



sushi  
sustainable social  
housing initiative

# MAPEAMENTO

*Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social – São Paulo, Brasil*

*Copyright © United Nations Environment Programme, 2010*

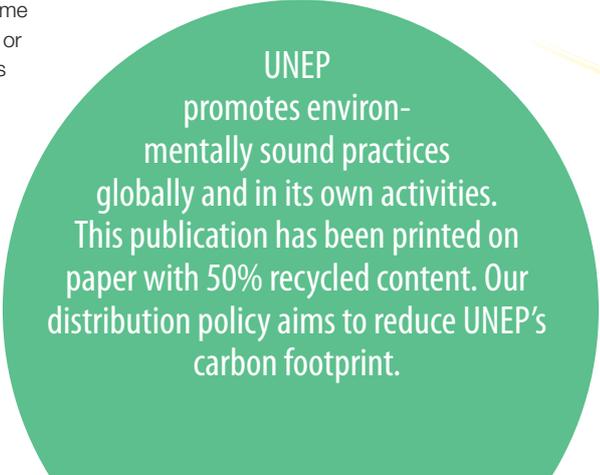
---

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

# MAPEAMENTO

Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social



CBCS

# Autores, parceiros e consultores

## **Autores:**

### ***Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS)***

Prof. Dr. Vanderley Moacyr John (Prof. Poli-USP e conselheiro CBCS)

Msc. Diana Csillag (Diretora CBCS)

Dr. Marcelo Vespoli Takaoka (Presidente do Conselho Deliberativo CBCS)

Dra. Vanessa M. Taborianski Bessa (Pesquisadora CBCS)

Msc. Eliane Hayashi Suzuki (Pesquisadora CBCS)

## **Parceiros:**

### ***Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) e Secretaria da Habitação do Estado de São Paulo***

Gil Scatena

Leonardo MacDowell de Figueiredo

Eduardo Baldacci

Eduardo Trani

Valentina Denizo

### ***Fabio Feldmann Consultores***

#### ***Caixa Econômica Federal***

Mara Motta Alvim (Caixa econômica Federal)

#### ***Universidade de São Paulo (USP)***

Lucia Helena de Oliveira (Conselheira)

Orestes Marracine Gonçalves (Conselheiro)

#### ***Universidade de Campinas (Unicamp)***

Marina Ilha (Conselheira)

#### ***Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)***

Prof. Roberto Lamberts (Conselheiro)

María Andrea Triana (Pesquisadora)

## **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

Niclas Svenningsen

## **Diagramação:**

Thad Mermer

Jente Minne

# Sumário

O presente relatório apresenta os resultados da pesquisa, discussão e consultoria da equipe do projeto SUSHI (Sustainable Social Housing Initiative) no Brasil, durante o período compreendido entre outubro de 2009 e março de 2010.

O principal objetivo deste grupo é identificar, mapear e caracterizar tecnologias essenciais a serem incorporadas no processo de concepção da habitação de interesse social no Brasil, considerando todos os agentes envolvidos, incluindo os consumidores, fornecedores e, especialmente, os desenvolvedores de projetos.

Em países em desenvolvimento, e especialmente no Brasil, o setor de construções é uma parte central da economia. A situação atual de aumento no consumo dos recursos naturais, o déficit habitacional, bem como o papel singular que os desenvolvedores de habitação pública tem de transformar e moldar o setor da construção no Brasil, proporciona elementos de contexto que permitem introduzir as questões abordadas pelo SUSHI.

Este relatório visa proporcionar uma análise do estado atual dos projetos de habitação de interesse social (HIS) no estado de São Paulo, afim de definir ações concretas para remover as barreiras à introdução de soluções sustentáveis, e selecionar soluções apropriada levando em conta a agenda local.

A primeira parte do relatório (capítulos 1 e 2) fornece uma introdução ao projeto SUSHI e à metodologia adotada para o projeto no Brasil. A segunda parte (capítulos 3 a 8) apresenta os resultados do mapeamento conduzido.

A análise da situação business-as-usual em HIS, assim como das prioridades locais (ligadas ao projeto piloto escolhido) e nacionais relacionadas a recursos naturais, energia e prioridades políticas, permitiu escolher áreas de foco (ou funções piloto) para a abordagem brasileiro. Embora diversos recursos naturais façam parte da agenda ambiental do Brasil, a equipe do projeto SUSHI no Brasil decidiu priorizar as agendas de água e energia. Dentro dessas agendas, na área de água optou-se por trabalhar com iniciativas sustentáveis para habitação de interesse social em uso racional da água e gerenciamento da demanda, enquanto que na área de energia, optou-se pelos temas de conforto lumínico e térmico, com ênfase no uso de energia renovável, aquecimento solar, e prevenção do uso de ar condicionado.

A avaliação de políticas existentes, soluções disponíveis, e experiências já conduzidas permitiu descobrir barreiras para a introdução de ações de sustentabilidade em HIS. A consulta com instituições parceiras resultou em um pedido por uma análise mais elaborada das experiências passadas, o que será desenvolvido em 2010 para produção de um "Relatório de Lições Aprendidas com a CDHU".

# Índice

<b>Título</b>	<b>Página</b>
AUTORES, PARCEIROS E CONSULTORES	2
SUMÁRIO	3
INTRODUÇÃO	7
1 FUNDAMENTOS E ESTRATÉGIA DE ABORDAGEM	9
1.1 As múltiplas dimensões da sustentabilidade	9
1.2 Dimensão econômica, política e social em habitação de interesse social.	10
1.3 Necessidades da agenda local e do projeto	11
1.4 Projeto participativo qualificado	13
2 METODOLOGIA E PROJETO	14
2.1 Metodologia de avaliação	14
2.2 Identificação e apresentação do projeto piloto	15
3 BUSINESS AS USUAL NA PRODUÇÃO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL	17
3.1 Financiamento e construção de habitações de interesse social	18
3.2 Práticas usuais na seleção do local e projeto de habitações de interesse social	19
4 AGENDA LOCAL	21
4.1 Matriz energética	21
4.2 Clima regional e local	22
4.3 Escassez de água	25
4.4 Inundações urbanas	26
5 DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES PILOTO	27
5.1 Energia	27
5.2 Água	28

<b>Título</b>	<b>Página</b>
6 POLÍTICAS PÚBLICAS	29
6.1. PBQP-H	29
6.2. PROCEL	30
6.3. PROACQUA	31
6.4. Selo Casa Azul	31
6.5. Conama 307/348 – gerenciamento dos resíduos	31
7 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA EDIFICAÇÕES ENCONTRADAS NO MERCADO	32
7.1. Bacias sanitárias de 6.8 L	32
7.2. Gestão de resíduos na construção civil	32
7.3. Cimentos de baixa emissão	32
7.4. Aquecedores solares	33
7.5. Metodologias de certificação	33
8 EXPERIÊNCIAS PRÁTICAS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL	34
8.1. Caixa	34
8.2. CDHU	34
CONCLUSÕES	37
ANEXO 1. BIBLIOGRAFIA	39
ANEXO 2. GLOSSÁRIO	40
ANEXO 3. PARCEIROS E EQUIPE DO PROJETO	41
ANEXO 4. SELEÇÃO DO PROJETO NA RECUPERAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL DA MATA ATLÂNTICA DA SERRA DO MAR- PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR	44



# Introdução

Em todo o mundo, a indústria da construção civil é a maior contribuinte de desenvolvimento sócio-econômico. Porém, este setor é também o maior usuário de energia e recursos naturais, sendo responsável pelo consumo de uma parte significativa dos materiais extraídos da natureza e pela geração de 40 a 50% dos gases de efeito estufa e dos agentes formadores da chuva ácida (ASIF et al., 2005).

Dessa forma, a construção civil tem um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável da sociedade. Uma edificação sustentável procura reduzir de maneira contínua o uso de recursos naturais incluindo água, energia, e produtos industrializados. Construir de modo sustentável também implica evitar transportes de longa distância, assim como proteger a qualidade ambiental e os recursos naturais que são essenciais ao desenvolvimento e à garantia da vida no futuro (TABORIANSKI, 2009).

Entretanto, verifica-se que, na maioria dos casos, os conceitos de edifícios verdes são aplicados para edifícios de alto padrão tanto residenciais quanto comerciais. Pouco ou nada dos conceitos de sustentabilidade tem sido aplicado às habitações de interesse social.

