de água;
- Custo final da implantação considerando projeto, execução e manutenção;
- Estruturação de um programa de capacitação e conscientização do usuário para o uso racional de insumos a favor da sustentabilidade.

d) Desafios da ação

O principal desafio dessa ação é se tornar competitiva em termos de custos para implantação e operação do sistema, já que demanda um sistema mais complexo do que o sistema solar híbrido, por exemplo, necessitando de tubulações embutidas.

Além disso, é necessária a garantia da concessionária para equivalência do preço de gás natural com o GLP e de fornecimento contínuo de gás aos usuários.

Outros desafios seriam viabilizar tecnicamente a aplicação de gás natural em tipologias de edificações multifamiliares. Conforme entrevista de Alberto Fossa a Guilherme Conte na revista Construção e Mercado 88 (Nov. 2008), apesar do desafio da cobrança individual, há a possibilidade de considerar o uso do sistema de aquecimento a gás como apoio para o sistema de aquecimento solar como opção para edifícios multifamiliares, pois permite a individualização do custo do gás a partir de um reservatório único no edifício com o uso de controle automático integrado.

2.1.2 Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficientes

a) Definição do sistema

Esta estratégia consiste no fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos com comprovada eficiência energética para os moradores dos conjuntos habitacionais da CDHU. A comprovação desta eficiência, no caso do Brasil, pode ser feita por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e dos Selos PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e CONPET (Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural). O Programa Brasileiro de Etiquetagem classifica os equipamentos de acordo com seu consumo em níveis que vão desde o A (mais eficiente) até o E (menos eficiente). Já o Selo PROCEL tem como objetivo orientar o consumidor, indicando que dado equipamento elétrico atingiu os melhores níveis de eficiência dentro da categoria A.

Outro objetivo do selo é estimular a fabricação e comercialização de produtos mais eficientes (PROCEL, 2005). O selo CONPET representa o mesmo que o selo PROCEL para equipamentos com consumo de gás. O CONPET classifica também os equipamentos de A (mais eficiente) até E (menos eficiente) conforme o seu desempenho, outorgando o selo CONPET aos equipamentos mais eficientes dentro da categoria A.

A Figura 11 apresenta a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do PBE, obrigatória em alguns dos equipamentos eletrodomésticos consumidores de energia elétrica comercializados no Brasil e o Selo PROCEL e a Figura 12 apresenta a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do PBE obrigatória em alguns

dos equipamentos eletrodomésticos consumidores de gás comercializados no Brasil e o Selo CONPET.

b) Histórico da ação

O primeiro projeto neste sentido foi implantado em conjuntos habitacionais da Baixada Santista, por meio de recursos da CPFL Energia, concessionária de transmissão de energia elétrica que atendia àquela região. O objetivo deste projeto era substituir 40.000 lâmpadas incandescentes das unidades habitacionais por lâmpadas econômicas.

Em seguida, foi implantado um projeto para substituir geladeiras antigas por modelos mais eficientes em conjuntos habitacionais da região metropolitana de São Paulo. Esse projeto foi desenvolvido com recursos da AES Eletropaulo, concessionária de transmissão de energia elétrica. Tanto as novas lâmpadas quanto as geladeiras foram oferecidas diretamente para os usuários dos conjuntos habitacionais, sem prévia consulta sobre o interesse dos mesmos nessa troca.

c) Resultados

Segundo o CATE (Centro de Aplicação de Tecnologias Eficientes), o uso de uma geladeira com Selo PROCEL resulta em uma economia de energia de até 31% quando comparada com uma geladeira comum; e o uso de lâmpadas compactas com Selo PROCEL resulta em uma economia de energia de até 75% quando comparadas com lâmpadas comuns. Ainda segundo o CATE, a venda anual de geladeiras com selo PROCEL tem resultado num ganho de energia de 667 GWh/ano para o país.



Figura 11 - Etiqueta do PBE no nível A e selo PROCEL para aparelhos consumidores de energia elétrica



Figura 12 - Etiqueta do PBE no nível A e selo CONPET para aparelhos consumidores de gás

No caso das geladeiras oferecidas pela CDHU, as unidades foram desembaladas para reduzir seu volume unitário, permitindo transporte de mais unidades por traslado e conseqüentemente, uma redução do custo de transporte de cada eletrodoméstico. Entretanto, ao receberem produtos sem embalagem, alguns usuários não aceitaram a troca, por acreditarem serem produtos usados ou com baixa qualidade. Outros usuários não aceitaram essa oferta por alegar que as geladeiras oferecidas tinham um volume menor do que suas atuais.

Em relação à substituição de lâmpadas, alguns usuários venderam suas novas lâmpadas ao perceberem que estas tinham um maior valor de mercado e adquiriram novamente lâmpadas incandescentes como substitutas.

Uma das razões para o insucesso desta ação foi a falta de uma ação social que informasse os usuários sobre as vantagens das trocas dos equipamentos e de uma pesquisa sobre os hábitos dos mesmos para avaliar corretamente suas necessidades

d) Desafios da ação

A utilização de equipamentos eficientes na CDHU, como geladeiras, ventiladores e outros eletrodomésticos com Selo PROCEL e lâmpadas econômicas contribui muito para redução do consumo de energia de cada unidade habitacional.

No caso das geladeiras, também poderia também ser considerado como critério para a substituição, equipamentos que utilizam gases que não sejam causadores da degradação da camada de ozônio, além de terem uma alta eficiência energética.

Equipamentos consumidores de gás com selo CONPET também poderiam ser considerados para fornecimento junto às habitações, assim como outros equipamentos elétricos, por exemplo, ventiladores.

Entretanto, essa ação de substituição de equipamentos deve sempre ser acompanhada de um trabalho em que se mostrem as reais necessidades dos usuários em relação aos equipamentos, além de um trabalho de pós-ocupação, com o objetivo de conscientizar o usuário quanto ao funcionamento e benefícios trazidos pela utilização dos equipamentos mais eficientes, evitando assim a não aceitação ou venda desses equipamentos.

Por fim, salienta-se que sempre é necessário executar um projeto piloto antes da adoção da ação para se verificar a aceitação da mesma pela população envolvida.

2.1.3 Energia fotovoltaica

a) Definição do sistema

Por meio do efeito fotovoltaico, a energia contida na luz do sol pode ser convertida diretamente em energia elétrica. O efeito fotovoltaico é obtido através de lâminas muito finas de materiais semicondutores, como o silício. Quando os raios solares atingem a superfície do painel fotovoltaico conectado a algum aparelho elétrico é criado um fluxo de energia elétrica que faz o aparelho funcionar.

As placas podem ser integradas ao projeto de várias formas, instaladas independentes da estrutura da edificação ou totalmente fixadas na estrutura, servindo como pele da edificação ou integradas como parte de outros elementos como telhados ou vidraças. Além disso, a energia gerada pode ser armazenada em baterias ou interligada à rede elétrica. A Figura 13 apresenta exemplos de painéis fotovoltaicos em Santa Rosa, Califórnia, nos EUA, e a Figura 14 mostra o desenho esquemático de uma instalação de painéis solares fotovoltaicos em residência, interligada à rede elétrica.



Figura 13 – Painéis fotovoltaicos em Santa Rosa, Califórnia, nos EUA. Fonte: <http://www.aondevamos.eng.br/textos/galeria02.htm>.

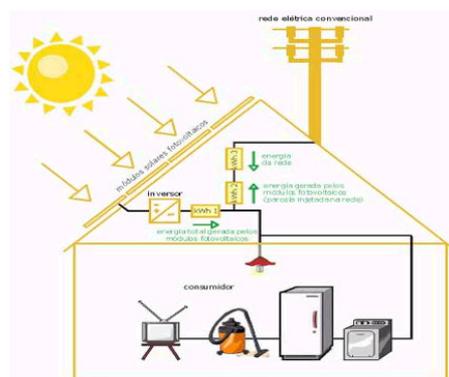


Figura 14 - Desenho esquemático de uma instalação de painéis solares fotovoltaicos em residência, interligado a rede elétrica. Fonte: RÜTHER (2004)

Além da economia de energia, os sistemas fotovoltaicos têm como objetivo prover energia elétrica em locais distantes de uma rede elétrica ou simplesmente ser utilizado para a cogeração de energia elétrica para reduzir os gastos com energia provida das concessionárias. Estes sistemas têm como principais componentes:

- Painéis ou módulos de células fotovoltaicas;
- Suportes para os painéis;
- Controlador de carga de baterias (pode ser retirado no caso da cogeração);
- Banco de baterias;
- Inversor de corrente (converte a corrente contínua das baterias em corrente alternada).

Segue abaixo, na Figura 15, diagrama do funcionamento do sistema de energia fotovoltaica e seus componentes.

b) Histórico da ação

O sistema foi implantado, primeiramente em 2002, em 5 habitações indígenas na aldeia Terra Indígena Guarani do Ribeirão Silveira, em Boracéia, no município de São Sebastião, com recursos provenientes da Companhia Eletrobrás/Furnas. O sistema fotovoltaico foi desativado em meados de 2010 com a chegada da rede elétrica à aldeia.

Recentemente, em setembro de 2010, sistemas fotovoltaicos foram implantados para iluminação de área pública, na praça do conjunto habitacional Rubens Lara através do Programa de Recuperação da Serra do Mar, em Cubatão, com previsão de monitoramento.

c) Resultados

No primeiro conjunto implantado, em Boracéia, o custo para implantação desta tecnologia foi muito alto e este programa foi inicialmente descartado pela CDHU.

Entretanto, em termos de economia de energia, os resultados do programa foram satisfatórios e por isso, estes sistemas serão implantados novamente em outros conjuntos habitacionais.

d) Desafios da ação

O principal desafio desta ação é ter um preço competitivo com outras tecnologias de redução de consumo de energia. Além disso, deve-se realizar uma melhor avaliação de benefícios para o uso em áreas comuns em relação ao uso em áreas privadas.

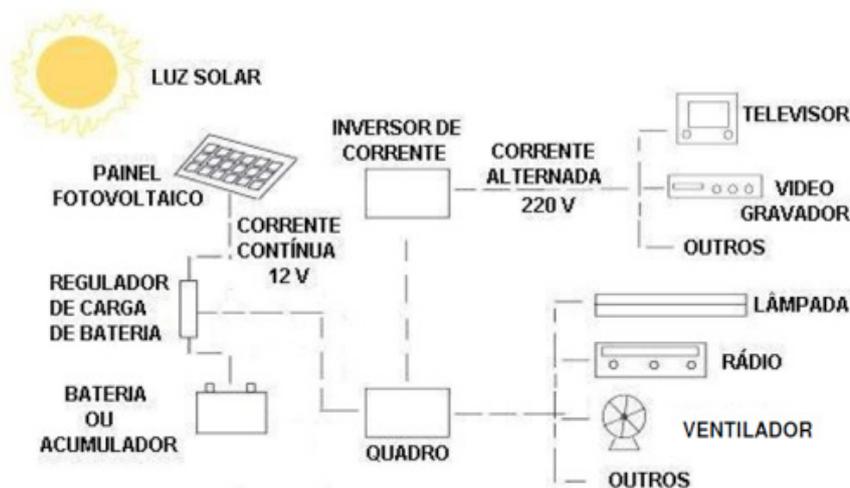


Figura 15 - Sistema de energia fotovoltaica.
Fonte: SOLARTERRA (2010)

2.1.4 Padronização do pé-direito

a) Definição do sistema

A dimensão do pé-direito é uma propriedade arquitetônica que influencia diretamente no conforto térmico. Devido ao gradiente térmico, propriedade física que faz com que o ar quente seja armazenado na parte superior do ambiente e o ar frio, na parte inferior, os ambientes que possuem pé-direito maior separam melhor o usuário deste estoque de ar quente. Porém, para que o efeito desejado seja observado, deve ser combinado com outros elementos arquitetônicos que melhorem a circulação interna do ar e isolem o ambiente termicamente, além de prover adequada orientação solar na etapa de projeto.

b) Histórico da ação

Na CDHU sempre foram utilizadas tipologias de casas com 2,60 m de pé-direito, altura mínima permitida pelo Código de Obras da maioria das cidades brasileiras. Entretanto, durante a década de 1990, foram construídas duas tipologias de edifícios de cinco pavimentos que utilizaram pé-direito de 2,40 m. Esta altura mínima de pé-direito era permitida pela legislação de alguns municípios, como a de Campinas, e tinha o intuito de adequar os cinco pavimentos ao gabarito máximo permitido por esses municípios. A partir da atual gestão, esta altura de pé-direito foi descartada nos projetos da CDHU, sendo que, atualmente, todas as tipologias, tanto de casas quanto edifícios, utilizam pé-direito de 2,60m.

c) Resultados

Em regiões tropicais, onde a insolação é mais intensa e as temperaturas mais elevadas, obtêm-se uma sensível melhora no conforto térmico ao situar o usuário em faixa de temperatura mais baixa. Assim, é possível reduzir a necessidade de uso de equipamentos condicionadores

de ar ou de ventilação mecânica, reduzindo também, conseqüentemente, o consumo de energia nas habitações. Além disso, um pé-direito maior proporciona uma melhor percepção visual ao usuário dentro da habitação.

Porém, utilizar um pé-direito maior implica em menor adensamento populacional, caso seja mantida a mesma altura do edifício, e conseqüentemente, em um aumento do custo do m² construído, já que o custo de construção está “diluído” em menos unidades.

d) Desafios da ação

Para que esta ação de aumento de pé-direito seja mais efetiva em relação à melhoria do conforto térmico dos usuários, poderia estar associada com algumas outras ações como inovação nas esquadrias, embora isto aumente o custo da edificação, necessitando assim de uma avaliação mais profunda de custo-benefício.

A saída do ar quente acumulado nas áreas superiores do ambiente é algo necessário para a melhoria do conforto térmico no verão. Desta forma, aproveitando-se um pé-direito maior, podem ser pensadas em alternativas nos projetos de forma a que se permita de maneira mais efetiva essa saída de ar quente na área superior do ambiente para locais em que esta seja uma estratégia adequada. Isto pode ser pensado em termos de inovação nas esquadrias onde em ambientes de maior convivência se permita aberturas superiores, construção de sheds ou alternativas similares.

O aumento no pé-direito das habitações também pode influenciar positivamente no aumento da iluminação natural na medida em que proporciona a possibilidade de maiores alturas nas janelas ou portas janelas, considerando com isto um maior alcance da iluminação natural no interior dos ambientes.

2.1.5 Uso de forro

a) Definição do sistema

Segundo Lamberts e Triana (2005), o uso de forro associado ao telhado é necessário para garantir um desempenho térmico mínimo e deveria ser um requisito básico e mínimo para aprovação de projetos no setor de habitações de interesse social, considerado um componente importante dentro de uma política pública para desempenho energético das edificações.

Além disso, os autores dizem que, embora se encontre como uma das diretrizes nos programas de especificações mínimas para HIS, esta não é a realidade atual e quando exigido, é instalado somente nos ambientes como cozinha e banheiro, sendo geralmente usados forros em madeira ou em PVC.

O uso de forro cria uma camada isolante térmica que separa o ambiente ocupado pelo usuário do calor irradiado através do telhado durante o dia e diminui a perda de calor durante a noite, de modo a aumentar a resistência térmica da cobertura da residência do ambiente em que o usuário se encontra. O forro pode ser de gesso, madeira e PVC, entre outros. Também pode ser usado forro de laje, que consiste na aplicação de camada de revestimento de concreto armado, podendo ser uma laje mista com bloco cerâmico, EPS ou laje em concreto. Normalmente, a CDHU adota o uso de forro de laje mista nos seus empreendimentos.

A ABNT NBR 15575 (2008) recomenda o uso de coberturas com transmitância térmica (U) conforme a absorvância à radiação solar (α) do telhado (de forma geral, cores mais escuras têm maior absorvância, enquanto que cores mais claras têm menor absorvância).

Para as zonas bioclimáticas 3 a 5, onde está situada grande parte dos projetos da CDHU, a norma recomenda o seguinte: $U < 2,30$ se $\alpha < 0,6$ ou $U < 1,5$ se $\alpha > 0,6$.

As tabelas a seguir mostram a transmitância térmica (U) de diferentes tipos de cobertura: com telha de barro e forro com laje mista (Tabela 3 - Valores de transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT] de cobertura com telha de barro e forro de laje mista. Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005)); com telha de barro e forro de madeira (Tabela 4); com telha de barro, forro em madeira e manta isolante de alumínio polido (Tabela 5) e com telha de barro e forro de laje com EPS (Tabela 6). A Tabela 7 mostra a Transmitância e a Capacidade Térmica de lajes sem telhamento, pré-moldada em cerâmica e pré-moldada com preenchimento de EPS.