Uma das razões para essa atitude é a idéia de que as habitações de interesse social consomem menos energia do que edifícios de alto padrão e por isso não há necessidade de se investir em redução de energia nessa tipologia de edificação. Porém, em países em desenvolvimento, a escassez de habitações de interesse social é tão alta que a aplicação de conceitos de sustentabilidade nesta camada social pode trazer economias relevantes de recursos naturais ao reduzir o déficit habitacional.

Outra idéia generalizada é que os conceitos de sustentabilidade só podem ser aplicados a edifícios de alto padrão, sempre incluindo um custo adicional importante. Porém, existem soluções que podem ser aplicadas nas fases de projeto, construção e operação dos edifícios, que apresentam simplicidade de implantação e não levam necessariamente a um aumento dos custos, podendo mesmo conduzir a uma redução de custos sobre a vida útil do projeto.

O Brasil, mesmo com o advento da crise econômica, tem um setor imobiliário que está em franco crescimento, principalmente na construção de habitação de interesse social, ressaltando-se o plano do governo de construção de 1 milhão de casas populares em dois anos.

Portanto, este é o momento para se tratar da questão de sustentabilidade em habitações de interesse social. A redução do consumo de energia e água é um desafio crucial, e tem que ser considerado levando em conta as necessidades básicas, conforto e qualidade de vida daqueles que irão lá viver. A redução no consumo de água e energia implica considerar também as consequências econômicas e sociais da utilização de recursos naturais, como a dependência energética do país e questões de escassez ou distribuição dos recursos (como no caso de “apagões” por exemplo).

O objetivo do projeto SUSHI é de contribuir à reflexão e à ação nestas áreas, através o desenvolvimento de um roteiro que permita aplicar os conceitos de sustentabilidade a projetos de habitação de interesse social. Este relatório tem como objetivo analisar as condições iniciais de habitação de interesse social no Brasil, identificando desafios e oportunidades para inclusão de soluções sustentáveis, assim como condições para sucesso.



# 1 Fundamentos e estratégia de abordagem

## 1.1 As múltiplas dimensões da sustentabilidade

Desenvolvimento sustentável é definido como a capacidade de suprir as necessidades da geração presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações em suprir suas próprias necessidades (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987).

Esse conceito está baseado no triple bottom line e envolve as dimensões ambientais, sociais e econômicas, exemplificadas na Figura 1.

Dessa forma, para se aplicar os conceitos de sustentabilidade às edificações de interesse social, deve-se observar os seguintes aspectos em cada uma de suas dimensões:

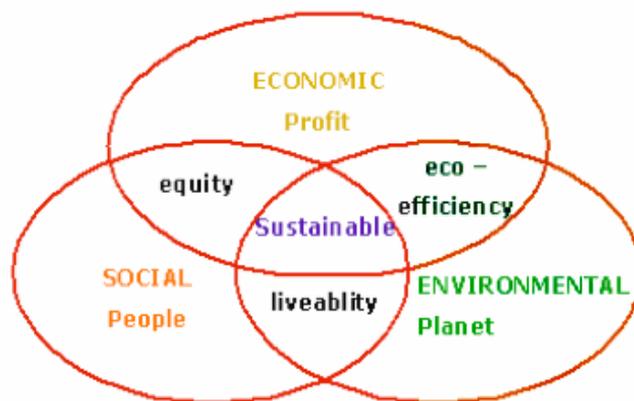
**Ambiental:** o objetivo é minimizar o impacto ambiental global de acordo com as prioridades globais e locais. Isto implica que cada país, região e até mesmo projeto

habitacional necessita identificar os principais impactos ambientais, estabelecer as prioridades ambientais (agenda ambiental) e buscar e desenvolver soluções para minimizar o seu impacto. Assim, a importação de diagnósticos não é adequada e o conhecimento e as soluções geradas em outros contextos devem ser analisados cuidadosamente.

**Social:** a preocupação principal é prover conforto e maximizar a qualidade de vida da sociedade e, mais especificamente, dos usuários, dos trabalhadores da obra e vizinhança próxima. É certo que a habitação em si – desde que possua desempenho técnico adequado – é uma grande melhoria na qualidade de vida. Mas, por outro lado, não se pode esquecer que a qualidade de vida dos trabalhadores, a saúde ocupacional e segurança, o impacto dos projetos de habitação de interesse social na vizinhança durante a construção e uso dessas habitações também fazem parte da equação.

**Econômica:** promove a busca de soluções que sejam viáveis economicamente, ao longo do ciclo de vida<sup>1</sup>, na situação real de uso.

**Figura 1 - Dimensões da sustentabilidade.**  
**Fonte: UNEP (2007)**



<sup>1</sup> O ciclo de vida de um edifício define sua existência « de berço a sepultura », ou seja, incluindo : extração de matérias primas, fabricação de produtos, projeto, construção incluindo transporte, uso, manutenção, desconstrução e eliminação.

## 1.2 Dimensão econômica, política e social em habitação de interesse social.

Existe uma percepção por parte do mercado de ações visando à promoção da sustentabilidade que implicam em aumento do custo de construção, embora seja possível reduzir custos durante o uso da edificação. E de fato, muitas soluções de construção sustentável podem ter impacto significativo sobre o custo; por exemplo, sistemas de aquecimento solar de água podem implicar em aumento de 5 a 10% no custo de construção de uma habitação de interesse social típica do Brasil.

Em se tratando de projetos de habitação de interesse social com recursos públicos de países em desenvolvimento, os impactos econômicos são críticos pois tem implicações sociais e políticas. Em uma primeira abordagem, quanto maior o custo de construção da unidade, menor será a quantidade de famílias atendidas.

Assim, é importante o desenvolvimento de modelos de ação para superar esta limitação, considerando a possível distribuição de custos e benefícios entre as partes envolvidas no projeto, na construção e na operação do edifício. A equipe considerou as dimensões seguintes:

- Encontrar a solução adequada ao orçamento do projeto;
- Reduzir custos de operação;
- Adotar uma abordagem de gestão integrada de recursos;
- Considerar recursos internacionais disponíveis.

### Encontrar a solução adequada ao orçamento do projeto, com maior impacto sobre sustentabilidade do empreendimento.

O conceito de desenvolvimento sustentável implica em buscar soluções viáveis que minimizem os impactos ambientais e maximizem os resultados sociais. Assim, as soluções devem ser escolhida de acordo com o orçamento existente.

Neste sentido, muitas medidas relevantes para o aumento da sustentabilidade podem ser realizadas sem impactos diretos significativos no custo de construção da habitação, pois envolvem medidas de projeto, gerenciais ou equipamentos de baixo custo ou até de custo negativo.

Alguns exemplos de medidas possíveis são apresentados abaixo:

- a) Redução de energia e melhoria do conforto ambiental através de estratégias melhor adaptadas para o projeto, investindo em ventilação, sombreamento, ou outras, conforme for o caso.
- b) Redução das perdas de materiais de construção, cuja prática é bastante comum em países em desenvolvimento. No Brasil estas perdas podem significar 5% do custo da habitação.
- c) Adoção de estratégias de baixo custo para a redução do consumo de água de baixo custo, como redutores de pressão, registros reguladores de vazão e arejadores em torneiras.
- d) Segregação dos resíduos da construção no local da geração, com destinação adequada e até com reciclagem da fração mineral em atividades no canteiro de obras.
- e) Uso de cimento com menor teor de clínquer ou concretos formulados com menor consumo de cimento.

### Redução dos custos de operação.

Medidas de eficiência energética ou redução do consumo de água geram redução dos custos no uso e operação das habitações, beneficiando os usuários. Eventualmente esta redução de custos de operação significa um ganho de renda mensal, que pode ser transformada em aumento na capacidade de endividamento da família, o que permite aumentar o custo da construção via aumento da prestação mensal. No entanto, em muitos países, como o Brasil, os gastos em energia são baixos, pois as habitações não dispõem de condicionamento artificial e estes insumos são subsidiados para as famílias de baixa renda, reduzindo os benefícios econômicos para os usuários.