Como pode ser visto nas Tabelas 3 e 4, os valores de transmitância térmica não apresentam uma variação muito significativa quando usada a cobertura em telha de barro com a laje mista como forro ou forro em madeira. Desta forma, o uso de laje mista como forro não representa melhoria significativa no desempenho térmico na edificação, pois, devido a sua maior capacidade térmica, acumula calor durante o dia devolvendo-o à habitação à noite, quando em épocas do ano como o verão não seria desejável.

Já quando usada cobertura com telha de barro, forro em madeira e isolante térmico, a transmitância térmica da cobertura muda significativamente, apresentando valor menor, como se observa na Tabela 5, permanecendo com uma baixa capacidade térmica. Isto acontece devido às propriedades de baixa condutividade do isolante térmico.

Na Tabela 6, observam-se os valores da cobertura de telha de barro quando usado forro de laje com EPS. Nesta situação, os valores de transmitância e capacidade térmica diminuem um pouco quando comparados aos da Tabela 3. A Tabela 7 mostra os valores de transmitância e capacidade térmica das lajes pré-moldadas com cerâmica e EPS. Tomando isto em consideração, no caso de usar-se laje como forro, dependendo do contexto poderia ser mais recomendável usar laje com EPS que apresenta uma transmitância um pouco menor do que a da laje mista.

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]
-----------	-----------	---------------------------	---

Tabela 3 - Valores de transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT] de cobertura com telha de barro e forro de laje mista. Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

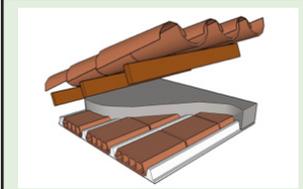
	Cobertura de telha de barro com câmara de ar e forro de laje mista Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 12,0 cm	1,79	185
---	--	------	-----

Tabela 4 – Valores de transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT] de cobertura com telha de barro e forro em madeira. Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

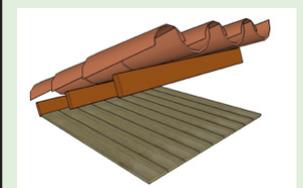
	Cobertura de telha de barro com câmara de ar e forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 1,0 cm	2,02	26,4
---	--	------	------

Tabela 5 – Valores de transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT] de cobertura com telha de barro, lâmina de alumínio e forro de madeira. Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

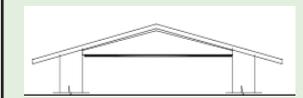
Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	□ [horas]
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e forro de madeira Espessura de telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	1,11	32	2,0

Tabela 6 - Valores de transmitância e Capacidade Térmica de cobertura com telha de barro e laje com EPS. Fonte: Selo Casa Azul da Caixa (JOHN et al, 2010)

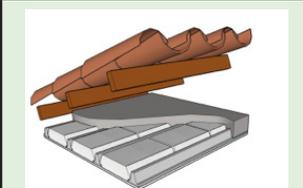
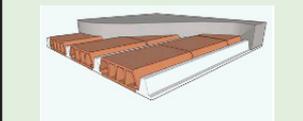
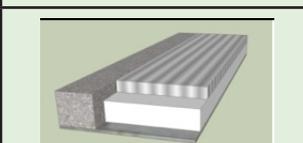
	Cobertura de telha de barro com câmara de ar e forro de laje de EPS Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 12,0 cm Rt(laje) = 0,44 (m ² .K/W) CT(laje) = 263 kJ/(m ² .K)	1,52	150
---	---	------	-----

Tabela 7 – Valores de Transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT] de laje pré-moldada com cerâmica e laje pré-moldado com EPS, ambas sem telhamento.

	Laje pré-moldada com cerâmica (12,0cm) Sem telhamento	2.95	167
	Laje pré-moldada com eps sem telhamento (12,0 cm) Espessura do concreto: 4,0 cm Espessura do eps: 7,0 cm Espessura do reboco: 1,0 cm	2.29	132

b) Histórico da ação

Anteriormente, a cobertura das habitações unifamiliares era realizada somente com telhas, sem a utilização de forro de laje. Isto vem sendo alterado visando aumentar a qualidade das habitações, melhorar o conforto térmico dos usuários e melhorar o aspecto estético da habitação. A partir de 2007, a CDHU começou a utilizar forro de laje em suas habitações unifamiliares e, atualmente, todas as tipologias são entregues com forro de laje.

c) Resultados

O principal benefício desta ação é um maior conforto térmico para os moradores, quando comparado ao uso de telhado sem nenhum tipo de forro (Tabela 8).

Além disso, o uso de laje ou forro cria um ambiente mais agradável e aconchegante ao morador, ocultando componentes como telhas, fiação e tubulações hidráulicas, proporcionando um maior vínculo do morador com sua moradia.

Entretanto, o uso destes componentes aumenta o custo da unidade habitacional, já que incorpora mais material de acabamento e requer mão de obra adicional, fator muito relevante ao considerar a construção de habitações de interesse social.

d) Desafios da ação

O principal desafio desta ação é utilizar materiais que proporcionem boa qualidade à habitação, ao mesmo tempo em que tenham um custo reduzido.

Tabela 8 – Cobertura com transmitância [U] de 4,55 [W/(m².K)]

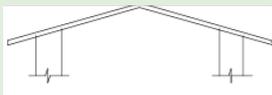
Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	□ [horas]
	Cobertura de telha de barro, sem forro Espessura de telha: 1,0 cm	4,55	18	0,3

Tabela 8 – Cobertura com transmitância [U] de 4,55 [W/(m².K)], Capacidade Térmica [CT] de 18 [kJ/(m².K)] e Atraso Térmico [j] de 0,3 horas Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

2.1.6. Uso de estrutura e telha metálica para telhado

a) Definição do sistema

Esta ação define a utilização de estrutura do telhado em aço, substituindo a estrutura em madeira, e de telhas metálicas pintadas de branco em substituição às telhas cerâmicas.

Segundo Bueno (1994) e Lamberts (1983), a telha cerâmica permeável apresenta um desempenho térmico superior às impermeáveis, devido a sua estrutura porosa ser mais adequada para adsorção e desorção de umidade com trocas de calor importantes. Esta propriedade faz com que, no período noturno, a temperatura se eleve, ficando com uma temperatura interna maior do que a externa; enquanto que no período diurno apresenta uma temperatura menor devido ao processo de evaporação da umidade incorporada na noite anterior.

As figuras a seguir mostram as características de transmitância (U) e capacidade térmica (CT) para coberturas de telha de barro e telha metálica com forro de laje mista e forro de laje com EPS. Além de um cálculo simplificado de fluxo de calor para superfícies horizontais³, considerando a radiação solar incidente horizontal para o dia 22 de dezembro na latitude 30° Sul ao meio dia (12 h) em habitação muito ventilada, foram admitidas as

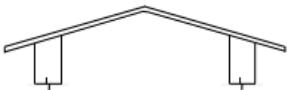
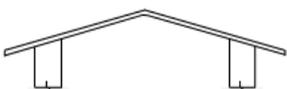
temperaturas externas e internas iguais, com o objetivo de mostrar a relação entre as variáveis absorvância e transmitância dos diferentes tipos de coberturas.

Como resultado, pode ser visto que em termos de cálculo de transmitância, a telha de barro e a telha metálica apresentam comportamentos muito parecidos, dependendo muito mais do uso de componentes como forro, isolantes ou câmara de ar na cobertura (Tabelas 9 a 11). Com relação ao cálculo de fluxo de calor, observa-se nas Tabelas 10 e 11 que a característica mais importante é a absorvância do material (geralmente associada à cor). Daí que seja tão importante especificar o uso de cores claras nas coberturas ou de materiais com baixa absorvância.

Estes cálculos matemáticos simplificados, no entanto, não conseguem mostrar o ganho por evaporação que apresenta uma telha de barro natural, que segundo Lamberts (1983) fica em torno de 20% de redução do fluxo de calor considerando um dia normal sem chuva, podendo este valor ser maior para os dias com chuva.

Desta forma, a escolha de coberturas pode estar mais associada ao contexto em relação ao clima, disponibilidade do material, durabilidade e também em função do tratamento acústico necessário, o que em especial deve ser considerado nas telhas metálicas.

Tabela 9 – Comparação entre coberturas de telha de barro e metálica (ambas sem forro) em relação a Transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT]. (NBR 15220-3, 2005)

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]
	Cobertura de telha metálica sem forro Espessura da telha: 0,65 mm	4,76	2,33
	Cobertura de telha de barro sem forro Espessura da telha: 1,0 cm	4,55	18

³ Usando-se a fórmula: $\phi = U \cdot A \cdot (T_{ext} + \phi \cdot R_s \cdot R_{se} - 4 - T_{int})$. Considerou-se para o exemplo uma R_s (Radiação solar incidente) na horizontal de 1134 W/m² para o dia 22 de dezembro na latitude 30° Sul. E as temperaturas externa (T_{ext}) e interna (T_{int}) foram admitidas iguais considerando uma habitação muito ventilada. A R_{se} (resistência superficial externa) adotada foi de 0,04 m²K/W, devido ao fluxo de calor descendente.

Tabela 10 – Comparação entre coberturas de telha de barro e metálica (ambas com forro de laje mista) em relação a Transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT]. Fonte: Com base na NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

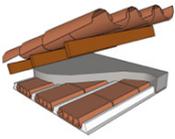
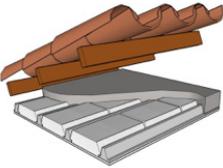
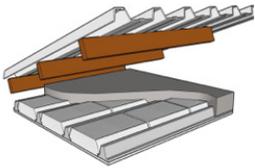
Cobertura	Descrição	U [W/(m².K)]	C _T [kJ/(m².K)]
	<p>Cobertura de telha de barro com câmara de ar com forro de laje mista Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 12,0 cm (4 cm de concreto + 7 cm de lajota cerâmica+ 1 cm de argamassa)</p>	1,79	185
	<p>Fluxo de calor: Telha cor clara ($\alpha = 0,3$) = 17,29 W/m² Telha cor natural ($\alpha = 0,75$) = 54 W/m²</p>		
	<p>Cobertura de telha metálica com câmara de ar forro de laje mista Espessura da telha: 0,65 mm Espessura da laje: 12,0 cm (4 cm de concreto + 7 cm de lajota cerâmica+ 1 cm de argamassa)</p>	1,82	169
	<p>Fluxo de calor: Telha cor clara ($\alpha = 0,3$) = 17,48 W/m² Telha cor natural ($\alpha = 0,75$) = 54,93 W/m²</p>		

Tabela 11 – Comparação entre coberturas de telha de barro e metálica (ambas com forro de laje com eps) em relação a Transmitância [U] e Capacidade Térmica [CT]. Fonte: Com base na NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

Cobertura	Descrição	U [W/(m².K)]	C _T [kJ/(m².K)]
	<p>Cobertura de telha de barro com câmara de ar forro de laje com EPS Espessura da telha: 0,65 mm Espessura da laje: 12,0 cm (4 cm de concreto + 7 cm de lajota cerâmica+ 1 cm de argamassa)</p>	1,52	150
	<p>Fluxo de calor: Telha cor clara ($\alpha = 0,3$) = 14,60 W/m² Telha cor natural ($\alpha = 0,75$) = 45,63 W/m²</p>		
	<p>Cobertura de telha metálica com câmara de ar forro de laje com EPS Espessura da telha: 0,65 mm Espessura da laje: 12,0 cm (4 cm de concreto + 7 cm de lajota cerâmica+ 1 cm de argamassa)</p>	1,54	142
	<p>Fluxo de calor: Telha cor clara ($\alpha = 0,3$) = 14,79 W/m² Telha cor natural $\alpha = 0,75$) = 46,23 W/m²</p>		

b) Histórico da ação

O padrão utilizado pela CDHU para a estrutura dos telhados das edificações uni e multifamiliares era a madeira. Soluções alternativas como a estrutura de aço também passaram a ser adotadas, mas, dada a grande variação de seu preço de mercado, ao longo do tempo, sua utilização podia ser inviabilizada.

Por outro lado, uma das preocupações que acompanham o uso da madeira diz respeito à sua qualidade, tendo em vista que a madeira de baixa qualidade pode acarretar problemas estruturais no telhado das habitações. Para manter a opção de uso das madeiras, a CDHU adota procedimentos de compra de madeira que procuram garantir a madeira de qualidade certificada.

Porém, num cenário de crescente preocupação em relação à comprovação de origem da madeira (Decreto estadual n.º 53.047, de 2 de junho de 2008) e com a disseminação do uso do aço na cadeia produtiva da construção civil, a CDHU passou a inserir mais frequentemente nos seus projetos a utilização nas estruturas de aço nos telhados. Isto se observa com mais evidência nos projetos de tipologia térrea que, atualmente, utilizam a estrutura de aço de maneira quase generalizada.

O uso do aço nas estruturas de telhado começou com o fornecimento do material pela Cosipa, em troca do pagamento de uma dívida desta empresa com o Estado de São Paulo.

No projeto da Serra do Mar, as habitações do conjunto Rubens Lara utilizarão estrutura em aço para o telhado.

Em relação ao uso das telhas, os tipos de telhas utilizados nos conjuntos habitacionais verticais da CDHU são de fibrocimento ou metálicas, devido ao seu menor custo. Porém, devido à ausência de platibandas para proteger a cobertura dos vedos, os edifícios tinham

muitos problemas de destelhamento. Para resolver esse problema, a partir da década de 1980, a CDHU adotou o uso de telhas cerâmicas em edifícios, tipologia que já era utilizada em habitações térreas.

Entretanto, a partir de 2007, a CDHU começou a utilizar platibanda no telhado de suas habitações, o que eliminou o problema do destelhamento e possibilitou o uso de uma declividade menor para o telhado, possibilitando novamente o uso de telhas metálicas e de fibra. A partir daí, a CDHU tem adotado o uso desse tipo de telha, pintada de branco, para melhorar o conforto térmico dos usuários de suas habitações.

c) Resultados

O uso de telha cerâmica representa um aumento do conforto térmico da habitação para o usuário quando comparado com alguns sistemas de coberturas. Porém, a utilização desta telha implica em menor produtividade da mão de obra, em comparação com coberturas de fibrocimento ou metálicas e, portanto, maior custo com a montagem. Além disso, as telhas cerâmicas aumentam o custo de instalação e manutenção da estrutura do telhado.

No caso do uso de estrutura de telhado em aço, há a desvantagem do custo inicial ser maior e da possibilidade de ocorrer problemas de vedação, caso as emendas sejam soldadas ao invés de parafusadas.

d) Desafios da ação

Os principais desafios dessa ação são verificar as condições ideais de uso de telhas metálicas pintadas de branco, ou de fibrocimento ou de telhas cerâmicas dependendo do contexto e se sustentavelmente é mais favorável o uso de estrutura de telhado em aço do que em madeira certificada.

2.1.7 Medição remota de insumos energéticos

Denomina-se como telemetria ou telemedição a automatização da medição e da transmissão de dados das fontes de origem para estações de processamento (DOMINIQUELI, 2007). Esta tecnologia tem sido adotada para a realização de medição remota dos insumos prediais, sem a necessidade de entrada de técnicos para realizar tais leituras.

Segundo Paulino (2006), a automação do processo de medição e de leitura com base nos medidores existentes ou com o uso de medidores eletrônicos tem uma série de vantagens, que incluem: combate a fraudes, implementação de tarifas diferenciadas em função da hora de consumo, corte e religamento remoto dos insumos, levantamento de curvas de carga e eliminação de erros e custos do processo de leitura manual.

Além disso, a medição à distância dispensa os centros de medição de gás e energia, permitindo um uso mais nobre para estas áreas (CDHU, 2005).

As tecnologias para medição remota de insumos prediais disponíveis no mercado são: radiofrequência, PLC, rede pública de telefonia fixa e móvel, TV a cabo, satélite, barramento de campo e sistemas híbridos (ROZAS, 2002).

A seguir, apresentam-se as iniciativas da CDHU em relação à medição remota.

2.1.7.1 Power line communication (PLC)

a) Definição do sistema

O Power Line Communication (PLC) consiste em uma tecnologia para comunicação através da rede elétrica. É possível utilizar esta tecnologia para transmitir as informações da medição individualizada de eletricidade, gás e água, assim como oferecer serviços de internet e TV a cabo (para os programas de inclusão digital).

Os sinais normalmente utilizados para a comunicação por meio metálico sofrem muitas interferências eletromagnéticas em uma rede ramificada dotada de dispositivos como capacitores e transformadores. Porém, operando em frequências de comunicação da ordem de

algumas centenas de hertz, possibilita a transmissão de poucos dados, mas suficientes para a leitura dos medidores, tornando-se um dos sistemas mais utilizados atualmente em todo o mundo (DOMINIQUELI, 2007).

A Figura 16 apresenta um exemplo de sistema de medição por PLC.