A grande dificuldade neste sentido é a existência de modelos que permitam estimar as economias de custo a serem auferidas pelas famílias durante a etapa de uso. Fatores como número e demografia dos usuários da habitação, questões culturais e de conscientização sobre os benefícios, aspectos de clima e micro-clima, vão influenciar decisivamente a economia real de água e energia. Desse modo, o desenvolvimento de modelos adequados a quantificar os benefícios é condição essencial para a implantação desta estratégia.

### Gestão integrada de recursos

No entanto, redução do consumo de energia e de água, além da melhoria da gestão (e redução) dos resíduos da construção, geram economias para os órgãos governamentais responsáveis pelo suprimento destes serviços. No Brasil, a geração de energia elétrica renovável (hidroelétrica) exige investimentos superiores a USD1000 por kW gerado (Tolmasquim, Guerreiro, and Gorini, 2007). Isto significa que um chuveiro 3,5 kW com preço de USD 20 exige um investimento superior a USD 3500 só para a geração, além dos custos de transmissão e impactos ambientais associados à construção da usina.

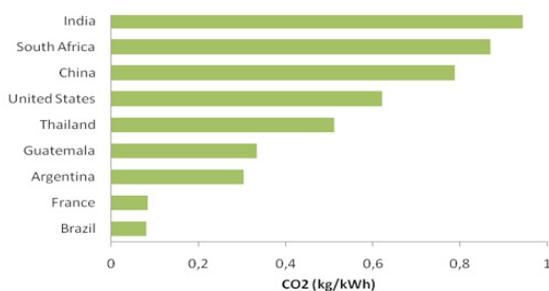
No caso brasileiro, em muitos projetos tais custos já estão sendo suportados pelas companhias geradoras e distribuidoras de energia que, de acordo com seus contratos, precisam investir em tecnologias limpas para economizar energia elétrica.

### Recursos internacionais

Existem também recursos internacionais destinados à promoção da eficiência energética e uso de energia renovável visando a mitigação das emissões de gases do efeito estufa, que tem um potencial de utilização ainda não explorado.

Novamente, a existência de modelos que permitam estimar os benefícios reais das ações de projetos para redução dos consumos e emissões durante a fase do uso, é um fator crítico.

**Figura 2 - Emissão de CO2 para a geração de 1 kWh de energia elétrica (WRI, 2009).**



### 1.3 Necessidades da agenda local e do projeto

A literatura apresenta inúmeras ações importantes para promover a sustentabilidade de um empreendimento habitacional. No entanto, o conjunto de soluções hoje existente não esgota o tema e a sustentabilidade exige inovações.

É certo que existem ações que são reconhecidamente eficazes universalmente para reduzir os impactos ambientais. Entretanto, a importância relativa destas ações varia com as características do local: para reduzir os problemas globais, utilizam-se soluções locais.

Assim, em cada projeto é necessário estabelecer prioridades, que devem se concentrar nas soluções viáveis técnica e economicamente que tragam maiores benefícios ambientais e econômicos no projeto especificado.

Este capítulo destaca as características seguintes, pertinentes para o país:

- Matriz energética;
- Ambiente local;
- Renda, necessidade e cultura dos clientes; e
- Práticas estabelecidas.

#### Matriz energética

A matriz energética varia entre os países de acordo com suas disponibilidades de recursos energéticos e de recursos financeiros para patrocinar a geração de energia por fontes alternativas. Além disso, a matriz energética está diretamente ligada às emissões de CO2, no caso de produção de eletricidade. Assim, a Figura 2 apresenta a relação entre o tipo de matriz energética adotada em alguns países e a emissão de CO2 para a produção de 1 kWh de energia elétrica.

De acordo com a Figura 2, observa-se que países em que predomina o uso de combustíveis fósseis, na matriz energética, como Estados Unidos e China, têm uma intensa emissão de CO2 por kWh de eletricidade gerada.

O Brasil é um dos países com menor emissão de CO2 por kWh de eletricidade gerada. Este fato deve-se à predominância de hidrelétricas para a geração de energia elétrica. Mais de 80% da eletricidade é gerada por este tipo de usina, no país (MME, 2008). O restante divide-se em termelétricas a carvão, gás natural, óleo combustível, óleo diesel, usina nuclear e alguns outros materiais utilizados como energéticos, como lenha e bagaço de cana. Há que se ressaltar, no entanto, que a matriz energética brasileira já foi mais "limpa" e vem

se “sujando” devido à incorporação de termoeletricas a carvão ou outras fontes sujas no sistema energético nacional.

### Ambiente local

Os problemas ambientais de um país podem ser causados por suas condições climáticas ou por mudanças provocadas pela atuação humana. Entre esses problemas pode-se citar a escassez de água, em países de clima seco e quente ou o alto consumo de energia em países com temperaturas muito altas, no verão, ou muito baixas, no inverno.

O Brasil contém diferentes zonas climáticas, que requerem tipos diferentes de soluções: em regiões com clima quente, a demanda de aquecimento de água é baixa. Em consequência, os benefícios ambientais e econômicos da instalação de sistemas de aquecimento de água são menores; em casos extremos a instalação do aquecedor solar pode aumentar o impacto ambiental, aumentar o custo e não trazer qualquer benefício social.

Além disso, se um novo projeto habitacional está localizado fora do perímetro urbano da cidade, este lugar exige urbanização, mas estende a área da cidade. O problema ambiental é muito diferente de um outro projeto similar localizado dentro da área urbana existente. Mas, principalmente nas grandes cidades, encontrar áreas disponíveis para HIS é cada vez mais difícil.

### Renda, necessidade e cultura dos clientes

Aspectos culturais devem ser considerados como uma prioridade para desenvolver respostas adaptadas. Projetos padronizados podem não responder às necessidades dos cliente, levando a alterações do edifício ou venda da unidade.

Em alguns países a população de baixa renda tem condições de financiamento de sistemas de calefação e até mesmo de refrigeração. Em outros, o custo de instalação e operação é muito elevado para a renda desta população. As duas situações requerem soluções adequadas: na primeira, projetar para reduzir o consumo de energia em calefação e na outra, buscar propiciar conforto máximo com estratégias bioclimáticas.

Aspectos culturais, educacionais e até de conscientização dos usuários nos temas de desenvolvimento sustentável também são importantes. Soluções tecnológicas que alterem significativamente a unidade habitacional em sua aparência ou exijam mudança de comportamento ou interação dos usuários

na operação e manutenção dos dispositivos, somente terão sucesso se forem socialmente aceitas e entendidas. Um exemplo a ser citado é o aproveitamento de águas cinzas. Estes sistemas requerem dos usuários – ou do condomínio – a operação de uma estação simplificada. Os condomínios pequenos ou as residências individuais certamente têm mais dificuldade em assumir a operação deste sistema. Além disso, o aproveitamento da água cinza também exige controle de qualidade periódico da água tratada por laboratório especializado, que pode não estar disponível em determinada região. Todos estes fatores podem inviabilizar a adoção desta tecnologia.

### Práticas estabelecidas

As práticas estabelecidas de contratação, financiamento e divisão de responsabilidades técnicas, influenciam a decisão final sobre o projeto e construção do empreendimento. Entretanto, para se alcançar a sustentabilidade nas habitações de interesse social é necessário testar e avaliar novas ações nesse sentido.

Um exemplo de prática estabelecida em habitações de interesse social é a contratação de empresas para o projeto e construção por licitação. Nesse caso, o custo é o principal critério para a escolha da empresa sendo que, muitas vezes, diferentes empresas se responsabilizam pelas etapas de projeto e construção do empreendimento. Assim, essas etapas se tornam desvinculadas, com cada etapa buscando minimizar seus custos independentemente da outra, o que dificulta uma abordagem de ciclo de vida.

Outro exemplo a ser citado é o projeto de unidades padrões para diferentes culturas, rendas e necessidades dos clientes, além de diferentes climas e regiões. Essa prática pode não atender determinadas expectativas dos clientes e refletir em um alto índice de modificações do projeto original pelos clientes, após a ocupação, e em revenda da habitação.