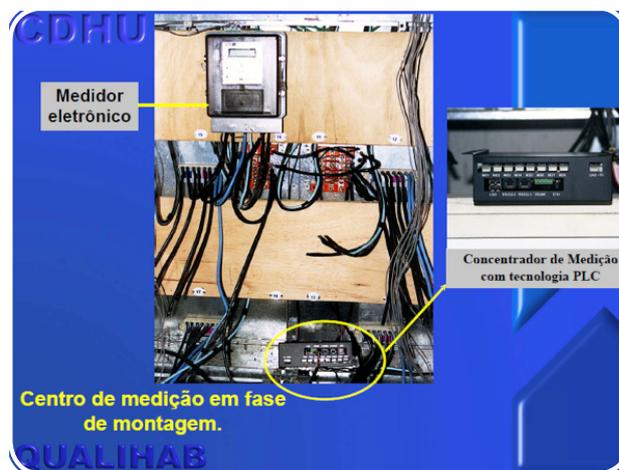


Figura 16 - Detalhe do concentrador de medição e medidor eletrônico com PLC. Fonte: CDHU (2005)

b) Histórico da ação

O primeiro caso onde esta tecnologia foi implantada em um projeto piloto no conjunto habitacional no bairro da Mooca, na cidade de São Paulo, em 2003.

A tecnologia foi utilizada para medição individualizada do consumo de água, energia e gás de cada unidade do conjunto, destacando-se ainda a conexão de computadores, instalados para uso comum dos moradores, através da adaptação de uma sala anteriormente destinada à colocação dos medidores tradicionais de água, luz e energia elétrica.

A concessionária de energia elétrica responsável pela implantação da tecnologia utilizou o projeto piloto para avaliação da medição remota e de leitura à distância. No entanto, neste projeto piloto, não houve efetiva utilização das medições para cobrança individualizada por parte da concessionária de água ou pela administração do condomínio.

A Figura 17 ilustra o esquema de funcionamento do sistema de medição individualizada com tecnologia PLC e a Figura 18 apresenta alguns componentes instalados em um edifício no conjunto habitacional da Mooca.

c) Resultados

A proposta do uso de PLC é considerada muito boa pelos técnicos da CDHU, por usar uma infraestrutura já existente e não ter necessidade de novas instalações. Também dispensa infraestrutura adicional de comunicação, como cabeamento ou antenas de transmissão, já que sua transmissão de dados é feita pela rede elétrica existente, necessitando apenas dos equipamentos medidores.

Outro ponto positivo é que, no caso de falta de pagamento do usuário, é possível fazer o corte do fornecimento de água e luz e posteriormente restabelecer esse fornecimento remotamente. Observa-se, porém, que no caso do gás, é possível fazer apenas o corte do fornecimento à distância, sendo o religamento feito manualmente por um técnico, para evitar eventuais ocorrências de acidentes.

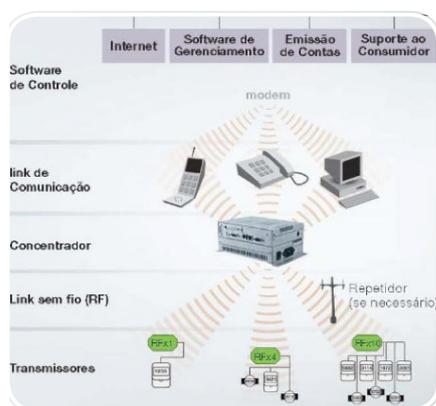


Figura 17 – Esquema de macro funcionamento do sistema de PLC da Mobix S.A. Fonte: Mobix S.A.(2010)

Entretanto, houve problemas técnicos no uso desta tecnologia devido à falta de no-break e de memória suficiente para armazenamento dos dados.

Além disso, a coleta de todos os dados de consumo de água, luz e gás era realizada pela concessionária de energia elétrica, a AES Eletropaulo. Assim, houve problema com as concessionárias de água e gás, SABESP e COMGÁS, respectivamente, que obtinham diretamente seus dados, sem passar pela Eletropaulo.

Por fim, observa-se que há um aumento do investimento inicial exigido em cada edifício com a aquisição dos medidores com tecnologia PLC.

d) Desafios da ação

O principal desafio desta ação é resolver os problemas técnicos, com a adoção de tecnologias que possuam equipamentos complementares ao seu uso, como no-break e memória suficiente, e os problemas de rateio dos dados pelas concessionárias, direcionando cada dado de consumo diretamente à concessionária responsável.



Figura 18 - Sistema de medição individualizada com tecnologia PLC na unidade Mooca da CDHU. Fonte: QUALIHAB (2005)

2.1.7.2 Barramento elétrico

a) Definição do sistema

Os barramentos elétricos são conjuntos de barras condutoras de eletricidade, normalmente em cobre, montadas dentro de um invólucro metálico aterrado. As barras ficam suportadas e separadas entre si e do invólucro por isoladores (FISHMANN; BOMEISEL, 2000).

No uso desta tecnologia, o cabeamento de cada andar se encaixa lateralmente, reduzindo as perdas e evitando queda de tensão no último andar. Além disso, o barramento não necessita do uso de medidor individual.

b) Histórico da ação

A solução foi implantada na Unidade Mooca da CDHU, em 2003, em conjunto com outras soluções como medição individualizada e medição à distância, ambas apoiadas na tecnologia PLC. Abaixo seguem algumas ilustrações do sistema implantado “nestas unidades (Figura 19, Figura 20).

c) Resultados

Podem-se citar como principais benefícios, a eliminação do uso de eletrodutos nas prumadas e a melhora nos

aspectos de segurança das instalações, já que elimina a necessidade de emenda de cabos. Também reduz efeitos negativos como a queda de tensão, gerada pela resistência que os cabos condutores exercem sobre o fluxo de elétrons, fenômeno significativo nos andares mais elevados dos edifícios, contribuindo para redução da conta de energia do usuário.

Quanto aos aspectos construtivos, também existe redução nos custos com mão de obra para a instalação das barras rígidas em comparação aos eletrodutos flexíveis, contribuindo para a viabilidade econômica da solução (QUALIHAB, 2005).

Por fim, esta tecnologia reduz a necessidade de quebras na vedação com geração de resíduos e retrabalho, no caso de manutenção de sistema, pois o mesmo fica situado no lado externo da edificação.

d) Desafios da ação

O principal desafio desta ação é a ampla adoção pelas concessionárias distribuidoras de energia, já que, em sistemas digitais remotos, a leitura é mais fiel e o custo é mais baixo, porém as concessionárias temem a redução de seu faturamento com a adoção desse sistema.

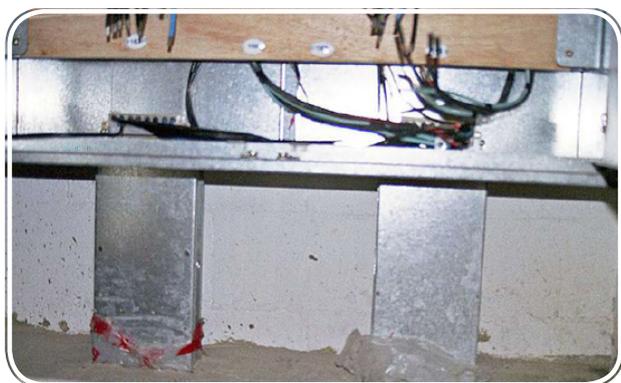


Figura 19 - Detalhe dos barramentos que substituem os três cabos flexíveis que alimentam cada apartamento. Fonte: CDHU (2005)



Figura 20 - Plug-in para conexão de barramento instalado. Fonte: CDHU (2005)

2.1.8 Esquadrias e sombreamento

a) Definição do sistema

Segundo Lamberts e Triana (2005), as janelas são os principais componentes que influem no desempenho térmico da habitação e são um dos que apresenta menor desenvolvimento tecnológico em todos os setores e em todas as faixas de renda em nível geral no Brasil, demandando urgentemente por inovação. Conforme os mesmos autores as janelas devem conseguir responder de maneira eficaz as diferentes exigências climáticas existentes no país, apresentando uma boa estanqueidade em locais de clima frio e permitindo a ventilação e o sombreamento/escurecimento em locais de clima quente, sendo que em habitações de interesse social a qualidade das janelas reflete diretamente o público alvo ao que estão destinadas. Os materiais mais usados geralmente são as chapas de aço para habitações de renda menores, e a madeira e o alumínio para populações com poder aquisitivo um pouco maior.

Uma pesquisa realizada por Ino et al. (2003) na cidade de São Paulo, identificou os tipos de janela mais usados em HIS, classificadas pela faixa de renda e pelo preço de mercado. Foram consideradas 4 faixas, sendo a Faixa 1 para janelas de alumínio, mais usadas na classe média; Faixa 2 para janelas de alumínio de 3 folhas e janelas de chapa de aço com qualidade superior, usadas pela classe media baixa em apartamentos e casas em conjuntos habitacionais e autoconstrutores; Faixa 3 para janelas de chapa de aço com dimensões menores e baixa qualidade, usadas por autoconstrutores e proprietários da periferia; e Faixa 4 para faixas de renda mais baixa e autoconstrutores de áreas periféricas.

Fazendo uma comparação em porcentagem para análise de custo e tomando como preço base o preço colocado na pesquisa de 2003 para a menor faixa de renda (faixa 4 e preço base R\$ 45,67) se teriam os seguintes valores:

- Faixa 4 (preço base);
- Faixa 3 (+52% do preço base);
- Faixa 2 (+100% do preço base), e
- Faixa 1 (+240% do preço base).

Isto mostra a necessidade de inovação nos componentes das esquadrias de forma que atendam as exigências de qualidade e de desempenho e se mantenham com preços acessíveis a todas as faixas de renda.

Entre os componentes das janelas devem ser vistos com especial atenção as venezianas, pois o sombreamento na janela representa uma importante melhoria no desempenho térmico do ambiente, em especial quando consideradas com baixas absorções, que normalmente estão associadas a cores claras.

b) Histórico da ação

Algumas questões relacionadas ao uso de esquadrias pela CDHU são as seguintes:

1. Nos prédios não se usa janela de abrir, por ser mais cara;
2. Todas as janelas são de correr, que embora tenham um preço alto, são adequadas para fornecer iluminação e ventilação naturais;
3. Nos banheiros usa-se maxim-ar;
4. As janelas são, em sua maioria, de alumínio e algumas de PVC, embora este seja mais caro.

c) Desafios da ação

Conforme conversa com a arquiteta Adriana Levisky, responsável pelo projeto Rubens Lara, localizado no Bairro Jardim Casqueiro em Cubatão, faz parte do Programa de Recuperação Sócio-Ambiental da Serra do Mar promovido pelo Governo do estado de São Paulo, neste projeto foram implementados varias ações inovadoras em relação a esquadrias, sendo elas:

- Esquadrias em caixilharia de alumínio com pintura eletrostática de cor branca e 4 folhas de correr nas áreas de longa permanência, sendo 4 vidros internos e 4 venezianas nas áreas dos dormitórios para permitir maior ventilação e iluminação. Isto duplicou a área normalmente usada para esquadrias.
- Este critério de esquadrias foi usado nas tipologias multifamiliar e de blocos de casas geminadas e sobrepostas do projeto, que são agrupadas em grupos de 6 casas, sendo 4 casas geminadas de 2 andares e 2 casas sobrepostas de 1 andar, por bloco.
- Por exigência da Norma de Acessibilidade – ABNT NBR 9050, os projetos novos devem apresentar peitoris de 60 cm das áreas de estar, permitindo uma maior visibilidade do exterior para as crianças e para os cadeirantes. Isto permite possibilidades como um novo desenho do caixilho aproveitando uma bandeira inferior ou uma complementação com vidro fixo.

c) Desafios da ação

Como desafios desta ação se coloca a necessidade de inovação nas esquadrias considerando as janelas e sombreamento, seja por venezianas ou outras. São necessárias janelas que atendam aos requisitos básicos com maior flexibilidade de forma a que permitam uma melhor adaptação climática.

Igualmente é necessário considerar nos projetos um aumento nos vãos de ventilação e iluminação para conseguir condições mais adequadas de conforto conforme as exigências das normas de desempenho para as diferentes zonas climáticas.

2.2 Uso racional da água

2.2.1 Medição individualizada de água

a) Definição do sistema

Medição individualizada de água é a utilização de hidrômetro capaz de fornecer o consumo de água por unidade habitacional nos condomínios verticais e horizontais. Nesse caso, a conta de água pode ser estabelecida, para cada unidade, tendo em vista o consumo registrado nos respectivos hidrômetros, acrescido da parcela que lhe couber, referente ao consumo de água para satisfazer as necessidades comuns do edifício (DOMINIQUELI, 2007).

A Figura 21 apresenta exemplos de tipologias de medição individualizada de água, com medidores instalados no térreo e reservatório do tipo torre e medidores instalados no barrilete.



Figura 21 – Exemplos de edificações verticais com medição individualizada de água. Fonte: Dominiqeli (2007).

Para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), a medição individualizada de água surgiu de uma demanda do mercado, incentivada pelo uso racional da água, e principalmente pela necessidade do cliente em realizar a gestão do seu consumo e pagar pelo que realmente consome. A medição individualizada realizada pela concessionária Sabesp possui como vantagem o fato de que a gestão da inadimplência deste insumo passa a ser da própria Sabesp, além da conscientização do usuário no uso com parcimônia da água, uma vez que cada usuário passa a pagar exatamente pelo quanto consome.

O modelo estabelecido foi gerado através da criação do Programa de qualidade e produtividade da medição individualizada de água – ProAcqua, cujo objetivo é elevar os patamares de qualidade e de produtividade dos sistemas de medição individualizada de água tanto em edifícios em operação quanto em edifícios novos, visando garantir o desempenho e a efetividade dos sistemas, fornecendo eficiência e confiabilidade aos consumidores.

Com o início da operação dos serviços de medição individualizada oficialmente em dezembro de 2008, verificou-se a necessidade de aperfeiçoamento dos conhecimentos técnicos dos profissionais envolvidos com os clientes, seja na área de engenharia ou de relacionamento com clientes, entre outros.

As ações do ProAcqua são sistêmicas, que incluem estabelecer mecanismos, documentos técnicos e referências normativas que garantam: a qualidade dos profissionais envolvidos (projeto, execução e manutenção dos Sistemas Prediais Hidráulicos); a aplicação de materiais em conformidade com as normas técnicas brasileiras (Programas Setoriais da Qualidade do PBQP-H) e a avaliação de tecnologias inovadoras, garantindo assim o desempenho dos sistemas e desta forma, resguardando os usuários finais, além da gestão do sistema por empresas certificadas pelo sistema.

Outro fator relevante é que as ações de educação ambiental do ProAcqua visam informar os usuários finais da importância da Qualidade dos Sistemas Prediais Hidráulicos em suas edificações, do benefício da medição individualizada como ferramenta de gestão do insumo água e do papel da sociedade brasileira na questão do uso racional da água.

Desta forma, a solução técnica adotada pela Sabesp para medição individualizada resumidamente considera a leitura de um medidor de água fria e outro de água quente, com o abrigo de medidores localizado no hall comum das unidades. O sistema considera a medição remota de água, sendo o corte realizado à distância. A implantação do sistema de medição individualizada é feita por empresas de tecnologia certificadas no sistema do ProAcqua, cujas tecnologias são homologadas e possuem um ou mais responsáveis técnicos pelas etapas de projeto, execução e manutenção dos sistemas. A Sabesp é responsável também pela bilhetagem e pela gestão da inadimplência.

Há de se salientar que no caso da CDHU e também para demais edificações populares, caberia aprofundar as discussões a respeito da gestão da operação e manutenção dos sistemas, pois os impactos ocasionados pelos valores praticados para manutenção dos sistemas apresentam desvantagens à solução dada, uma vez que tais usuários muitas vezes não possuem recursos financeiros para tais despesas mensais.

b) Histórico da ação

Os primeiros projetos pilotos ocorreram nos conjuntos habitacionais localizados em São Paulo, no bairro do Itaim Paulista, na zona leste, com 160 apartamentos e na cidade de Santos, totalizando mais de 500 unidades.

Estes projetos pilotos contavam com a instalação de medidores no térreo e com reservatórios do tipo torre com caixa de pressão e foram implantados no final de 2005. Neste caso, a leitura dos hidrômetros era visual, a partir do andar térreo. A Figura 22 apresenta um conjunto habitacional da CDHU com os reservatórios tipo torre circular.

Após esse primeiro piloto, utilizou-se medição individualizada com abrigos metálicos padrões para serem utilizados nos conjuntos verticais de 5, 6 e 7 pavimentos, com possibilidade de instalação no barrilete ou no pavimento térreo das edificações. Este projeto piloto ocorreu no conjunto habitacional de Cangaíba, na zona leste da capital, após a conclusão de suas obras. Antes da instalação da medição individualizada, cada edifício tinha um medidor e a água era rateada entre todos os moradores do edifício. A Figura 23 apresenta a medição individualizada interna no barrilete.



Figura 22 – Edifícios da CDHU do Conjunto Habitacional Itaim Paulista, com medição individualizada com reservatório tipo torre circular. Fonte: Quintana Neto; Rizzo (2006) apud Dominiqueli (2007).

O primeiro tipo de tecnologia utilizando medidores no térreo e reservatório do tipo torre com caixa de pressão foi descartado, pois a SABESP não aceitava a medição individualizada se esta não fosse via remota, ou seja, em sistemas onde não houvesse a necessidade de se fazer a leitura da medição no local.

Do mesmo modo, a tecnologia de medição utilizando hidrômetros no barrilete não foi aceita pela SABESP devido à necessidade de entrada de um técnico nos andares dos edifícios, o que poderia ocasionar dificuldades para obtenção dos dados.

Por fim, a tecnologia de medição via controle remoto foi aceita tanto pela SABESP quanto pelos moradores e é atualmente utilizada em todos os conjuntos habitacionais da CDHU. As Figuras 24 e 25 apresentam detalhes dos sistemas de medição individualizada remota no conjunto habitacional de Francisco Morato.



Figura 23 – Medição interna no barrilete, com acesso pela escada, em edifício de 6 pavimentos. Fonte: Dominiqueli (2007).



Figura 24 - Sistema de medição individualizada remota no conjunto habitacional de Francisco Morato. Fonte: Mobix S.A. (2010)



Figura 25 - Sistema de medição individualizada remota no conjunto habitacional de Francisco Morato. Fonte: Mobix S.A. (2010)

Atualmente, a CDHU está prevendo a medição individualizada de água em todos os projetos novos de edificações multifamiliares e realizando projetos de adequação para a individualização em edifícios construídos mais antigos.

Em seus editais de licitação, a CDHU solicita a aplicação do modelo do ProAcqua, o qual explicita padrão técnico das instalações no que diz respeito ao abrigo de medidores, posicionamento dos medidores de água (conforme NTS - 277 e NTS - 279, normas técnicas da SABESP de critérios de implantação de medição individualizada em condomínios e de medição remota), qualidade dos materiais utilizados em conformidade com as normas técnicas brasileiras, além de contar com a avaliação das tecnologias de medição adotadas por meio de um sistema de homologação e certificação de profissionais e empresas aptas à gestão do projeto, execução e manutenção dos sistemas de medição individualizada de água.

As unidades de medição de água são preferencialmente instaladas no barrilete sobre a escada, abaixo do reservatório superior ou no patamar de acesso aos apartamentos no último pavimento, no hall comum dos andares, além de possuir um concentrador de dados de leitura que deve estar em posição acessível ao leitorista de SABESP, preferencialmente no térreo ou na guarita.

A medição do consumo de água deve ser remota, permitindo a coleta, leitura, bloqueio e desbloqueio do consumo de água em cada ponto de medição, por meio de uma central de gerenciamento, sem a necessidade de entrar no apartamento ou até mesmo no condomínio. O sistema deve permitir a visualização dos consumos individuais em um concentrador de dados homologado pelo ProAcqua e seguir os requisitos da NTS-279.

Esta tecnologia será utilizada também no Bolsão 7 do Programa de Recuperação da Serra do Mar, em Cubatão.

c) Resultados

O usuário é cobrado pelo próprio consumo, ao invés de pagar por rateio do consumo do condomínio, e não assume eventuais desperdícios gerados pelos demais moradores. Como a variação do consumo de sua residência impacta mais na sua própria conta de água, ocorre uma redução significativa do consumo, especialmente por se tratar de unidades habitacionais dirigidas à população de baixa renda. Adicionalmente, há um sentimento de que é cobrado o preço justo, pois o usuário paga pelo que consome.

A introdução da medição individualizada de água foi bastante satisfatória na avaliação da CDHU, o que motivou a adoção desta tecnologia como padrão e sua instituição por decreto governamental em setembro de 2007. Há a previsão, no Manual de Projetos da CDHU, de que todas as edificações deverão possuir equipamentos para medição de consumo individual para instalações de água fria ou quente. A revisão/instalação do sistema de medição individual não exclui a obrigatoriedade da instalação de medidor geral à disposição da concessionária de água local, que definirá sua padronização. Deverá ser previsto sistema de medição/corte/religação remotos conforme diretrizes específicas da CDHU e/ou da concessionária local (CDHU, 2008).

Conforme os técnicos da CDHU, em projeto piloto no município de Itapetininga feito pela SABESP, onde foi adotada esta tecnologia, houve uma redução de 30% no consumo de água, não só pela mudança no comportamento do usuário, mas também pela melhor identificação de perdas nas instalações de água proporcionada por esta tecnologia. A Tabela 12 apresenta um comparativo de consumo após a individualização da medição de água no projeto piloto de Itapetininga.

Tabela 12 – Comparativo de consumo após a individualização da medição de água no projeto piloto no município de Itapetininga.

Comparativo de Consumo após a Individualização 28 famílias	
Consumo Médio Mensal por Apartamento	
Antes	Após
13,6 m³	8,79 m³
Economia de 32,7 %	
Valor Médio Mensal por Apartamento	
Antes	Após
R\$ 28,29	R\$ 26,38
Redução na Conta de 6,76%	

Sabesp Itapetininga

Antes da adoção desta medida pela CDHU, em alguns dos conjuntos habitacionais, os moradores contratavam, por conta própria, serviços de individualização oferecidos por empresas privadas que eram executados com baixa qualidade, muitas vezes desrespeitando as normas, comprometendo o desempenho dos sistemas hidráulicos e estruturais da edificação. Essas empresas impunham contratos de gestão que lhes davam poderes que iam além do corte do fornecimento das unidades inadimplentes, arrecadando valores condominiais que, em alguns casos, não eram repassados à concessionária, prejudicando ainda mais as famílias (DOMINIQUELI, 2007).

Mesmo com o acréscimo dos custos da gestão do sistema, os moradores preferiam a utilização desta tecnologia e demandavam à CDHU que intercedesse junto à concessionária para que as contas fossem individualizadas (DOMINIQUELI, 2007).

Com a implantação da medição individualizada pela CDHU, a leitura dos dados era feita pela SABESP, enquanto que a manutenção dos equipamentos era realizada por empresas credenciadas pelo Selo ProAcqua contratadas pelos condomínios. Essas empresas terceirizadas se responsabilizavam pela manutenção do sistema e pelo funcionamento das válvulas de corte do fornecimento de água, para o caso de inadimplência. Assim, para o correto funcionamento de todo o sistema é necessário haver uma manutenção constante, o que acarreta incremento dos custos de manutenção.

Como se optou por uma tecnologia na qual a medição é feita antes da água ser conduzida ao sistema de aquecimento da água, evitaram-se as dificuldades técnicas que a medição da água quente exigiria.

d) Desafios da ação

Entre os principais desafios desta ação têm-se:

1. Redução do custo para manutenção do sistema, o que reduziria a conta de condomínio do morador;
2. Implantação da medição individualizada em conjuntos habitacionais já construídos para evitar o avanço dos serviços de medição paralelos de empresas particulares, de baixa qualidade;
3. Utilização da medição individualizada de água em instalações de água quente, que demandam dificuldades técnicas e financeiras, principalmente quando se utiliza sistema de aquecimento solar em habitações verticais;
4. Avaliação das modalidades de capacitação dos usuários para a eficiência do método da medição individualizada de água.

2.2.2 Aproveitamento de água pluvial

a) Definição do sistema

O Sistema de aproveitamento de águas pluviais tem como função principal diminuir o consumo de água potável fornecido pelas concessionárias (no caso do Estado de São Paulo, a SABESP), através da utilização da água pluvial tratada para fins não potáveis. Este sistema consiste na coleta de água pluvial de áreas impermeáveis, normalmente de telhados e no tratamento e armazenamento em reservatórios de acumulação para posterior utilização (MAY, 2004).

Para utilização de fins não potáveis da água pluvial, que é caso mais utilizado em habitações residenciais, os principais exemplos de uso são:

- Descargas de bacias sanitárias;
- Lavagem de veículos e pavimentos;
- Irrigação de áreas verdes;
- Reservas de incêndio em edificações.

A Figura 26 apresenta um exemplo de sistema de captação de água pluvial.

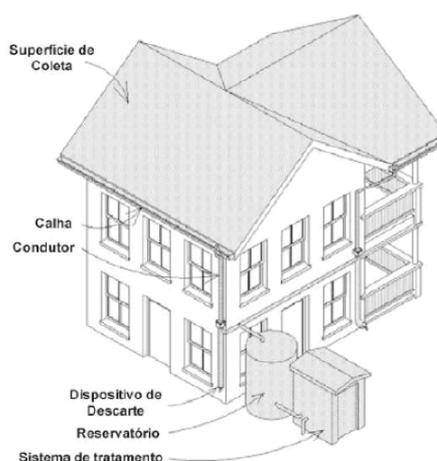


Figura 26 - Sistema de captação e utilização de água da chuva. Fonte: MIERZWA (2010)

O segundo benefício obtido pela retenção e utilização de águas pluviais é a diminuição do volume de água escoado para os sistemas de drenagem urbana por meio da construção de pequenos reservatórios (piscininhas), evitando que os sistemas sejam sobrecarregados em eventos de chuvas muito intensas, quando ocorrem inundações e enchentes, que ocasionam grandes prejuízos à sociedade.

Com a lei estadual das piscininhas, lei nº 12.526 de 02 de janeiro de 2007, que estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais, tornou-se obrigatória à implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes edificadas ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². Os objetivos destacados na lei foram:

- Redução da velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;
- Controle da ocorrência de inundações, amortecimento e redução dos problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;
- Contribuição para a redução do consumo e para o uso adequado da água potável tratada.

b) Histórico da ação

A equipe de projetos da CDHU verificou que, em conjuntos habitacionais, o uso de águas pluviais para fins não potáveis só é viável com área de telhado para coleta de no mínimo 300 m² e, dessa forma, a utilização desta ação é restrita a grandes empreendimentos.

No conjunto do Jardim Pantanal localizado na capital paulista, a água da chuva tem sido utilizada para a irrigação do viveiro construído no local. Da mesma forma, este uso tem sido adotado em parques construídos pela CDHU.

Atualmente, estuda-se o aproveitamento de águas pluviais para as bacias sanitárias dos conjuntos habitacionais, que seria obtido através de um filtro mecânico simples de drenagem da água.

A retenção de água de chuva para reduzir o volume de água escoada para os sistemas de drenagem urbana tem sido realizada por meio de piscininhas localizadas internamente nos conjuntos habitacionais. Esses reservatórios retêm a água por um determinado período de tempo e, após esse período, descartam lentamente a água no sistema coletivo de águas pluviais do município.

O volume dessas piscininhas é calculado por meio de uma relação entre a área do terreno, índice pluviométrico e tempo de duração da chuva, conforme a equação a seguir:

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$$

Onde:

V = volume do reservatório (m³);

A_i = área impermeabilizada (m²);

IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;

t = tempo de duração da chuva igual a 1 (uma) hora.

A norma técnica da ABNT NBR 15527 (2007) apresenta diversos modelos de cálculo para o reservatório de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, que não necessariamente coincide com o cálculo acima apresentado.

c) Resultados

A instalação de um sistema de captação e de uso de águas pluviais exige um projeto hidráulico separado do sistema de água potável, de modo que não haja contaminação, exigindo para isto mais prumadas, maior número de tubulações, pontos de saída separados e identificados, e um reservatório para águas pluviais. Outra exigência deste sistema é a garantia da qualidade mínima da água captada, havendo a necessidade de um sistema de tratamento.

O sistema, desta forma, requer um alto investimento de implantação e manutenção. Contudo, com o aproveitamento da água de chuva, há uma redução no consumo de água fornecido pela concessionária, o que também reflete em um menor custo de condomínio para o mutuário.

No caso do sistema de retenção de águas pluviais para redução do volume de água escoado para o sistema de drenagem urbana, há também um alto custo para implantação do sistema, porém há uma redução dos custos de manutenção e de novas obras de infraestrutura urbana para os órgãos governamentais.

No caso da cidade de São Paulo, esta ação é muito importante devido aos problemas de enchentes, que ocorrem principalmente durante o verão.

Por fim, o manual de projetos da CDHU (CDHU, 2008) recomenda que nos projetos dos conjuntos habitacionais sejam previstos reservatório de retenção para atender à legislação vigente, e haja projeto de reaproveitamento de parte das águas pluviais coletadas, a critério da CDHU.

d) Desafios da ação

Os principais desafios são:

1. Custo de manutenção: o sistema de aproveitamento de água de chuva deve ter um monitoramento e uma manutenção rigorosos. Além disso, os parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade da água de chuva armazenada devem ser monitorados de modo sistemático (OLIVEIRA et al., 2005). Todos esses procedimentos requerem pessoal técnico especializado, aumentando o custo de operação do sistema.
2. Necessidade de trabalho de educação com o usuário: deve haver um programa de esclarecimento do funcionamento do sistema, para que o usuário não se contamine com a água de chuva que, em conjuntos habitacionais, tem fim apenas não potável.
3. Restrição de uso devido às características meteorológicas do local: em regiões onde há um grande intervalo entre os períodos chuvosos, manter um sistema de aproveitamento de água de chuva torna-se bastante onerosa, pois deve ser providenciado um reservatório de grandes dimensões para o armazenamento de água de chuva. Este elemento eleva substancialmente o custo de execução do sistema tornando-o, na maioria dos casos, inviável (OLIVEIRA et al; 2005).

2.2.3 Equipamentos hidráulicos economizadores

a) Definição do sistema

Esta solução consiste na utilização de dispositivos e equipamentos hidrossanitários que utilizem menos água para sua operação, em comparação com equipamentos convencionais. Entre estes, podem ser citados arejadores de torneiras, registros reguladores de vazão, restritores de vazão, bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido, válvulas e caixas de descarga de acionamento duplo, utilizados em edifícios residenciais e comerciais. A Figura 27 apresenta exemplos de dispositivos economizadores de água disponíveis no mercado brasileiro.

b) Histórico da ação

Atualmente, a utilização de equipamentos economizadores disponíveis no mercado, como bacias com volume reduzido (6,8 litros) e arejadores nas torneiras, são padrões adotados pela CDHU, sendo aplicados em todas as unidades construídas. Há uma infinidade de produtos economizadores, mas o importante é utilizar a tecnologia apropriada ao uso específico daquele tipo de usuário.

Cabe salientar que as bacias sanitárias, por exemplo, passaram de um consumo de 12 e 18 l de água por



Figura 27 - Dispositivos economizadores: Válvula de acionamento duplo, bacia com 6 litros e arejadores e restritores de vazão. Fonte: DECA (2010)

descarga para 6,8 l a partir de 2004. Esta redução ocorreu por meio da regulamentação da ABNT NBR 15099 (2004), de aparelhos sanitários de material cerâmico, que exigiu a padronização de todos os moldes fabricados pela indústria. O PB PQ-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat) avalia a possibilidade de redução desse volume, porém recomenda uma avaliação de modo a prevenir que não haja impacto na circulação do sistema público de esgotos sanitários.

Qualquer novo mecanismo de redução deve passar por uma avaliação criteriosa para que o sistema integrado, ou seja, bacia sanitária e mecanismo de descarga, funcionem de maneira adequada e não causem nenhum tipo de impacto negativo no desempenho do sistema público.

c) Resultados

Grande parte dos dispositivos economizadores requer baixo investimento inicial e de manutenção, não gerando impactos relevantes no custo total da edificação, além de terem eficiência comprovada na redução do consumo de água, boa aceitação por parte dos usuários e possuem mercado consolidado no Brasil.

Alguns dispositivos como as bacias de acionamento duplo, necessitam de constante limpeza de membrana existente no equipamento para seu correto funcionamento. Os dispositivos que exijam maiores cuidados em relação à manutenção devem ser cuidadosamente estudados quanto à sua aplicabilidade em moradias de interesse social, pois é necessário que o usuário receba instruções de como operar e realizar corretamente a manutenção destes equipamentos, o que exige um forte trabalho educacional de pós-ocupação.

d) Desafios da ação

O uso de equipamentos hidráulicos economizadores já está consolidado no Brasil, inclusive no setor de habitações de interesse social, devido principalmente ao seu baixo custo de implantação e manutenção e por trazer benefícios palpáveis na conta de água do usuário.

Entretanto, como citam Oliveira et al (2005), vale destacar que para uma redução mais efetiva do consumo, devem ser desenvolvidas campanhas de sensibilização dos usuários para a conservação de água e para o uso correto dos equipamentos economizadores.