Assim a decisão final sobre as ações a serem adotadas para promoção da sustentabilidade deve estar embasada na “Agenda do empreendimento”, um documento que tem por objetivo identificar os aspectos sócio-ambientais relevantes para o empreendimento em questão, servindo de guia para selecionar ações a serem adotadas, considerando os recursos disponíveis e as características dos usuários. Esta agenda resulta de uma análise de caráter ao mesmo tempo técnico, econômico e social, entre o proponente e sua equipe e, se possível, clientes diretos e indiretos. O grau de sustentabilidade sócio-ambiental do empreendimento vai depender da qualidade do processo de formulação da agenda.

## 1.4 Projeto participativo qualificado

A consolidação de um modelo de desenvolvimento que seja sustentável vai exigir mudanças profundas na sociedade, inclusive nas diferentes cadeias produtivas, que são responsáveis pelos impactos diretos da sociedade no meio ambiente. Alguns produtos, edifícios ou empreendimentos avançados podem servir de exemplo e inspiração, mas por si não tem condições de induzir transformações generalizadas.

A introdução de padrões de produção mais sustentáveis em uma cadeia produtiva complexa como a do setor da construção de habitação de interesse social, que opera com recursos públicos, reúne empresas de diferentes tamanhos e diferentes bases tecnológicas com agentes públicos, formando uma rede de interesses diversos e muitas vezes contraditórios, não é tarefa simples. A situação é agravada pelo fato do setor não possuir experiência em inovação. Em consequência, a transformação do setor irá requerer, além do desenvolvimento e demonstração de soluções viáveis e relevantes nas diferentes situações, políticas públicas e setoriais específicas.

A capacidade de um projeto demonstrativo como o SUSHI em influenciar uma cadeia produtiva depende de vários fatores, dentre os quais:

- **Processo participativo qualificado:** Engajamento dos principais parceiros – órgãos governamentais envolvidos no planejamento, contratação e execução de projetos habitacionais, construtoras, projetistas, financiadores e academia – no projeto através de entidades representativas e de lideranças reconhecidas com poder decisório no destino do projeto. A participação dos usuários é muito importante, mas somente pode ser viabilizada quando existem entidades que os representem.
- **Liderança técnica neutra reconhecida:** A liderança do projeto deve ser reconhecida pelo setor e pela comunidade local como referência importante no tema da sustentabilidade. Preferencialmente, a liderança não deve possuir interesses privados diretos no resultado do projeto, sejam políticos ou econômicos, fato que diminui resistências naturais a mudanças e estimula a criação de um ambiente de identificação de objetivos comuns a todos.
- **Dialogo para o futuro:** Estabelece um ambiente propício ao diálogo para a construção de soluções e ações objetivas, sem debates ou críticas do passado.
- **Busca de uma visão comum:** Estabelece a construção de uma visão comum voltada à proteção do ambiente, melhoria da qualidade de vida da população e relação de confiança com os principais interessados (governo, construtoras, projetistas, financiadores e academia). A identificação de temas que mobilizem todos os parceiros é fundamental: eficiência energética, uso racional de água e melhor qualidade de vida para a população. Traduzir termos como emissão de gases de efeito estufa, eficiência energética e uso racional de água na linguagem de cada um dos interessados também se torna um fator importante na busca de uma visão comum.
- **Identificação de benefícios para todos os parceiros:** Mostra a identificação clara, para todos os parceiros, das oportunidades que o projeto traz em termos de negócios, imagem, economia, benefícios sócio-ambientais e reconhecimento que tais ações devem gerar para todos os envolvidos, por meio da compreensão das necessidades e anseios de cada um dos principais interessados no sentido de eliminar resistências e estimular o engajamento individual no grupo.
- **Conhecimento como base da decisão:** Estabelece procedimentos de discussão baseados em conhecimento estabelecido e validado para a realidade local, evitando discussões e tomadas de decisão baseadas em opiniões ou conhecimentos desenvolvidos para outras realidades. Neste sentido é fundamental o estabelecimento de um estado da arte do conhecimento acadêmico e da experiência prática, positiva ou negativa, relevante.
- **Foco na inovação:** Grandes ganhos podem ser obtidos pela combinação de abordagens financeiras, metodológicas, organizacionais e tecnológicas inovadoras, desenvolvidas considerando as peculiaridades de cada país ou projeto.
- **Investimento na difusão:** A capacidade do projeto de influenciar o mercado depende da difusão permanente das idéias nele desenvolvidas.

## 2 Metodologia e projeto

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou o projeto SUSHI no Brasil e na Tailândia em 2008. No Brasil, a instituição escolhida para liderar o projeto, o CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável), criou uma rede de especialistas multidisciplinares para avaliar os desafios e propor soluções para projetos de habitação social sustentáveis (ver Anexo 3).

O CBCS também estabeleceu uma parceria com instituições envolvidas no desenvolvimento e implantação de projetos de habitação de interesse social:

- **Caixa Econômica Federal (Caixa):** o principal agente das políticas públicas do governo federal com cerca de 70% dos financiamentos de HIS;
- **Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano do Estado de São Paulo (CDHU):** uma empresa do Governo Estadual, vinculada à Secretaria da Habitação, e o maior agente promotor de moradia popular no Brasil;
- **Universidades:** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
- **Outros parceiros:** Fabio Feldmann Consultores, representantes da indústria de materiais, do setor da construção, administradores prediais, academias, etc.

### 2.1 Metodologia de avaliação

A equipe desenvolveu uma avaliação dos processos e interessados que afetam a seleção de soluções para habitações de interesse social através de uma metodologia em 5 passos:

#### - Identificação da Business as usual na produção da habitação de interesse social no Brasil.

Para se definir quais os conceitos de construções sustentáveis que podem ter um alto impacto em habitações de interesse social, foi necessário, primeiramente, identificar o business as usual utilizado atualmente pelas companhias que constroem habitações de interesse social. Para isso, foram realizadas entrevistas

com os técnicos dessas companhias para se levantar as iniciativas já realizadas e o histórico das mesmas. Com isso, foi possível analisar tais iniciativas e verificar as mudanças ocorridas ao longo do tempo.

#### - Desenvolvimento da agenda local.

A agenda local para habitações de interesse social foi desenvolvida considerando os aspectos da matriz energética brasileira, o ambiente local onde serão inseridas essas habitações, as características de renda, necessidades e cultura dos clientes e as práticas estabelecidas, considerando as várias interfaces do projeto participativo. Com o desenvolvimento da agenda local, foi possível definir as funções piloto do projeto. Estas funções foram definidas tomando como exemplo o projeto piloto de Cubatão (cf. 2.2).

#### - Definição das funções piloto.

A Função Piloto é definida como um componente da construção ou função em um edifício que está sendo usado para testar e demonstrar a abordagem do projeto para incluir características de construção sustentável em programas de habitação de interesse social. A função piloto pode ser, por exemplo, a iluminação, o abastecimento de água ou o desempenho térmico do edifício.

As funções piloto definidas para habitações de interesse social, dentro do contexto do projeto SUSHI, foram baixo consumo de água (uso responsável) e energia (conforto térmico natural e eficiência energética) dentro do seu ciclo de vida.

#### - Identificação de políticas públicas e soluções sustentáveis para edificações no Brasil.

Primeiramente, foram identificadas soluções existentes para gestão da demanda e oferta de água e energia nas edificações brasileiras. Esta atividade resultou em uma planilha excel (ver anexo 5) com as soluções mapeadas conforme:

- Aceitação da solução;
- Confiabilidade da solução;
- Insumos necessários para sua implantação;
- Disponibilidade de fornecedores para o produto nas etapas de projeto, instalação e manutenção;

- Dificuldade da solução nas etapas de projeto, instalação e manutenção;
- Riscos encontrados na adoção da solução;
- Origem dos riscos;
- Capacidade de mitigação dos riscos;
- Custo tanto na implantação da solução quanto no uso da mesma; e
- Possibilidade de medição e verificação dos benefícios obtidos com a implantação e uso da solução.

Com esse levantamento geral de soluções, verificaram-se as políticas públicas e as soluções sustentáveis para edificações já existentes no mercado e que poderiam ser implantadas em habitações de interesse social. As soluções e políticas públicas foram discutidas com a CDHU para verificar as experiências práticas já verificadas na implantação das soluções levantadas.