2.2.4 Fitotratamento

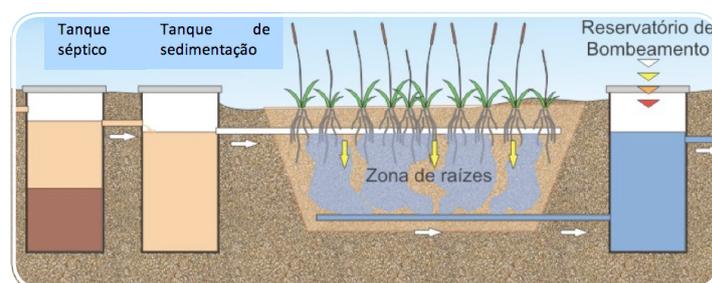
a) Definição do sistema

Também conhecido por Solos Filtrantes ou Wetlands, são sistemas que aproveitam as características filtrantes de um solo preparado para se fazer o tratamento do efluente doméstico (OLIVEIRA et al; 2005).

Esse sistema é composto por uma vala preenchida com camadas de areia, pedras de diversas granulometrias e um preparo de solo altamente alcalino onde são dispostas uma “malha” de drenos na cota mais profunda e outra de dispersores na camada mais superficial.

O processo de descontaminação da água de reuso torna-se mais eficiente quando vegetações do tipo juncos ou taboa são plantadas na superfície da área destinada ao lançamento do efluente a ser tratado. A vegetação cria condições ideais para a proliferação de bactérias, melhorando os processos biológicos de degradação da carga orgânica. A Figura 28 apresenta um esquema do sistema de fitotratamento.

Figura 28 – Sistema de fitotratamento. Fonte: OLIVEIRA et al (2005).



b) Histórico da ação

O uso do sistema de fitotratamento está em estudo na CDHU, assim como a definição do local onde será implantado o projeto-piloto.

c) Resultados

Ainda não foram verificados resultados, pois o uso desse sistema está em estudo pela CDHU.

Oliveira et al (2005) observam que este sistema de tratamento tem a vantagem de economizar energia elétrica, pois opera através de um processo natural.

Outra vantagem é que ele proporciona, também, a infiltração de água de chuva que precipita sobre a vala filtrante. Seu desempenho de tratamento geralmente é elevado, possibilitando a produção de água de reuso para sistemas de descarga de bacias sanitárias, irrigação de jardins e lavagem de pisos. Entretanto, no caso de atender a unidades habitacionais de interesse social isoladas, torna-se restritivo em função das pequenas áreas dos lotes.

d) Desafios da ação

O principal desafio da ação é ter um correto domínio da tecnologia, que requer um dimensionamento adequado para que seja possível o tratamento total ou parcial do Esgoto gerado no conjunto habitacional.

2.2.5 Tratamento de esgoto in situ

a) Definição do sistema

O tratamento de esgoto in situ é proporcionado por estações compactas ou fossas sépticas com filtros anaeróbios, que tratam o esgoto no próprio local onde o mesmo é gerado. Segundo Gonçalves et al (2005), as estações compactas são sistemas modulares fabricados industrialmente, cuja aplicação é extensa e vai de residências unifamiliares a grandes conjuntos residenciais.

Estes sistemas possibilitam o tratamento do esgoto e o reuso do efluente tratado para fins como irrigação de jardins, limpeza de calçadas, automóveis e descarga de bacias sanitárias e de mictórios. Podem também ficar totalmente sob a superfície do solo, não impedindo a reutilização desta área para outros fins, como estacionamento, jardins, playgrounds etc. A Figura 29 apresenta um exemplo de estação compacta para tratamento in situ fornecida pela empresa Mizumo.

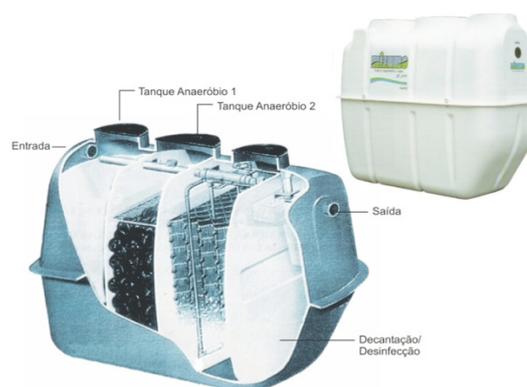


Figura 29 - Estação compacta Mizumo, linha Family. Fonte: Gonçalves et al (2005)

b) Histórico da ação

O tratamento de esgoto in situ é implantado pela CDHU nos empreendimentos quando ainda não existe tratamento de esgoto em operação pela concessionária de água.

Neste caso, a CDHU atende às exigências e às orientações dos órgãos públicos no sentido de tratar o esgoto in situ e levar o efluente tratado à rede de esgoto da concessionária de água ou para o lançamento direto em córrego (regulamentados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE), segundo as diretrizes de qualidade estabelecidas pelo órgão de meio ambiente (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB).

Além da consideração dos fatores técnicos, a definição pelo tipo de tratamento in situ também se orienta pelo menor preço. Entre os fatores que tornam o custo da estação compacta competitivo, quando comparado ao de fossas sépticas com filtros anaeróbios, estão o menor

tempo para implantação e a inexistência de processos de concretagem e escavação para abertura de valas.

Ao adotar a solução de estações compactas nos seus empreendimentos, a CDHU procura implantá-la em área institucional ou em área comercial, possibilitando a doação do equipamento e da área em que está instalado o equipamento para a concessionária de água. A principal preocupação é evitar a instalação do equipamento em área condominial, poupando os condôminos da gestão do uso e da manutenção.

No histórico da CDHU, no entanto, existem casos de implantação do tratamento in situ localizados nas áreas condominiais, recaindo a responsabilidade pela gestão do tratamento para os condôminos. O tratamento por fossa séptica e filtro anaeróbio localizado em área condominial foi mencionado, por exemplo, nos prédios adquiridos pela CDHU construídos pela Caixa, no município da Praia Grande e destinados ao reassentamento de moradores do Programa Serra do Mar. Também existem experiências de implantação de estações compactas em áreas condominiais, como no Bolsão 7, no município de Cubatão.

Observa-se, contudo, que a solução do tratamento in situ nos empreendimentos é considerada provisória e aguarda a instalação do sistema de tratamento da concessionária de água.

c) Resultados

Este sistema tem a vantagem de reduzir a carga de esgoto lançada direta ou indiretamente nos cursos d'água, em situações em que a concessionária de água ainda não implantou o tratamento de esgoto ou, até mesmo, as redes coletoras de esgoto.

Entretanto, os custos para implantação e, principalmente, manutenção desses sistemas, são altos. Embora cada projeto tenha seu dimensionamento específico em função de sua população, tipo de depuração e outras variáveis, calcula-se que o custo médio de implantação de uma estação de tratamento seja de aproximadamente R\$ 1.000,00 por unidade habitacional.

Além disso, a CDHU relata problemas de gestão das estações, visto que a manutenção é bastante complexa e demanda pessoal técnico especializado para este serviço.

d) Desafios da ação

O principal desafio desta ação é ter uma gestão adequada do sistema de tratamento in situ, que demanda um tratamento adequado dos efluentes para se adequarem aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação vigente. A operação deve ser monitorada de forma a garantir que não haja transtorno para os futuros moradores.

Ainda, deverá ser feita uma manutenção preventiva e deve ser estabelecida uma programação de acompanhamento da qualidade dos efluentes tratados pela concessionária local. A especificação dos materiais e dos componentes do sistema deverá atender a uma série de exigências técnicas que garantam a qualidade do sistema e a segurança dos usuários. Por fim, neste tipo de empreendimento, usuários dos condomínios deverão tomar-se gestores da água para garantia da adequada utilização do insumo e minimização da geração dos efluentes gerados.

2.2.6 Pavimentos permeáveis

Segundo Oliveira et al (2005), pavimentos permeáveis são sistemas simples de infiltração, onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para o interior da estrutura do solo por meio do processo de infiltração.

Atualmente, o Manual de Paisagismo da CDHU recomenda que a área pavimentada seja minimizada, deixando o máximo de solo permeável sempre que possível. Além disso, a escolha dos pavimentos deve considerar os diferentes usos no projeto. Os critérios para a sua especificação devem considerar a qualidade estética, a durabilidade, a facilidade para manutenção e a permeabilidade às águas pluviais. Deve-se privilegiar o uso de elementos drenantes como gramado, pedriscos e pisos articulados.(CDHU, 2008).

Os técnicos da CDHU sugerem as tecnologias do macadame hidráulico, dos blocos intertravados e do gramacadame. Este último é uma tecnologia simples, em desenvolvimento no âmbito da própria CDHU.

2.2.6.1 Macadame hidráulico

a) Definição do sistema

O macadame hidráulico é uma tipologia de pavimento constituída de agregados graúdos com diâmetro variável, compactados, com as partículas firmemente entrosadas umas às outras e os vazios preenchidos por material de enchimento, que pode ser pó de pedra ou areia, com ajuda da água. A estabilidade da camada é obtida a partir da ação mecânica enérgica de compactação.

b) Histórico da ação

A CDHU estuda o uso de macadame hidráulico nas áreas de estacionamento de seus conjuntos habitacionais. Prevê-se a plantação de grama sobre a camada final do macadame hidráulico, apenas liberando o piso para circulação após seu enraizamento.

O local de implantação do projeto-piloto ainda está em estudo pela CDHU.

c) Resultados

Embora ainda não haja resultados devido à falta de um projeto-piloto para uso do macadame hidráulico, já há alguns resultados da aplicação do mesmo em outros locais. Este pavimento proporciona a resistência necessária para veículos de baixo peso, como automóveis e motos e seu custo de manutenção é baixo.

Além disto, em caso de chuvas, reduz a taxa de escoamento superficial, já que possui permeabilidade, reduzindo desta forma a sobrecarga no sistema de drenagem de água pluvial da rede urbana.

Outro benefício é que fornece uma área verde maior, proporcionando conforto térmico para os usuários e reduzindo os efeitos das ilhas de calor urbanas, já que estes pavimentos absorvem menos e refletem de maneira mais intensa a radiação solar, em comparação com pavimentos impermeáveis como concreto ou asfalto.

Entretanto, estes pisos normalmente exigem investimento inicial e manutenção maiores do que os pisos de concreto ou de asfalto.

c) Desafios da ação

O principal desafio desta iniciativa é a manutenção, já que os contratos da CDHU com as empreiteiras exigem que as mesmas realizem a manutenção do paisagismo durante 2 anos após a entrega dos conjuntos habitacionais e após essa data, a manutenção fica a cargo do condomínio, que muitas vezes não a executa conforme o necessário.

2.2.6.2 Blocos intertravados

a) Definição do sistema

O pavimento com blocos pré-moldados de concreto apresenta uma versão moderna e aperfeiçoada dos antigos calçamentos de paralelepípedos. A Figura 30 apresenta um exemplo de pavimento de blocos intertravados.



Figura 30 - Pisos permeáveis de blocos intertravados. Fonte: TECPAV (2010)

b) Histórico da ação

Uma das primeiras experiências da CDHU em empreendimento com bloco intertravado em piso de estacionamento foi realizada em 2004 no CH Itaquaquecetuba B2 e B3, em regime de mutirão. Este empreendimento, no entanto, ainda não está concluído, devido a problemas com o mutirão.

Em São Sebastião E, em empreendimento iniciado em 2005 e entregue em julho de 2008, também foi utilizada a pavimentação com blocos intertravados. Entre os empreendimentos recentemente entregues que utilizou bloco intertravado como pavimento e grama nas vagas, está o empreendimento Ribeirão Preto B2/B3, entregue em 2010.

Com o incremento da arborização dos estacionamentos desde 2005, o uso de grama na área das vagas de estacionamento foi inserido como especificação de projeto, junto com os blocos intertravados.

Atualmente, o Manual de Paisagismo da CDHU recomenda que a circulação em praças e condomínios deve ser em concreto desempenado ou bloco de concreto intertravado (CDHU, 2008).

c) Resultados

Como aspectos positivos do uso desta ação têm-se, entre outros, a boa resistência, durabilidade e possibilidade de utilização destes pavimentos logo após o assentamento dos blocos, a facilidade de execução, e de manutenção e a segurança devido ao piso ser antiderrapante.

d) Desafios da ação

O principal desafio é a manutenção do piso, evitando a infestação de gramíneas invasoras e a difusão de técnicas alternativas ao uso de herbicidas, cujo uso em áreas urbanas foi recentemente proibido.

2.2.6.3 Gramacadame

a) Definição do sistema

Trata-se de uma matriz pétreo e porosa de agregados compactados, semelhante ao macadame hidráulico na montagem e nos componentes. Diferencia-se pela matriz granulométrica mais descontínua dos agregados, com maior índice de vazios e pela ausência do filler (pasta de pó de pedra e água que preenche os vazios no macadame hidráulico).

Aqui, o filler é em parte substituído por substrato agrícola, que preenche frouxamente a matriz pétreo de modo a preservar parte de sua porosidade ao ar é à água. A grama em placas é plantada em cobertura e quando suas raízes alcançam a camada de bloqueio do subleito, o piso está pronto para carga.

O prazo de “cura” está ainda em avaliação, mas é previsível algo entre três e seis meses, conforme a temperatura, regime de chuvas ou regas e qualidade dos insumos empregados.

b) Histórico da ação

Recentemente, a técnica foi utilizada em uma área de lazer de um empreendimento em São Vicente, São Paulo (C.H. México 70). Entretanto, há um convênio a ser renovado com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para o desenvolvimento e avaliação da tecnologia.

c) Resultados

Ainda encontra-se em avaliação, pois a aplicação em São Vicente tem um compromisso menor do que o pretendido, já que se destina apenas ao trânsito de pedestres. Originalmente, a técnica foi concebida para estacionamentos, que exigem maior capacidade de carga e ainda não foi avaliada.

d) Desafios da ação

Realizar o ensaio completo das possibilidades da técnica: metodologia, materiais, custo, prazos e evolução da capacidade de carga, manutenção e vida útil, reversibilidade etc.

2.3 Paisagismo: Sombreamento natural

Os projetos de paisagismo têm também o objetivo de melhorar o conforto térmico das habitações de interesse social e de integrar os conjuntos habitacionais no meio urbano.

a) Definição do sistema

Consiste em criar anteparos naturais, em vez de anteparos artificiais como coberturas metálicas, para diminuir a incidência dos raios solares no solo e nos veículos, reduzindo os efeitos das ilhas de calor.

b) Histórico da ação

O primeiro projeto-piloto de uso do sombreamento natural para estacionamentos foi realizado em Ribeirão Preto B2/B3, iniciado em 2005 e entregue em 2010.

Outras experiências também foram realizadas:

- Jaraguá D foi entregue em 1998 e preservou uma grande área de vegetação existente e de Preservação Permanente (APP) dentro do condomínio, constituído de prédios de 15 andares.
- São Sebastião E foi entregue para o público de remoção de favela, onde foram preservadas as áreas de APP dentro do condomínio, mas não se sabe como está a situação atual. É um caso que deveria haver acompanhamento para saber se a população está mantendo as áreas de sombreamento natural.

Atualmente, a CDHU tem um projeto de grandes dimensões em Guarulhos em início de implantação da primeira etapa, que prevê a urbanização de áreas invadidas com a construção de novas unidades para desocupação de APP, saneamento e recuperação dos córregos, implantação de parque público para preservação do maciço de mata remanescente e recuperação de APP de córrego.

c) Resultados

Esta ação também proporciona redução das ilhas de calor urbanas. Além disso, de acordo com a equipe técnica responsável pelos projetos de paisagismo do CDHU, a partir do momento que a árvore se estabelece no local, seu custo de manutenção é quase zero.

A CDHU recomenda que sejam evitadas árvores com frutos ou flores nocivos à saúde ou que por sua dimensão ofereçam perigo aos usuários. A implantação da vegetação não deve perder de vista a infraestrutura instalada, tanto a aérea como a enterrada. Suas raízes devem ficar distantes das canaletas, das guias etc (CDHU, 2008).

Por outro lado, devido ao limitado espaço destinado à garagem de carros, o plantio de árvores dentro do terreno do empreendimento implicaria em uma redução da área útil para estacionamento. Outro impacto causado por esta iniciativa seria a redução da eficiência de iluminação artificial externa noturna em virtude das copa das árvores, o que implica em áreas menos iluminadas durante o período noturno.

Por isso, a CDHU também recomenda que a vegetação empregada seja basicamente de árvores e de forrações, evitando os arbustos que formem moitas. Eles não devem ser plantados em espaços públicos. Em condomínios, quando utilizados, poderão acompanhar muros, fechamentos e delimitar espaços (CDHU, 2008).

d) Desafios da ação

O principal desafio desta ação é a limitação da área do terreno para prover sombreamento natural nas áreas dos conjuntos habitacionais, pois mesmo quando se utiliza a tipologia de unidades multifamiliares, o que aumentaria a área livre disponível, os edifícios geralmente são baixos e a demanda por área de estacionamento é grande, pois há a obrigatoriedade de uma vaga de garagem para cada apartamento.

2.4 Projeto: desenho e construção

Durante as entrevistas com os técnicos da CDHU foram citadas diversas ações sustentáveis que estão sendo implantadas na área de projetos.

A seguir, apresentam-se as iniciativas da CDHU na área de sustentabilidade em projetos.

2.4.1 Modulação

a) Definição do sistema

A coordenação modular é a técnica que permite, a partir de um módulo básico, estabelecer as dimensões dos ambientes tanto na horizontal quanto na vertical (MANZIONE, 2004). Isto implica que tanto a altura quanto a largura das paredes serão compostas por múltiplos das dimensões dos blocos utilizados para compor estes elementos.

Segundo Razente (2004), o fato dos blocos possuírem dimensões conhecidas e de pequena variabilidade possibilita a aplicação da técnica de coordenação modular. Esta técnica consiste em definir todas as dimensões da obra, verticais ou horizontais, como múltiplos das dimensões da unidade, prevendo inclusive as armações e demais instalações. Dessa forma evitam-se cortes e desperdícios durante a execução da obra, sendo este procedimento uma etapa fundamental do processo de racionalização como um todo.

b) Histórico da ação

Desde meados da década de 1960, com o início da utilização de blocos, adota-se a técnica da coordenação modular em habitações de interesse social.

c) Resultados

O benefício mais evidente da modulação dos blocos é a diminuição das perdas de materiais provenientes do corte manual dos blocos, além do aumento da produtividade do pedreiro. (FRANCO, 2000).

O principal fator limitante da alvenaria estrutural é que esta restringe as possibilidades arquitetônicas de uma edificação, por estar condicionada de acordo com a modulação utilizada nos blocos de alvenaria.

Atualmente, a CDHU trabalha com a modulação de todos os sistemas. Uma das diretrizes técnicas, como definido em seu Manual Técnico de Projetos, é procurar definir as dimensões dos ambientes dentro de um sistema de coordenação modular, adequando a modulação ao sistema construtivo adotado. Preferencialmente, deverão ser adotados componentes como portas e janelas disponíveis no mercado. (CDHU, 2008).

d) Desafios da ação

O principal desafio da ação é possibilitar uma variação arquitetônica mesmo com as limitações da modulação, de acordo com as características de cada local onde se constrói o conjunto habitacional.

2.4.2 Kit hidráulico e elétrico

a) Definição do sistema

Consiste na pré-montagem de componentes como tubulações hidráulicas e eletrodutos pelos fornecedores, realizada a partir do projeto de instalações hidráulica e elétrica do empreendimento desenvolvido pela CDHU, de modo a eliminar a etapa de produção do canteiro de obras e agilizar a execução da instalação dos componentes nos edifícios, já padronizados e com a identificação numerada, de acordo com a sequência para instalação.

b) Histórico da ação

O primeiro projeto proposto em conjuntos habitacionais horizontais ocorreu em empreendimentos no município de Potim, em 2002, através da doação de 60 kits da empresa fornecedora para o empreendimento, que contava com 299 unidades habitacionais.

c) Resultados

Os principais benefícios de utilizar o kit hidráulico como método construtivo são o aumento da produtividade, a melhora da qualidade do serviço realizado e a redução da quantidade de perdas e de resíduos gerados no canteiro.

d) Desafios da ação

O principal desafio da ação é o aumento do interesse pelos fornecedores em adotar o uso deste conceito, com a entrega racionalizada dos componentes padronizados e com a identificação numerada dos mesmos, de acordo com a sequência para instalação.

2.4.3 Paredes de concreto moldado in loco

a) Definição do sistema

A parede é concretada em gabaritos, que posteriormente são substituídos por caixilhos por meio de parafusos e fixados com espuma de poliuretano.

b) Histórico da ação

O primeiro projeto-piloto foi aplicado em Peruíbe, cidade costeira do Estado de São Paulo.

Normalmente, a CDHU realiza licitação para construção dos conjuntos habitacionais solicitando o uso de alvenaria estrutural, que é considerada sua tecnologia padrão para construção. Entretanto, a empreiteira selecionada na licitação pode utilizar qualquer sistema de vedação e estrutural que seja qualificado pelo Quallhab. Neste caso, a empreiteira contratada optou pelo uso de paredes de concreto moldadas in loco.

c) Resultados

O emprego das paredes de concreto moldado in loco foi aceito pela CDHU, porém não foi realizado um estudo para avaliar o desempenho ambiental e o custo deste sistema em comparação com o padrão de alvenaria solicitado pela companhia.

2.4.4 Edifícios laminares

a) Definição do sistema

São edifícios com áreas retangulares, utilizados atualmente pela CDHU em substituição aos edifícios em formato H.

b) Histórico da ação

Edifícios com formato em H são considerados os mais econômicos e racionais devido à possibilidade de uma menor área de corredor e elevadores, ampliando a área para apartamentos. Entretanto, esta tipologia demanda grandes patamares, o que aumenta os custos com terraplenagem.

Houve uma diminuição da oferta de terrenos na cidade de São Paulo nos últimos anos, levando à ocupação de terrenos com maior declividade. Sendo assim, optou-se pelo uso de edifícios laminares que, embora não sejam tão econômicos e racionais, demandam menores patamares para sua implantação.

Um dos primeiros projetos de edifícios laminares ocorreu no município de Serra Negra.

c) Resultados

Os principais resultados foram menores custos com terraplenagem, porém com aumento de área para corredores e elevadores, o que elevou o custo do edifício.

d) Desafios da ação

O principal desafio da ação é relacionar os conceitos de acessibilidade com os de sustentabilidade, procurando alcançar 100% de acessibilidade respeitando obrigações impostas pelas legislações ambientais vigentes.

2.4.5 Desenho universal

a) Definição do sistema

O Desenho Universal aplicado a um projeto consiste na criação de ambientes e de produtos que possam ser usados por todas as pessoas, na máxima extensão possível (GOVERNO DE SÃO PAULO, 2010).

b) Histórico da ação

A CDHU apresenta os parâmetros de referências que devem ser adotados pelos projetistas contratados, os procedimentos para a definição das diretrizes para projetos com Desenho Universal nas unidades habitacionais, nas áreas comuns condominiais e nas áreas públicas urbanas. Atualmente, todos os projetos da CDHU aplicam os conceitos do Desenho Universal, inclusive os conjuntos habitacionais que fazem parte do Programa de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar.

O primeiro projeto-piloto foi realizado, em 2010, em Avaré, pelo Programa Vila Dignidade, destinado à habitação de idosos, contando com 24 unidades habitacionais.

c) Resultados

Os resultados mostraram uma melhoria na qualidade da habitação com a adoção dos conceitos do Desenho Universal. Porém, observou-se também um aumento no custo da edificação.

d) Desafios da ação

O principal desafio da ação é relacionar os conceitos de acessibilidade com os de sustentabilidade, procurando alcançar 100% de acessibilidade respeitando obrigações impostas pelas legislações ambientais vigentes.

2.5 Qualidade e sustentabilidade: Programa QUALIHAB

a) Definição do sistema

O Programa de Qualidade na Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB) foi desenvolvido e é coordenado pela CDHU. Instituído em 1996, o programa, que é pioneiro em questões relacionadas à qualidade e produtividade da indústria da construção civil brasileira (JESUS, 2004), foi utilizado como base para outro programa, de âmbito nacional, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

Tal programa tem como principal objetivo garantir a qualidade das habitações construídas pelo Estado, em todas as fases, desde a concepção até a execução, dentro do princípio de que a população de baixa renda tem o direito à moradia de boa qualidade, durável e ampliável, para atender a necessidade de crescimento da família (CDHU, 2008).

Suas diretrizes são baseadas em três ações interligadas entre si: treinamento de mão de obra, desenvolvimento de normatização técnica e implementação de sistemas de gestão da qualidade.

Através do QUALIHAB, a CDHU utiliza seu poder de compra para exigir a qualificação de seus fornecedores e incentivar a busca por qualidade na construção civil no Estado de São Paulo (JESUS, 2004), além de elevar os padrões de qualidade das moradias de interesse social, mesmo que neste tipo de empreendimento ainda se dê a prática de menor preço.

b) Histórico da ação

Este programa é aplicado a todos os sistemas e produtos utilizados nos conjuntos habitacionais da CDHU. Em agosto de 2007, o QUALIHAB formalizou as atividades de avaliação de sistemas construtivos, materiais

e componentes, com a formalização da CAMCS (Comissão de Avaliação de materiais, componentes e sistemas construtivos). Com a CAMCS, o QUALIHAB/CDHU intensificou os processos de recebimento de propostas e de avaliação de inovações e melhorias tecnológicas para obras e serviços da CDHU.

A fim de dar sustentação à inserção de critérios socioambientais nas políticas sociais, nos padrões de consumo e nas contratações no âmbito da administração pública do estado de São Paulo, o QUALIHAB conta com arcabouço legal instituído pelo governo do estado, através do Selo Socioambiental (Decreto N.º 50.170, de 4 de novembro de 2005) e do Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis (Decreto N.º 53.336, de 20 de agosto de 2008).

c) Resultados

Como um dos resultados deste programa, a CDHU está exigindo nos editais de licitação que as empresas, cujas áreas de atividades já possuam acordos setoriais da qualidade, obedeçam aos programas setoriais e às normas técnicas e comprovem sua qualificação, como condições para participação das obras habitacionais.

Além disso, o modelo desenvolvido em São Paulo está sendo adotado por outros Estados e também pela Secretaria do Planejamento do Governo Federal, através do PBQP-H.

Entre os 44 acordos já firmados pelo QUALIHAB com entidades setoriais, destacam-se os acordos de cooperação com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) e com a entidade representativa do setor de aquecedores solar de água (ABRAVA).

Por fim, a Caixa Econômica Federal, incentivada pelo programa do QUALIHAB, decidiu exigir certificação da qualidade às empresas construtoras nos financiamentos habitacionais, medida que entrou em vigor em julho de 2001.

2.6 Social

Embora o objetivo do Projeto SUSHI fosse somente avaliar, como funções-piloto, água e energia, verificou-se também, durante as entrevistas com os técnicos da CDHU, a necessidade de avaliar os trabalhos educacionais efetuados pela CDHU para inserção das tecnologias sustentáveis nas HIS.

A área social da CDHU teve diferentes orientações para atuação de acordo com o planejamento do governo estadual para a construção de HIS, nos diferentes períodos.

Durante o governo estadual de 1983 a 1987, o foco da CDHU era a produção de moradias em conjuntos habitacionais horizontais. Como não havia recursos que pudessem responder por um atendimento mais abrangente da demanda, os atendimentos eram pontuais e em pequena escala. Desse modo, utilizou-se muito o Programa de Mutirão Habitacional (PMH), para baratear os custos de produção, no qual o governo estadual fornecia uma cesta básica de materiais de construção e a habitação era construída em regime de mutirão, ao longo de alguns anos. Neste caso, a área social acompanhava toda a construção dos conjuntos habitacionais e tinha uma atuação de destaque dentro da companhia.

A partir de 1990, incrementaram-se os recursos com o Imposto sobre Circulação de mercadorias e Prestação de Serviços destinados à habitação (ICMS-habitação), que ampliou a arrecadação do imposto estadual em 1%, sendo o montante resultante dessa majoração direcionado para a construção de HIS. Com isso, a CDHU passou a ter recursos financeiros para realizar, em larga escala, um atendimento habitacional focado na redução do déficit habitacional no Estado. Neste período, teve início a formação de estoques de terrenos com a aquisição de grandes glebas para a construção de conjuntos habitacionais. Além disso, devido à grande escala de produção de HIS e à adoção de programas habitacionais baseados na contratação de empreiteiras, o programa de mutirão perdeu importância e a atuação da área social foi reduzida.

Durante a administração estadual de 1995 a 2001, o programa de mutirão novamente foi priorizado pelo governo do Estado, sendo, inclusive, estendido à produção de edifícios em conjuntos habitacionais verticais. Porém, diferentemente do período de 1983 a 1987, os programas de mutirão adquiriram novos formatos, devido ao repasse de recursos da CDHU às associações de mutirantes – no caso da região metropolitana de São Paulo. Neste modelo de gestão, as associações de mutirantes eram responsáveis pelo gerenciamento dos recursos, enquanto que a CDHU se responsabilizava pela fiscalização dos mesmos. A área social da CDHU se manteve com uma importância secundária, restrita à fiscalização da gestão dos respectivos programas de mutirão, que passaram a ser desenvolvidos por assistentes sociais contratados pelas associações de moradores para atendimento à população mutirante.

Este modelo de gestão também causou muitas distorções devido à incapacidade de gerenciamento dessas associações. Além disso, a construção de edifícios por programas de mutirão gerou muitos problemas construtivos.

Na atual gestão, as atuações da CDHU no âmbito social são divididas em duas áreas, a primeira na urbanização e recuperação de favelas existentes e a segunda através trabalhos de pós-ocupação nas novas moradias construídas.

O programa de mutirão foi transformado no Programa de Gestão compartilhada, em que a produção da estrutura, hidráulica e elétrica nas moradias é realizada por construtoras terceirizadas, enquanto que o acabamento é realizado pelos próprios moradores. Desta forma, as associações de moradores recebem poucos recursos financeiros do Estado e devem passar por um criterioso processo de seleção para receberem esses recursos, o que reduz os problemas de gestão.

A seguir, são apresentadas as duas divisões atuais da área social, que são a reurbanização de favelas e a gestão social pós-ocupação.

2.6.1 Reurbanização de favelas

A área de ações de recuperação urbana atua na recuperação urbano-ambiental de favelas com a preservação do maior número possível de edificações existentes e consequente manutenção dos vínculos sociais já estabelecidos pelos moradores. Para isso, utiliza diversas ferramentas de atuação, como projetos sociais e mapeamento de indicadores sociais.

Como importante exemplo da atuação desta área na CDHU, cita-se o Projeto Pantanal, que teve como objetivo urbanizar os núcleos de União de Vila Nova e Vila Jacuí, localizados no extremo leste da cidade de São Paulo, em uma área atingida por severas inundações em períodos de intensas chuvas. Além da remoção da população das áreas com risco de inundação e do assentamento adequado desta em habitações de interesse social, foram promovidas diversas ações que contribuíram para a inclusão social dos moradores, dando suporte à intervenção urbano-habitacional e proporcionando sustentabilidade à intervenção.

A Figura 31 apresenta fotos da cooperativa de reciclagem criada no Projeto Pantanal:



Figura 31 - Cooperativa de reciclagem criada pelo Projeto Pantanal. Fonte: CDHU (2010)

Entre essas ações, destacam-se os seguintes projetos:

- Cursos de formação de agentes comunitários e de formação de educadores comunitários: objetivam capacitar representantes eleitos pela população e representantes dos grupos produtivos locais para atuarem como multiplicadores perante a comunidade, dos conceitos de cidadania e democracia, informação e desenvolvimento social, educação e meio ambiente, entre outros, estimulando a reflexão sobre as transformações do bairro e proporcionando a formação de uma rede de agentes aptos a identificar problemas, propor soluções e envolver toda a população no processo de urbanização e de requalificação do bairro. A
- Formação de Educadores Comunitários contou com a parceria do Centro Popular de Cultura e Desenvolvimento (CPCD).
- Rede de desenvolvimento local / Curso empreendedor em pequenos negócios: parceria entre a CDHU e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial do Estado de São Paulo (SENAC-SP) na promoção de ações concretas de mobilização, processos de formação voltados para a capacitação profissionalizante e geração de trabalho e renda.
- Projeto São Paulo de Cara Nova: prevê a recuperação de moradias e área públicas por meio de obras de paisagismo, implantação e/ou reforma de mobiliário urbano e de lazer e valorização estética das moradias por meio de intervenções de arte urbana.
- Projeto Amigos da Praça / Amigos do Parque: visa preservar e garantir o uso solidário e democrático dos espaços públicos de convivência e lazer, por meio da formação de comissões e programação de atividades envolvendo todos os segmentos da população beneficiária.
- Cooperativa de reciclagem Nova Esperança: o projeto objetivou implementar a coleta seletiva no âmbito de todo o Projeto Pantanal, de modo a gerar renda à cooperativa e reduzir o volume de resíduos depositados nas margens do rio Tietê, dos córregos e das vias públicas, contribuindo, juntamente com as obras de infraestrutura urbana, para a contenção de enchentes. O projeto promove campanhas e atividades socioeducativas voltadas à mobilização e à conscientização ambiental da comunidade e contou com a cessão de área e a construção de um galpão de triagem do lixo para sediar a Cooperativa, pela CDHU, seguindo orientações do Ministério das Cidades. Os 34 catadores que hoje integram a cooperativa foram capacitados em técnicas de produção e administração de cooperativas em parceria com o Instituto GEA – Ética e Cidadania. Atualmente a cooperativa produz em torno de 40 toneladas/mês de material reciclado e conta com diversas parcerias e prêmios de reconhecimento.
- Fórum de Desenvolvimento Sustentável: integração de associações de moradores, de entidades locais, de lideranças, de agentes comunitários de urbanização, de ONGs, de órgãos públicos e de concessionárias visando preparar a comunidade para a autogestão compartilhada do novo espaço urbano, de modo a garantir a sustentabilidade das condições físicas, sociais e políticas da intervenção.
- Jornal comunitário: parceria entre a CDHU e a comunidade para a elaboração de jornais locais com

a devida capacitação dos moradores envolvidos por meio de oficinas de jornalismo e técnicas de comunicação comunitária.