#### - Seleção de tecnologias relevantes para o projeto.

A seleção das tecnologias relevantes para aplicação em projetos de habitações de interesse social exige uma análise da base de dados obtida com o levantamento das soluções sustentáveis para edificações e da agenda ambiental, definida por meio da avaliação dos problemas ambientais, dos aspectos culturais e necessidades do usuário e da disponibilidade de recursos financeiros.

Com base nos resultados da avaliação em cinco passos descrita acima, e após a finalização dos trabalhos de entrevista com os técnicos, a equipe visa o desenvolvimento de um roteiro de projeto para ser aplicado em habitações de interesse social, começando com um projeto piloto. Assim, espera-se que, futuramente, essa metodologia auxilie empresas e órgãos governamentais que atuam na construção de habitações de interesse social. Além disso, como produtos do projeto, espera-se ainda difundir os conhecimentos adquiridos por meio de relatórios e livros e propor soluções sustentáveis inovadoras para que possam ser testadas em habitações de interesse social.

## 2.2 Identificação e apresentação do projeto piloto.

A equipe de projeto trabalhou com a CDHU para identificar um projeto piloto no estado de São Paulo (ver Anexo 4). O projeto piloto em Cubatão foi utilizado como referência para o desenvolvimento da análise de mercado, identificação dos elementos principais da agenda de projeto, assim como a definição de funções piloto e soluções alternativas.

O mercado residencial, no Brasil, atende apenas 30% da população deixando de fora muitas cidades e a classe média que tem renda entre 5 e 7 salários mínimos. Grande parte desta população invade terras para sobreviver. As terras ocupadas por esta população, em geral, são áreas com ecossistemas frágeis. A região da Serra do Mar é uma das áreas onde a urbanização pode ser consolidada, uma vez que não representa um risco para a preservação permanente e recuperação ambiental da área.

O projeto selecionado está localizado na área de recuperação socio-ambiental da Mata Atlântica da Serra do Mar. Este projeto tem várias características interessantes para o projeto SUSHI.

O projeto faz parte do maior e mais avançado projeto da CDHU na área de assentamentos urbanos, o projeto da "Recuperação Sócio-Ambiental da Mata Atlântica da Serra do Mar - Parque Estadual da Serra do Mar".

Vários assentamentos ilegais foram construídos nesta região, e apresentam riscos ambientais e de saúde para os moradores. O objetivo do projeto é de reassentar as famílias que vivem em áreas de risco, principalmente localizadas em áreas de alta declividade, onde deslizamentos e erosão ocorrem durante chuvas torrenciais. Posteriormente, a estrutura urbana remanescente será melhorada e adaptada.

A área urbanizada será delimitada por um anel viário, como um obstáculo físico, que será regularmente patrulhada pela Polícia Ambiental para evitar novas atividades de invasão, apropriação e ocupação. As áreas de fronteira, onde as casas vão ser retiradas, serão reflorestadas com plantas do bioma da Mata Atlântica original.

Os moradores serão alocados em três novos projetos de habitação social localizada em terras baixas, em Cubatão. Estas três áreas estão de acordo com o plano de desenvolvimento do uso do solo do município de Cubatão e estão adaptados ao plano diretor do município, que têm falta de áreas para construção de moradias de interesse social, devido a presença de montanhas na região. Dessa forma, a CDHU aceitou

construir esses conjuntos habitacionais em cima de antigos bota-foras de construção da rodovia Imigrantes e que foram doadas ao CDHU em troca da preservação de áreas de mangues nas vizinhanças das mesmas.

Os locais foram propostos pela CDHU como uma vitrine da mudança de paradigma social em habitações no Brasil. O projeto está seguindo o novo padrão de habitação urbana e de habitação de interesse social no Estado de São Paulo, que inclui:

- Instalações de saúde;
- Instalações de educação e uma escola;
- Área verdes privadas e públicas (parceria com a Agência Estadual de Meio Ambiente SMA); e
- Ciclovias.

Por outro lado, o CBCS aceitou esse projeto devido à construção em etapas destes conjuntos habitacionais e à possibilidade de implantar um projeto piloto nesses locais.

# 3 Business as usual na produção da habitação de interesse social no Brasil

O Brasil tem experimentado urbanização maciça desde a década de 1940, o que levou o país a uma taxa de urbanização de 82%. Hoje, o déficit habitacional é de 6,3 milhões de unidades em todo o país. A Tabela 1 apresenta o déficit habitacional no Brasil, no Estado de São Paulo e na região metropolitana de São Paulo.

De acordo com a Tabela 1, o déficit habitacional no Estado de São Paulo é de aproximadamente 880.000 unidades. A maior parte (84,1%) concentra-se nas regiões metropolitanas de São Paulo (620.00 unidades), Campinas e Baixada Santista (Figura 3).

O programa governamental de habitação de interesse social, considerado no projeto SUSHI, prioriza hoje as camadas mais pobres da população (que recebe 1-3 salários mínimos). No entanto, o governo também fornece habitações para a população de até 10 salários mínimos. Para as famílias de baixa renda geralmente há alguns subsídios financeiros, pelo menos para a população com renda inferior a 3 salários mínimos.



Figura 3 - Exemplo típico de projeto de habitação de interesse social no Estado de São Paulo. Fontes: Andrade; Pileggi (2005)

Famílias situadas nas camadas de renda média ganham residências através do Sistema Financeiro de Habitação Federal (SFH), que foi criado pelo governo brasileiro com o objetivo de oferecer financiamento de até 25 anos para construção e aquisição de casas.

O cidadão brasileiro que não possui uma casa própria pode se registrar junto aos órgãos públicos para participar do programa de habitação de interesse social. Os requisitos para a inscrição no programa da CDHU são que o candidato:

- Não possui imóvel;
- Está na classe de renda entre 1 e 5 salários mínimos (exceções até 10);
- Tem um contrato de trabalho;
- Não tem dívidas;
- Morou no município durante os últimos dois anos.

Entretanto, segundo Andrade, Pileggi (2006), ao receber a casa própria, com prestações subsidiadas, os mutuários deparam-se com os custos da moradia, problemas desconhecidos pela maioria:

- Aqueles que utilizavam lenha catada terão a despesa adicional do gás;
- Quem vem de favelas, onde a ligação clandestina de energia é a regra, terá a despesa adicional da conta de luz;
- Quem utilizava água de bicas, nascentes ou ligação clandestina terá a conta de água;
- Quem vai para apartamento terá que arcar com o rateio das despesas condominiais de água, energia e manutenção das áreas e equipamentos de uso comum.

**Tabela 1 – Déficit habitacional no Brasil e em São Paulo. Fonte: CDHU 200**

Região	Déficit habitacional		Área	
	Unidades	%	km <sup>2</sup>	%
<b>Brazil</b>	6.300.000	100	8.514.215	100
<b>Estado de São Paulo</b>	880.000	14,0	248.209	2,92
<b>Região Metropolitana de São Paulo</b>	620.000	9,8	7.944	0,09

Assim, os subsídios às prestações não bastam para resolver o problema do acesso à moradia, pois a grande maioria não tem renda suficiente para arcar com os custos do financiamento, gás, água, energia, condomínio e as despesas familiares normais. Sem recursos os mutuários tomam-se inadimplentes inicialmente para com a CDHU após com o condomínio e finalmente com as concessionárias de água, gás e energia. Condomínios freqüentemente têm o fornecimento de água suspenso, moradores têm o fornecimento de gás interrompido e levam botijões de gás para os apartamentos, o que é um procedimento ilegal e gera risco para a comunidade. Não existe estatística, porém, é grande o número de moradores que, premiados pela falta de recursos, vendem irregularmente o direito à moradia e retornam às favelas ou cortiços (ANDRADE, PILEGGI, 2006).

Logo, implantar projetos mais sustentáveis em habitações de interesse social pode trazer os seguintes benefícios:

- Ambientais: reduz o consumo de recursos naturais e diminui a geração de resíduos;
- Econômicos: reduz o valor das contas de água, luz e gás permitindo ao mutuário economia de dinheiro e pagamento de sua dívida junto às empresas que constroem habitações de interesse social; e
- Sociais: reduz o retorno dessa população de baixa renda às favelas ou cortiços, proporciona conforto e melhor qualidade de vida das famílias que deve refletir na qualidade de aprendizado das crianças e jovens e na qualidade de trabalho e capacidade de gerar renda dos adultos.