- Projeto Tenda Itinerante: dirigido a todos os moradores do Projeto Pantanal, a Tenda Itinerante percorreu vários pontos do bairro divulgando e conscientizando, de forma dinâmica e participativa, o processo de urbanização, favorecendo a adesão da comunidade às intervenções em curso.
- Projeto CADS (Centro de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável): projeto integral de desenvolvimento local sustentável baseado na geração de trabalho e renda, na educação ambiental, na formação de grupos de arte e na educação e formação de associação de comerciantes.

2.6.2 Gestão social pós-ocupação

A equipe Social desenvolve ações durante a etapa denominada pós-ocupação dos conjuntos habitacionais visando informar a população beneficiária e prepará-la para o uso adequado das habitações e dos espaços coletivos, para a participação das organizações comunitária e condominial e para o respeito aos aspectos ambientais.

Considerando a tendência de construção de empreendimentos verticais adotada pela CDHU nos últimos anos, associada ao fato de que as famílias de baixa renda, em especial as removidas de áreas de risco, não têm experiência anterior em viver em empreendimentos com estas características, uma das principais ações da equipe Social se refere à capacitação das famílias para que elas compreendam as mudanças pelas quais passarão ao mudar de ambiente e residir em condomínios. A equipe Social prepara as famílias e as lideranças para compreender as obrigações legais dos condomínios e, em consonância com esta legislação, instrui sobre como instituir legalmente os condomínios, eleger síndico e corpo diretivo, estabelecer orçamento condominial, registrar e armazenar documentação, obter CNPJ condominial, dentre outras ações imprescindíveis para a organização destas comunidades.

Para isso, os técnicos da área social da CDHU em conjunto com a equipe Comercial, iniciam seus trabalhos com uma reunião com o objetivo de explicar aos novos condôminos os procedimentos de contrato para aquisição do imóvel e os primeiros conceitos sobre vida em condomínio. Ocorre então outra reunião na data da assinatura do contrato, quando a equipe da área social informa aos condôminos quais serão as contas a pagar que eles terão que assumir referentes ao uso dos apartamentos; a partir deste momento, é estimulada a formação da primeira comissão de representantes.

Após a mudança das famílias para o conjunto habitacional, a equipe Social promove um ciclo de reuniões e encontros para preparar as famílias para a organização condominial com mais detalhes, bem como para sua participação consciente e ativa no processo de eleição do síndico e da assembleia de instalação do condomínio.

Esse acompanhamento da equipe social da CDHU permanece até a eleição do síndico e do registro da documentação referente à instalação condominial. Posteriormente, a equipe Social, também promove um ciclo de capacitações para os síndicos e os Conselhos eleitos e, a partir de então, o condomínio poderá, se assim o desejar, contratar uma administradora para continuar os trabalhos de gestão.

Quanto aos trabalhos de educação para uso das tecnologias sustentáveis, a CDHU distribuiu material informativo referente ao uso racional e à medição individualizada da água e divulgação de um vídeo educativo sobre o assunto, porém não faz um trabalho de treinamento para uso e manutenção de todas as tecnologias adotadas, devido à falta de técnicos e também por se tratar de assuntos que exigem técnicos especializados, às vezes com formação específica, e que não fazem parte da equipe técnica Social. Também utiliza em seu trabalho material informativo sobre os cuidados necessários em relação ao gás de cozinha, ao manuseio do lixo doméstico e ao compartilhamento de espaços comuns, como os estacionamentos. Além disso, a equipe Social promove, em conjunto com a equipe de Obras, treinamento para uso de equipamentos condominiais, como os extintores de incêndio, os centros de medição de energia, os centros de medição de gás e como fazer leitura dos registros, o manejo de bombas d'água, de luz de emergência e o uso e manutenção das áreas comuns, entre outros.

A equipe Social, além das atividades típicas de pós-ocupação, desenvolve outras ações, como a realização de Diagnóstico de Inserção Urbana dos terrenos em fase de aquisição, enviando estes estudos para a equipe de Terras. Tais estudos verificam o impacto que a construção de um empreendimento ocasionará nos bairros, em especial nos serviços públicos de educação, saúde, transporte, abastecimento, entre outros. Estes estudos visam orientar tanto a equipe Social quanto a equipe de Projetos para ações que minimizem estes impactos e que contribuam para que as famílias, ao se mudarem para os novos empreendimentos, tenham menos dificuldades de inserção no entorno e de fruição dos serviços de sua necessidade.

A equipe Social também faz a gestão de todos os terrenos não habitacionais dos empreendimentos não averbados, em especial as áreas institucionais, fomentando seu uso adequado para construção de escolas, postos de saúde e outros equipamentos urbanos necessários para a população de baixa renda.

A equipe social levantou algumas observações quanto aos aspectos sustentáveis das habitações de interesse social construídas pela CDHU, que são:

- Os projetistas de HIS devem incorporar os dados do Diagnóstico de Inserção Urbana a respeito da infraestrutura do bairro no projeto dos conjuntos habitacionais e, assim, dimensionar as áreas institucionais que integrarão os projetos urbanísticos de forma mais adequada e que realmente atenda às necessidades da população local;
- Não se deve apenas pensar na sustentabilidade da edificação, mas na sustentabilidade do projeto urbanístico do conjunto habitacional, ou seja, em seu impacto na cidade;
- As tecnologias sustentáveis devem ser inseridas, porém respeitando o fato que, em muitos casos, haverá a necessidade de mudança de cultura dos usuários que irão utilizar estas tecnologias. Para isso, é recomendável que seja realizado um programa de capacitação específico para cada nova tecnologia adotada ou para as tecnologias que não são de uso corrente das famílias atendidas;
- A adoção de tecnologias sustentáveis deve levar em conta o custo de implantação e de manutenção destas tecnologias e estar de acordo com a capacidade financeira dos usuários;
- Para a adoção de uma determinada tecnologia deve-se verificar a facilidade de reposição de peças e de equipamentos que deverão ser utilizados.

Por fim, observa-se que a CDHU tem se preocupado em aumentar a atuação da área social nas HIS como forma de melhorar a qualidade socioambiental de seus projetos. Assim, a companhia realizou uma nova licitação (032/2010) para contratar serviços técnicos especializados de organização social e condominial dos moradores de empreendimentos habitacionais de interesse social da CDHU que sejam ou que serão registrados sob forma de condomínio edilício, tal como definido pela Lei Federal 4.591/64 e pelo capítulo VII da Lei Federal 10.406/02 do novo Código Civil. A diferença deste novo modelo em relação ao modelo que a equipe Social vem praticando até o momento, é que a CDHU contratará administradoras de condomínio para realização desta tarefa, desonerando os moradores da taxa de administração que costumam pagar quando eles mesmos contratam as administradoras. Com isso, a equipe Social poderá focar mais a sua atuação em projetos de capacitação profissional, geração de renda e educação ambiental.

3 Custo das ações de sustentabilidade nas HIS

Para avaliar o aumento do custo de implantação das ações sustentáveis nas habitações padrões da CDHU, foram realizadas duas simulações de custos (RIZZO, 2010). A primeira simulação foi realizada com habitações térreas, isoladas e com dois dormitórios, sendo estudados três casos:

- Caso 1 – tipologia padrão da CDHU (TI 24 A) com dois dormitórios e possibilidade de ampliação para quatro.
- Caso 2 – tipologia da CDHU (TI 24 A-01 2d) com dois dormitórios e possibilidade de ampliação para quatro, modificada com aumento de área, uso de sistema de aquecimento de água solar, uso de forro de laje e uso de revestimento nas paredes da cozinha e dos banheiros.
- Caso 3 - tipologia da CDHU (TI 23 E-01 2d) com dois dormitórios e possibilidade de ampliação para três, modificada com uso de estrutura metálica na cobertura, uso de caixilhos de alumínio e revisão de algumas especificações.

A segunda simulação foi realizada com habitações térreas, isoladas e com três dormitórios, sendo estudados quatro casos:

- Caso 1 – tipologia da CDHU (TI 24 A-01 3d) com três dormitórios e possibilidade de ampliação para quatro.
- Caso 2 – tipologia da CDHU (TI 23 E-01 3d) com três dormitórios, modificada com uso de estrutura metálica na cobertura, uso de caixilhos de alumínio e revisão de algumas especificações.
- Caso 3 - tipologia da CDHU (TI 33 A-01) com três dormitórios, modificada com aumento de área.
- Caso 4 - tipologia da CDHU (TI 33 B-01) com três dormitórios, modificada com aumento de área, uso de estrutura metálica na cobertura e de caixilhos de alumínio com áreas maiores.

A Tabela 13 apresenta o aumento dos custos em função de cada ação implantada para as duas simulações.

De acordo com a Tabela 13, para o caso 2 da simulação 1 houve um aumento de 13,22% da área da unidade habitacional em relação ao caso 1, passando de 43,18 m² para 48,89 m². A adição de área e do uso de sistema de aquecimento de água solar, forro de laje e revestimento nas paredes da cozinha e banheiros proporcionaram um incremento no custo total da unidade de 48,62%, sendo que 12,39% se referem ao sistema de aquecimento solar, 10,25% ao forro de laje, 9% ao revestimento e 17,18% devido ao aumento da área.

No caso 3 da simulação 1, não houve aumento da área da unidade habitacional em relação ao caso 2. Por outro lado, além da inserção das ações do caso 2, ainda houve uso de estrutura metálica na cobertura, uso de caixilhos de alumínio e revisão de algumas especificações, o que proporcionou um incremento no custo total de 2,69%. O uso de estrutura metálica na cobertura provocou um aumento de 6% no custo total da unidade, porém o uso de caixilhos de alumínio e a revisão de algumas especificações reduziram o custo em 1% e 2,31%, respectivamente.

Para a simulação 2, o caso 2 obteve um incremento no custo da unidade de 3,91%, sendo que 6,81% eram devido ao uso estrutura metálica na cobertura, porém com uma redução de custo de 1,2% com o uso de caixilhos de alumínio e de 1,7% com a revisão de algumas especificações.

No caso 3 da simulação 2, houve um aumento de 6,56% da área da unidade habitacional em relação ao caso 2, passando de 56,28 m² para 59,97 m², o que elevou o custo da unidade em 4%.

Por fim, no caso 4 da simulação 2 houve um aumento de 10,06% da área da unidade habitacional em relação ao caso 3, passando de 59,97 m² para 66 m². A adição de área, uso de estrutura metálica na cobertura e uso de caixilhos de alumínio proporcionaram um incremento no custo da unidade habitacional de 17,57%, sendo que 8,96% eram devido ao aumento da área, 6,63% ao uso de estrutura metálica na cobertura e 1,98% ao uso de caixilho de alumínio nas janelas.

Tabela 13 – Casos simulados para avaliação do aumento do custo para implantação de ações sustentáveis em HIS

SIMULAÇÃO 1: habitação térrea, isolada, 2 dormitórios												
Casos	UH/Tipo	Área (m2)	Incremento de área (%) ¹	Custo (R\$)	Incremento de custo (%) ²	Uso de sistema de aquecimento solar (%)	Uso de forro de laje (%)	Uso de revestimento (%)	Uso de estrutura metálica na cobertura (%)	Incremento de área (revest., pintura). Complementos (%)	Uso de caixilhos de alumínio (%)	Revisão de especificações (%)
1	T124A	43,18		34.591,25								
2	T124A-01 2d	48,89	13,22	51.477,13	48,82	12,39	10,25	9,00		17,18		
3	T123E-01 2d	48,89		52.862,72	2,69				6,00		- 1,00	- 2,31
SIMULAÇÃO 2: habitação térrea, isolada, 3 dormitórios												
Casos	UH/Tipo	Área (m2)	Incremento de área (%) ¹	Custo (R\$)	Incremento de custo (%) ²	Uso de sistema de aquecimento solar (%)	Uso de forro de laje (%)	Uso de revestimento (%)	Uso de estrutura metálica na cobertura (%)	Incremento de área (revest., pintura). Complementos (%)	Uso de caixilhos de alumínio (%)	Revisão de especificações (%)
1	T124A-01 3d	56,28		56.768,13								
2	T123E-01 3d	56,28		58.986,85	3,91				6,81		- 1,20	- 1,70
3	T133A-01	59,97	6,56	61.344,48	4,00					4,00		
4	T133B-01	66,00	10,06	72.121,15	17,57				6,63	8,96	1,98	
										10,94		

Data base: abril/2010

Observações:

1 O incremento de área se relaciona sempre com o caso anterior.

2 O incremento de custo é a somatória dos incrementos para uso das tecnologias e do aumento da área da tipologia , e se relaciona com o caso anterior.

Além disso, em relação ao aumento do custo devido ao uso do Desenho Universal, a CDHU (2010) estabeleceu um percentual de incremento de área construída comparando com a produção anteriormente feita pela SH/CDHU. Os dados de áreas médias das edificações, segundo a tipologia adotada, são apresentados na Tabela 14.

De acordo com CDHU (2010), a principal conclusão desta experiência é que os reflexos da adoção das diretrizes do Desenho Universal sobre a área de projeto da unidade de HIS não são muito expressivos, variando de 4,6% de incremento para os apartamentos de 3 dormitórios até, no máximo, 14% nas casas de dois dormitórios.

Tabela 14 – Incremento de área médio das edificações segundo a tipologia adotada

Tipologia	Áreas em Desenho Universal (m2)	Área com Desenho Universal (m2)	Incremento de área (%)
Casa térrea 2 dormitórios	50	57	14
Casa térrea 3 dormitórios	60	66	10
Apartamento 2 dormitórios	52,5	58	10,5
Apartamento 3 dormitórios	65	68	4,6

Fonte: SH/CDHU – Superintendência de Projetos (2009).

4 Conclusões e recomendações

A história da CDHU é marcada por uma série de ocorrências que caracterizaram o modo co-mo a companhia atua hoje, de forma responsável e com o compromisso não só de atender à demanda habitacional no Estado de São Paulo como também de agregar tecnologias sustentáveis, visando melhorar a qualidade ambiental e o conforto do morador.

Neste relatório foram abordadas as questões de eficiência energética e de uso racional da água, a partir da experiência da CDHU na implementação de soluções e os desafios encontrados com relação ao custo das instalações, descontinuidade do uso do sistema, conscientização da população beneficiária da tecnologia, entre outros.

Desta forma, descobriu-se que a implantação de novas soluções e tecnologias, mesmo que resguardadas tecnicamente, necessitam de um período de adequação para a operação dos edifícios, bem como a capacitação dos usuários finais.

Outro ponto importante diz respeito à qualidade dos componentes para que os usuários finais não sejam utilizados como cobaias das novas tecnologias. Atualmente, as licitações públicas normalmente atendem ao pré-requisito de aplicação de produtos em conformidade com as normas técnicas brasileiras, porém ao se tratar de tecnologias inovadoras, muitas

delas ainda não possuem normas técnicas reguladoras. Sendo assim, faz-se necessária uma avaliação técnica que não somente verifica em laboratório as características destes novos produtos, como também fornece informações a respeito de seu desempenho quando aplicado. O objetivo é identificar o seu devido uso e alimentar os fabricantes destas tecnologias com informações fundamentais para aprimoramento das mesmas, até que então, uma vez difundidas, possam ser normalizadas.

Para uma análise precisa dos benefícios de uma solução ou tecnologia, é necessária uma avaliação sistêmica dos tipos de sistemas de conservação de insumos em edifícios, pois eventualmente, o que beneficia um insumo, pode prejudica o outro.

Um Programa de Conservação de Insumos (PCI) favorece o uso consciente dos insumos, trazendo benefícios econômicos, aumentando a vida útil dos sistemas e contribuindo, desta forma, com a sustentabilidade da edificação e com o meio ambiente como um todo.

Denomina-se PCI o conjunto de ações voltadas para a gestão da oferta e da demanda de insumos. Se o programa for implantado de forma sistêmica e eficiente, o uso dos insumos é otimizado e, conseqüentemente, reduz-se também o volume de efluentes gerados, emissão de CO₂, entre outros.

4.1 Lições aprendidas: soluções para uso racional da água em HIS

No caso da água, a partir da otimização do uso por meio da gestão da demanda e de utilização da água com diferentes níveis de qualidade para atendimento das necessidades existentes (gestão da oferta), resguarda-se a saúde pública e os demais usos envolvidos por meio de um sistema de gestão apropriado.

Benefícios gerados com as soluções para uso racional da água

Destacam-se os seguintes fatores como motivadores para a implantação de um PCI no que diz respeito à água:

- Economia gerada pela redução do consumo de água;
- Economia gerada pela redução dos efluentes produzidos;
- Consequente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e dos equipamentos da edificação;
- Aumento da disponibilidade de água;
- Agregação de valor ao produto;
- Melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social.

Recomendações para os projetos de uso racional da água

Dentro destes conceitos, como recomendações sugerem-se:

- Maior detalhamento técnico do projeto de sistemas prediais hidráulicos quanto à medição individualizada de água, assim como para os sistemas de aquecimento de água;

- Maior detalhamento técnico do sistema predial de água potável e não potável;
- Avaliação técnica e econômica do uso de equipamentos economizadores de água;
- Avaliação técnica e econômica do uso de fontes alternativas de água - aproveitamento de águas pluviais e reuso de água para as tipologias da CDHU, com análise de risco da gestão da qualidade e quantidade, segurança e conforto dos usuários;
- Modelagem de uma política educacional dos usuários quanto à gestão da demanda e da oferta de água para efetivação das iniciativas aplicadas;
- Proposta de política de incentivo para criação de uma “cesta básica” de componentes hidráulicos a favor do uso racional da água;
- Desenvolvimento de um manual de projeto, execução e manutenção com foco na gestão da demanda e oferta de água para tipologias da CDHU;
- Proposta de um modelo de acompanhamento dos empreendimentos da CDHU por tipologia, de tal forma a estabelecer um ranking dos condomínios que realizam a melhor gestão de seus insumos, havendo a possibilidade de estabelecer uma premiação simbólica como incentivo da iniciativa para os outros condomínios.

Além disso, o levantamento feito neste relatório mostra a importância da sistematização dos resultados das tecnologias aplicadas pela CDHU para o desenvolvimento posterior dos projetos. Igualmente mostra que são necessários estudos mais aprofundados em relação a desempenhos reais das tecnologias, assim como o acesso a uma base de dados do consumo de energia das habitações de forma mais completa.

O usuário final também é considerado elemento fundamental na aceitação e na manutenção das tecnologias aplicadas, mostrando a importância do comprometimento da CDHU em exigir nas licitações projetos de educação com o usuário para preservação e manutenção das tecnologias usadas em suas habitações.

4.2 Lições aprendidas: soluções para eficiência energética em HIS

Neste relatório foram avaliadas algumas tecnologias aplicadas pela CDHU que estão relacionadas com estratégias de gestão da demanda e oferta de energia. Entretanto algumas outras estratégias que tinham sido mapeadas inicialmente de forma teórica no projeto e não foram analisadas neste contexto poderiam ser colocadas como recomendações futuras para aprofundamento, pois poderiam complementar ou potencializar ações já praticadas pela CDHU. Em cada uma delas devem ser considerados os insumos correspondentes fazendo uma avaliação da relação custo-benefício e das características de sustentabilidade das mesmas.

Recomendações para projetos visando a eficiência energética (gestão da demanda)

Entre as estratégias mapeadas de gestão da demanda sugerem-se maiores aprofundamentos em relação a:

- Limitador de corrente em horários de pico, que pode estar associado ao uso de sistemas de aquecimento solar com apoio de dispositivos automatizados;
- Ventiladores de teto, incorporados à estratégia de fornecimento de eletrodomésticos eficientes para as habitações, a partir de uma análise custo-benefício, assim como a escolha de geladeiras não só em função do nível de eficiência energética, como também do gás refrigerante usado de forma que não seja nocivo à camada de ozônio;
- Possibilidade de uso de ambientes sanitários integrados e de shafts técnicos, incorporando conceitos de redução de perdas, de elevação de produtividade, de industrialização e de padronização de soluções, bem como o aumento da durabilidade dos sistemas;
- Possibilidade de entrega das habitações com cozinha semipronta a exemplo de outros países, que fornecem os principais eletrodomésticos como geladeira e fogão com eficiência energética comprovada. Igualmente esta mesma estratégia pode ser aplicada para os componentes economizadores de água; desta forma seriam entregues banheiros semiprontos com equipamentos como pia, vaso e tomeira que utilizam menos água em suas operações, assim como bancada com pia na cozinha com o mesmo propósito. A estratégia utilizada na Colômbia é um exemplo de aplicação desta prática com

bastante sucesso, onde é comum a entrega das habitações com cozinhas prontas ou semiprontas, banheiros e armários embutidos nos quartos, sendo utilizada não somente em habitações de baixa renda, como em média e alta renda, sendo que o nível dos acabamentos varia de acordo com cada segmento social;

- Proposta de política de educação continuada aos usuários sobre questões de eficiência energética em relação aos itens adquiridos e para a futura manutenção, operação e reposição de peças e equipamentos.

Recomendações para projetos visando a eficiência energética (gestão da oferta)

Entre as estratégias mapeadas de gestão da oferta sugerem-se maiores aprofundamentos em relação a:

- Avaliação técnica das características construtivas das habitações em função do desempenho térmico e do custo-benefício dos materiais e também em relação à especificação de paredes, cobertura, aberturas e possíveis estratégias de ação de acordo com o contexto, além da exigência dos projetos em conformidade com a Norma de desempenho para edifícios de até 5 pavimentos (ABNT NBR 15575);
- Soluções de sombreamento nas edificações com maior detalhamento dos sistemas usados pela CDHU e análise de possíveis soluções em relação a custo-benefício, como o uso de elementos vazados, aberturas diferenciadas, venezianas e outros sombreamentos;
- Soluções de sombreamento independente dos sistemas construtivos que podem ser, por exemplo, obtidas através de paisagismo;
- Análise técnica e de custo-benefício da cobertura com diferentes funções como o uso do telhado verde ou do telhado com sistema fotovoltaico. Proposta de política pública para incentivo da adoção dos sistemas;
- E por último, proposta de avaliação de custo-benefício de sistemas de aquecimento solar em relação a desempenhos, qualidade de materiais e tecnologias similares. Também seria importante o estudo de opções de bombas de calor com coeficientes de desempenho altos como alternativa tecnológica ao aquecimento de água.

Bibliografia

ANDRADE, S.; PILEGGI, R. Programa de Redução de Pós-ocupação em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social. In: FÓRUM NACIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 52. Anais do Concurso Prêmio Selo de Mérito 2005. João Pessoa, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15099: Aparelhos sanitários de material cerâmico - Dimensões padronizadas. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 36 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15569: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 36 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho - Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 59 p.

BRASIL. Balanço Energético Nacional 2005 (BEN). Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>

CENTRO DE APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES (CATE). [Site Institucional]. <http://www.cate.cepel.br>

CBCS - CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Eficiência Energética e HIS no Estado de São Paulo: Sistemas Prediais e a Medição Individualizada, 2009 (Seminário).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Site institucional. Disponível em: <http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br/http/instituicao/historia/tehistoria.asp>. Acesso em: 06 jun. 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Manual técnico de projetos, 2008. Disponível em: <http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br>. Acesso em: 06 jun. 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Manual de paisagismo, 2008. Disponível em: <http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br>. Acesso em: 06 jun. 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Sistemas de Aquecimento Solar para HIS. Projeto Piloto: Cafelândia C1. 2008, (Relatório técnico).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Projeto Pantanal, 2010. (Apresentação).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Programa QUALIHAB. Protótipo de medição individualizada e a distância, do consumo de água, gás e eletricidade em conjunto habitacional de interesse social. 2005, (Apresentação).

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL URBANO - CDHU. Desenho universal: habitação de interesse social. 2010. Disponível em: <http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br>. Acesso em: 3 nov. 2010.

CONTE, G. Aquecimento solar de água. Reportagem. Revista Construção mercado 88 - novembro 2008. Disponível em: <http://revista.construcomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/88/aquecimento-solar-de-agua-120572-1.asp>

DECA. Produtos economizadores. Disponível em: <http://www.deca.com.br>. Acesso em: 19 jun. 10.

DOMINIQUELI, W. H. Medição individualizada de água em habitações de interesse social. São Paulo, 2007. 152p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT.

ELETOBRÁS/PROCEL – DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO E ESTUDOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. Regulamento do selo Procel de economia de energia. 2005.

- EWG Elétrica, Hidráulica e Serviços. Site institucional. Disponível em: <<http://www.ewg.com.br>>. Acesso em: 6 jul. 2010.
- FISHMANN, V. E.; BOMEISEL, E. Instalações elétricas prediais com barramento blindado. *Téchne*, n. 47, p. 68-71, jul/ago 2000.
- FRANCO, L. S. Racionalização do projeto de edifícios em alvenaria estrutural. 2000, (Texto técnico da disciplina PCC-2515 Alvenaria Estrutural).
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Desenho universal: habitação de interesse so-cial. 2010. Disponível em: <<http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br>>. Acesso em: 06 jun. 2010.
- JESUS, C. N. Implementação de programas setoriais da qualidade na construção civil: O caso das empresas construtoras no programa QUALIHAB. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestra-do) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LABEEE. Site institucional 2006. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br>>. Acesso em: 8 dez. 2006.
- LAMBERTS, R. Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social. 2009, (Apresenta-ção).
- LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. Levantamento do estado da arte: Energia. 2005. Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável – FINEP.
- MANZIONE, L. Projeto e execução de alvenaria estrutural. 2004, 1a ed. 120 p.
- MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potá-vel em edificações. São Paulo, 2004. 159p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP.
- MIERZWA, J. C. Aproveitamento de água da chuva. 2010, (Material de aula da disciplina PHD 2548 – Uso racional e reuso da água).
- MOBIX S.A. Site institucional. Disponível em: <<http://www.mobixsa.com.br>>. Acesso em: 19 jun. 2010.
- NASPOLINI, H. F.; MILITÃO, H. S. G.; RÜTHER, R. The role and benefits of solar water heating in the energy demands of low-income dwellings in Brazil. *Energy conversion and management* (2010), doi: 10.106/j.enconman.2010.06.021
- OLIVEIRA, L.H. et al. Levantamento do estado da arte: Água. 2005. Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável – FINEP.
- PAULINO, C. A. Estudo de tecnologias aplicáveis à automação da medição de energia elétri-ca residencial visando à minimização de perdas, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenhari-a) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PETRUCCI, A. L.; IOSHIMOTO, E. Modelo para previsão do comportamento de aquecedo-res de acumulação em sistemas prediais de água quente. São Paulo, EPUSP, 1998. (Boletim Técnico). Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/214).
- PRADO, R. T. A. Gerenciamento da demanda e consumo de energia elétrica para aquecimen-to de água em habitações de interesse social, 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PRADO, R. T. A.; ARRUDA, L. B.; FILHO, A. M. B.; TABORIANSKI, V. M.; KAWAKITA, C. Y.,;ARANTES, L. O. Levantamento do estado da arte: Energia Solar. 2007 (Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável – FINEP).
- PRADO, R. T. A.; GONÇALVES, O. M. Water heating through electric shower and energy demand. *Energy and Buildings*, Lausanne, v.29, n. 1, p. 77-82, 1998.
- RAZENTE, A. R. Aplicação de Recursos Computacionais em Projetos de Edifícios em Alve-naria, 2004 Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RIZZO, I. Avaliação de custos e a sustentabilidade. In: SEMINÁRIO HIS SUSTENTÁVEL – PROJETO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL, 2010. São Paulo.
- ROCHA, A. P. Pesquisa conclui que banho com chuveiro híbrido solar é mais barato. *Cons-trução e Mercado: PINI*, 2010. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/pesquisa-conclui-que-banho-com-chuveiro-hibrido-solar-e-o-174527-1.asp>>. Acesso em: 2 jun. 2010.
- ROZAS, N.; PRADO, R. T. A. Implantação de sistemas de leitura automática de medidores de insumos prediais. São Paulo: EPUSP, 2002. (Boletim Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/319).

RÜTHER, R. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica inte-grada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: UFSC/Labsolar, 2004. 114p.

SOLARTERRA ENERGIAS ALTERNATIVAS. Energia Solar Fotovoltaica – Guia prático. Disponível em: <<http://www.solarterra.com.br>>. Acesso em: 19 jun. 2010.

SOUZA, A.; ABREU, S. Acompanhamento da implantação de um programa de incentivo ao uso de sistemas de aquecimento solar em projetos habitacionais de interesse social: Contribuições para um plano de Monitoramento e Verificação nos projetos de Aquecimento Solar do Programa Habitacional Minha Casa, Minha Vida. Agosto 2009. (Comunicação pessoal)

TABORIANSKI, V. M. Avaliação da contribuição das tipologias de Aquecimento de água residencial para a variação do Estoque de gases de efeito estufa na atmosfera. São Paulo, 2002. 118p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP.

About the UNEP Division of Technology, Industry and Economics

The UNEP Division of Technology, Industry and Economics (DTIE) helps governments, local authorities and decision-makers in business and industry to develop and implement policies and practices focusing on sustainable development.

The Division works to promote:

- > sustainable consumption and production,
- > the efficient use of renewable energy,
- > adequate management of chemicals,
- > the integration of environmental costs in development policies.

The Office of the Director, located in Paris, coordinates activities through:

- > **The International Environmental Technology Centre** - IETC (Osaka, Shiga), which implements integrated waste, water and disaster management programmes, focusing in particular on Asia.
- > **Sustainable Consumption and Production** (Paris), which promotes sustainable consumption and production patterns as a contribution to human development through global markets.
- > **Chemicals** (Geneva), which catalyzes global actions to bring about the sound management of chemicals and the improvement of chemical safety worldwide.
- > **Energy** (Paris and Nairobi), which fosters energy and transport policies for sustainable development and encourages investment in renewable energy and energy efficiency.
- > **OzonAction** (Paris), which supports the phase-out of ozone depleting substances in developing countries and countries with economies in transition to ensure implementation of the Montreal Protocol.
- > **Economics and Trade** (Geneva), which helps countries to integrate environmental considerations into economic and trade policies, and works with the finance sector to incorporate sustainable development policies.

*UNEP DTIE activities focus on raising awareness,
improving the transfer of knowledge and information,
fostering technological cooperation and partnerships, and
implementing international conventions and agreements.*

For more information,
see **www.unep.fr**

For more information, contact:

UNEP DTIE

**Sustainable Consumption and
Production Branch**

15 Rue de Milan
75441 Paris CEDEX 09
France
Tel: +33 1 4437 1450
Fax: +33 1 4437 1474
E-mail: unep.tie@unep.org
www.unep.fr/scp/sun

www.unep.org

United Nations Environment Programme
P.O. Box 30552 Nairobi, Kenya
Tel.: ++254 (0) 20 762 1234
Fax: ++254 (0) 20 762 3927
Email: unep@unep.org



Este relatório é o segundo de uma série de três análises técnicas desenvolvidas durante a implementação do projeto SUSHI (Sustainable Social Housing Initiative) no Brasil. Este projeto tem como objetivo promover o uso de soluções sustentáveis em habitação de interesse social (HIS) em países em desenvolvimento.

Após a avaliação inicial do status da HIS no Estado de São Paulo, a Companhia de Desenvolvimento Urbano e Habitacional (CDHU) manifestou interesse em conduzir uma avaliação das iniciativas anteriores conduzidas para integrar elementos sustentáveis em projetos de HIS. Estas iniciativas incluíam, por exemplo, substituição de equipamentos, modificação dos projetos dos edifícios, ou fornecimento de fontes alternativas de água/energia, entre outros.

Este relatório apresenta as alternativas experimentadas pela companhia, os resultados obtidos, assim como as dificuldades encontradas. O estudo destaca potenciais benefícios de soluções para gestão de água e eficiência energética em HIS. Com base nos resultados de simulação de custos e nestas iniciativas anteriores, o relatório apresenta recomendações para atuar sobre oferta e demanda de soluções sustentáveis e melhorar o desempenho das unidades assim como a qualidade de vida dos usuários.

O terceiro relatório desta série combina os resultados da avaliação inicial com as lições aprendidas com a CDHU, e apresenta tecnologias e às modificações de projeto em potencial que poderiam ser aplicadas aos projetos de HIS, fornecendo uma análise de custos, benefícios e eficiência das alternativas selecionadas para melhorar o desempenho sustentável das unidades habitacionais sociais.