### 3.1 Financiamento e construção de habitações de interesse social

Atualmente, o financiamento para construções de habitações de interesse social no Brasil ocorre por meio do governo federal, estadual e municipal e por iniciativas privadas. A seguir elas são descritas:

- **Governo Federal:** fundou o projeto nacional de “Um Milhão de Casas”, durante o atual governo. O objetivo é construir 1 milhão de habitações de interesse social pelo Ministério das Cidades. A gestão financeira é realizada pela Caixa Econômica Federal, que coordena o financiamento de projetos de habitação de interesse social em todos os 27 Estados brasileiros, com um orçamento de R\$ 34 bilhões. O público alvo deste orçamento são famílias com 1 - 10 salários mínimos e a prioridade é famílias de 1-3 salários mínimos.
- **Governo Estadual:** executa a maioria dos projetos de habitações de interesse social através de suas companhias de habitação, que geralmente sub-contratam as empresas privadas para realizar a concepção e construção dessas habitações. O Estado de São Paulo executa projetos de habitações de interesse social através da sua empresa de habitação, a CDHU. O Estado de São Paulo também tem recursos para a construção de habitações sociais a partir do seu próprio orçamento. Desde 1990, uma lei estadual (Lei 6556/89) aplica exclusivamente 1% da receita total do ICMS<sup>2</sup>, que é um imposto que se aplica sobre todas as transações comerciais, em projetos desse tipo.
- **Governo Municipal:** normalmente opera em cooperação, quer com o Estado ou diretamente com o Governo Federal. A cidade de São Paulo opera também a sua própria empresa de habitação social (COHAB SP).
- **Empresas Privadas:** algumas empresas privadas têm financiado a construção de habitações de interesse social para população de baixa renda, especialmente com renda entre 5 e 10 salários mínimos.

---

<sup>2</sup> São Paulo, que responde por 1/3 de toda a arrecadação do tributo estadual, ficou dentro da média. Sua arrecadação de ICMS somou R\$ 78,6 bilhões no ano passado, com crescimento de 2,8% ante 2008 (fonte: SALLES, 2010)

### 3.2 Práticas usuais na seleção do local e projeto de habitações de interesse social

Anteriormente, a prática das companhias que construíam habitações de interesse social era atender o déficit habitacional através da construção de unidades familiares sem se atentar para aspectos ambientais e sociais e sem integrar às unidades ao ambiente urbano.

Outra prática existente era a construção e entrega das habitações de interesse social, para os proprietários, em terrenos sem regularização junto aos órgãos públicos, devido ao longo tempo necessário para essa regularização. Essa prática inviabilizava a punição, pelas concessionárias, dos proprietários que não pagavam suas contas de água, luz e gás. Porém, atualmente, todos terrenos devem ser regularizados antes da entrega das chaves aos proprietários.

A seguir, apresentam-se aspectos importantes para entender as práticas usuais em HIS e possíveis conseqüências: critérios das companhias de habitação para a seleção do local, projeto, defeitos das construções e qualidade das habitações, materiais de construção e gerenciamento de resíduos.

#### Seleção do local

No passado, os critérios de seleção do local dependiam da disponibilidade de terrenos para construção. Normalmente, o custo da terra era o aspecto decisivo considerado pelas autoridades locais e pelas companhias. No entanto, após 2004, as características da vizinhança e distância foram também consideradas, assim como as necessidades e estilo de vida específicas das famílias-alvo. Mas o foco principal continua sendo o custo do terreno.

Os municípios em cidades pequenas e médias normalmente oferecem o terreno. Nestes casos, a companhia de construção de habitações de interesse social executa uma avaliação técnica do solo, principalmente sob 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.

Em outros casos, a companhia adquire o terreno no mercado. Nas grandes cidades, como 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 custos de implantação,

capacidade de pagamento das famílias e subsídios governamentais. Isto dificulta a produção de habitações de interesse social em grandes cidades.

Uma opção para reduzir o custo é construir edifícios multifamiliares, onde há um melhor aproveitamento do terreno. Em locais onde os terrenos são mais baratos, como em cidades do interior, as companhias preferem construir casas individuais.

Outro ponto importante é que as distâncias para locomoção dos habitantes tendem a ser elevadas nas grandes cidades e os gastos com transportes podem aumentar, o que pode comprometer a capacidade delas arcarem com o financiamento da habitação.

#### Projeto

No passado, as companhias executavam o planejamento dos empreendimentos imobiliários com projetistas e engenheiros próprios. Devido ao grande volume de construção, isto foi alterado durante o ano 2000. Hoje a maioria dos projetos, construções, e gerenciamento são sub-contratados ou terceirizados. No caso da CDHU, ela atua em novos empreendimentos imobiliários como responsável pelos projetos e pela construção.

A maioria dos projetos de habitações de interesse social no Brasil, durante os últimos 40 anos, foram produzidos seguindo soluções de projeto padronizados para casas ou edifícios multifamiliares. A concepção do projeto tem o mesmo piso e mesmo tamanho e a tecnologia predominante era a alvenaria estrutural. O uso de concreto pré-moldado e outras tecnologias foi exceção e apresentou uma taxa muito maior de falhas de construção. A Figura 4 mostra a planta esquemática de um edifício multifamiliar.

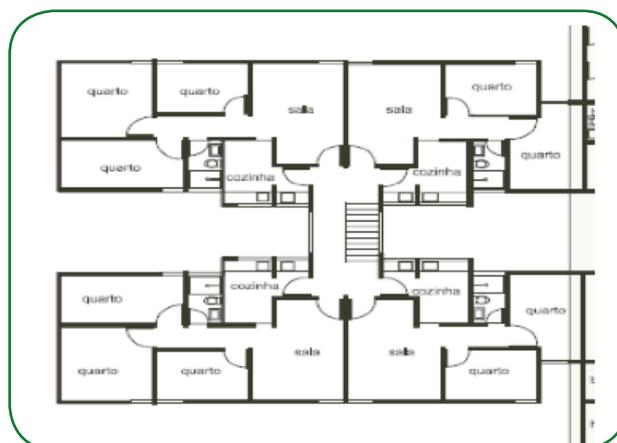


Figura 4 – Pavimento tipo de um edifício multifamiliar. Cada prédio tem 4 andares e 16 apartamentos.

O objetivo do uso de projetos padronizados é controlar o custo da construção. Por causa disto, diferentes climas e necessidades dos usuários não são levantados em consideração. Por exemplo, todas as habitações têm a mesma janela sem possibilidade de se adequar a diferentes climas (Figura 5 e Figura 6).



Figura 5 – Janela típica em habitações da CDHU.



Figura 6 – Falta de venezianas em janelas de habitações da CDHU.

### Defeitos de construção e qualidade da habitação

Em geral, a habitação de interesse social apresenta uma taxa relativamente elevada de defeitos de construção em relação a obras de alto padrão. Estes podem aumentar o impacto ambiental da construção da habitação, devido à necessidade de refazer o serviço e da geração de resíduos, que necessitam de uma gestão correta para não contaminar solos e águas subterrâneas.

De forma semelhante, os defeitos da construção reduzem os benefícios sociais, uma vez que função da habitação e a qualidade de vida dos proprietários podem ser afetadas.

No entanto, desde 1990, a qualidade de construção civil tornou-se uma questão relevante no Brasil. O Programa Qualihab da CDHU (Decreto Estadual nº 41,337 de 25 de novembro de 1996) é um esforço pioneiro sobre o assunto enfocando a cadeia de suprimentos, especialmente os empreiteiros de construção e indústria de materiais de construção.

Em 1998, o Governo Federal criou o PBQP-H - Programa Nacional de Qualidade e Produtividade na Habitação, gerenciado pelo Ministério das Cidades e integrado por representantes de toda a cadeia de suprimentos da indústria da construção civil. O PBQP-H é uma versão nacional do projeto Qualihab da CDHU.

Recentemente foi aprovada uma norma nacional que estabelece um mínimo de desempenho para edifícios de habitação, a NBR 15575 (2008) - Residências até cinco pavimentos - Desempenho - Partes 1 a 6 - e o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), criado pelo PBQP-H para promover a aprovação técnica de tecnologias inovadoras.

# 4 Agenda local

## 4.1 Matriz energética

Comparado com o resto do mundo o Brasil tem uma matriz energética relativamente “limpa”: 47% (incluindo o uso de combustíveis fósseis para transporte) são considerados recursos renováveis (Figura 7) enquanto no mundo apenas 20% são considerados renováveis (LAMBERTS, 2008)<sup>3</sup>.

As usinas hidrelétricas produzem hoje mais de 84% da eletricidade consumida no Brasil. No entanto, com o aumento do consumo de energia no Brasil, a matriz energética está ficando mais “suja”: o plano governamental (PNE, 2030) prevê um crescimento de cinco vezes no uso de combustíveis fósseis para geração de eletricidade entre 2010 e 2030. Atualmente, o Greenhouse Gas Protocol (GHG) estima a emissão de CO<sub>2</sub> de 80 g/kWh, no Brasil, para o ano de 2006<sup>4</sup>. Por outro lado, o dado oficial do governo, para o ano de 2006, é de 32,3 g/kWh.

No país, cerca de 45% da eletricidade consumida é para o uso em edifícios em geral e 22% é para residências. Dentro do setor residencial, no consumo de energia por

fonte, a eletricidade é quem tem a maior participação com 35,6%, seguido por madeira, com 34,6%, 26,5% com GLP e os restantes 3,4% (Figura 8) correspondem a outras fontes, incluindo gás natural, querosene e carvão. Para obter mais projetos de eficiência energética neste setor devem-se procurar soluções que reduzam o consumo de eletricidade e gás, bem como promover uma maior utilização das energias renováveis.

No setor nacional da habitação, os principais usos finais de eletricidade são: geladeira (22% correspondente a refrigeradores e freezers), aquecimento de água (24%, principalmente para o uso do chuveiro elétrico), ar condicionado (cerca de 20%) e iluminação (14%)<sup>4</sup>.

Mas estes usos finais têm algumas diferenças por região, que devem ser consideradas na análise de uma agenda local para os projetos. A Tabela 2 mostra que as necessidades de aquecimento de água e de ar condicionado têm variações entre as regiões. O uso do ar condicionado no país aumentou de 3%, em 2001, para quase 20%, em 2007, mostrando a necessidade de mais projetos habitacionais com uso de energia eficiente.

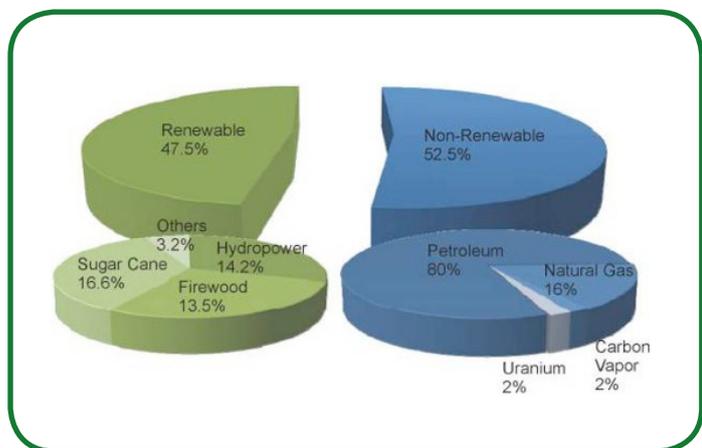


Figura 7 - Matriz Energética do Brasil. Fonte: MME (2006)

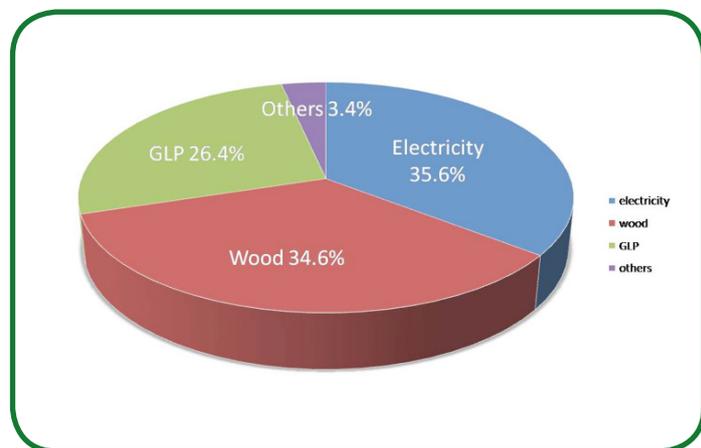


Figura 8 - Consumo de energia por fonte no sector da habitação

3 LAMBERTS, R. Desafios dos Edifícios “Zero Net Energy”. Apresentação para o SBCS 08 - I Simpósio Brasileiro de Construção Sustentável (Apresentação). 2008.

4 <http://www.ghgprotocol.org>

5 ELETROBRÁS. Relatório da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos - Ano Base 2007 - Setor Residencial. Disponível em: [www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br).

Tabela 2 – Diferentes usos finais no consumo de energia em residência, por região (%) (Almeida et al., 2001)

Região	Refrigeração	Aquecimento de Água	Iluminação	Ar Condicionado	Outros	Total
Sudeste	33.1	23.4	11.2	3.3	29.0	100
Sul	32.6	22.4	10.9	1.5	32.7	100
Norte	35.4	4.5	19.6	9.4	31.1	100
Nordeste	41.0	7.2	18.2	3.1	30.5	100
Centro-Oeste	33.6	23.2	12.1	2.3	28.9	100
Brasil	34.1	20.7	12.3	3.0	29.9	100

## 4.2 Clima regional e local

Para se avaliar as agendas de água e energia dos projetos da CDHU, é importante analisar as tendências microclimáticas locais. Assim, este item fornece informações detalhadas sobre a disponibilidade e interpretação de dados sobre o clima local.

Embora existam dados climáticos confiáveis para a cidade de São Paulo, dados confiáveis para Cubatão são escassos, pois não existe nenhuma estação meteorológica e nem monitoramento climática em longo prazo, de modo que a falta de dados deve ser indicada como o problema principal para a análise bioclimática. Como o Brasil tem uma grande diversidade de clima, a NBR 15220 - Norma Brasileira de Desempenho Térmico para famílias de baixa renda residencial (ABNT, 2005) criou o zoneamento climático brasileiro (Figura 9) do país, dividido em oito regiões climáticas, considerando as estratégias para cada região, para que os edifícios

tenham orientações adequadas para o desenvolvimento de projetos de acordo com cada região.

Desta forma, o método recomendado para as indicações de acesso para a construção bioclimática é o zoneamento climático brasileiro. Outra fonte é o relatório FINEP sobre tecnologias mais sustentáveis para a habitação, elaborado por cinco universidades públicas brasileiras (POLI-USP/UNICAMP/UFG / UFSC / UFU, 2008).

Cubatão está localizada na transição de duas zonas bioclimáticas, entre a cidade de São Paulo (Zona 3) e a cidade de Santos (Zona 5). A cidade possui um clima úmido sub-ropical (Cwa), com uma influência de monção. As recomendações gerais, para ambas as zonas climáticas, são a ventilação cruzada no verão e aquecimento solar e massa térmica para a temporada de inverno. Mas para a Zona 3 (Figura 10) o inverno é mais forte do que na zona 5 (Figura 11).

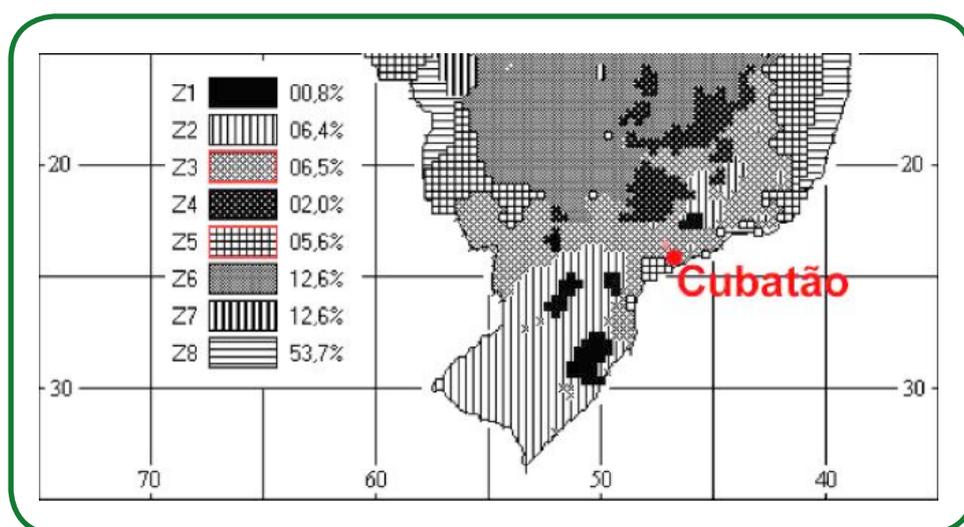


Figura 9 – Seção sul do Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Fonte: ABNT (2005)

Comparando-se os dados climáticos da cidade de São Paulo e Cubatão, as seguintes diferenças (Figura 10 e Figura 11) chega-se às seguintes conclusões:

**Precipitação:** Devido à localização de Cubatão no pé da Serra do Mar, a formação de nuvens e chuvas mais intensas é comum e continua durante toda a temporada de inverno (setembro-março). A precipitação média é duas vezes maior em Cubatão do que em São Paulo. Inundações em Cubatão, acompanhadas por erosão, também são freqüentes.

**Temperatura do ar no verão:** Devido à baixa altitude de 20 a 500 metros acima do nível do mar, a temperatura do ar em Cubatão é consideravelmente mais quente do que na cidade de São Paulo (3-5 °C em média). Isso leva a estresse térmico elevado e à tendência de uso de sistemas de ar condicionado durante o verão.

**Temperatura do ar no inverno:** Os fenômenos acima também levam a um aumento de conforto térmico durante o inverno, durante o qual ocorrem temperaturas mais amenas devido à baixa altitude Cubatão e à proximidade com o mar.

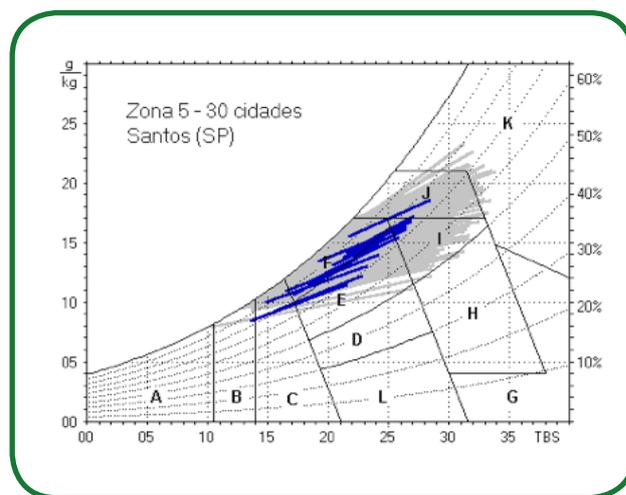
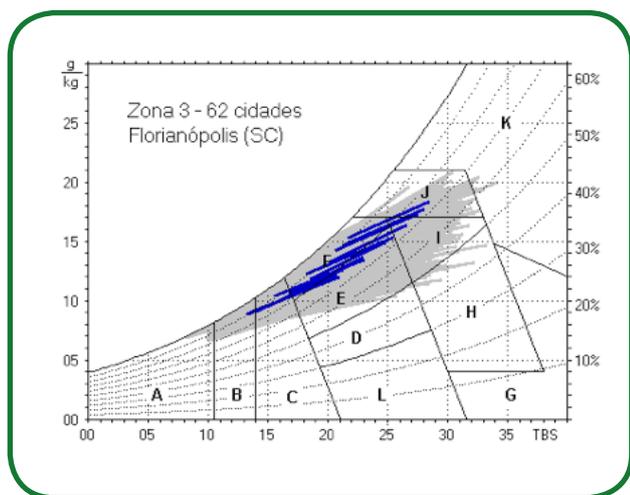


Figura 10 – Gráfico mostrando as normais climatológicas de cidades da Zona 3 (cor cinza), com destaque para a cidade de Florianópolis (cor azul)

Figura 11 – Gráfico mostrando as normais climatológicas de cidades na Zona 5 (cor cinza), com destaque para a cidade de Santos (cor azul)

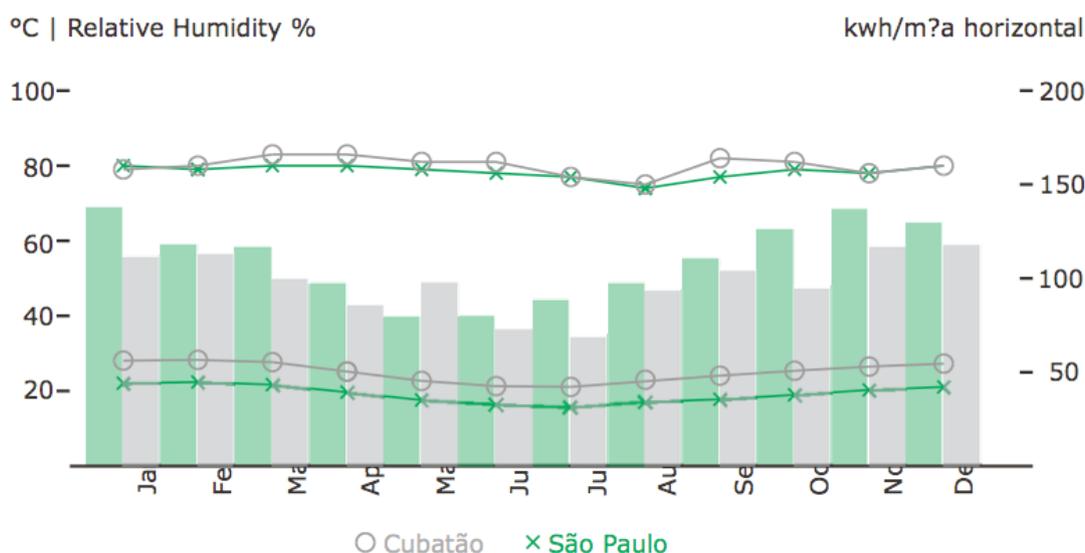


Figura 12 – Comparação entre o clima de São Paulo e o de Cubatão



Figura 13 – Balanço hídrico anual de São Paulo (esquerda) e Cubatão (direita)

Em uma abordagem local, as tendências predominantes para o microclima local necessitam ser analisadas para a adoção de estratégias de construção corretas. Torres et. al. (2002) apresentam os microclimas predominantes em Cubatão, dos quais o clima de montanha (1) e de mangues (4) são de particular interesse para o projeto:

**1) Clima de montanha** – a barreira climática da Serra do Mar leva à condensação da umidade e a formação de nuvens e névoa. O aumento da umidade permitiu o desenvolvimento de uma rica cobertura vegetal. Devido à altitude e umidade, a temperatura do ar é geralmente 2-3 °C mais baixa do que na planície costeira.

**2) Clima de vale** - caracterizado pela formação de intenso nevoeiro e alteração da temperatura através de brisa ascendentes e descendentes.

**3) Clima de área industrializada** (no pé da Serra do Mar) – a poluição do ar provoca a condensação da umidade atmosférica e, de acordo com o estado hidrométrico e a temperatura do ar, a formação de névoas úmidas e secas. As temperaturas nesta área são sempre maiores

do que na faixa costeira, devido à ausência da brisa do mar (FREITAS et. al., 2007).

**4) Clima de mangue** – esta região não é atingida pelas brisas, de modo que o clima é relativamente quente. Devido à decomposição orgânica e à evaporação da água do mar, o ar é, às vezes, impregnado com cheiro de amoníaco.

**5) Clima da serra** – uma vez que sendo mais exposto diretamente aos ventos predominantes, suas altas temperaturas podem ser atenuadas, mas este fenômeno também pode acentuar as baixas temperaturas, como nos vales.

**6) Clima costeiro** – apresenta maior concentração atmosférica de cloreto de sódio, o que aumenta a oxidação de materiais de construção. O clima é dos mais agradáveis no município, devido à brisa do mar, que mitiga o calor. O clima é fortemente influenciado pelos ventos dominantes, como os do quadrante Noroeste (quentes) e Sudeste (violentos, acompanhados de trovoadas).

### 4.3 Escassez de água

A disponibilidade de água em uma região é avaliada em função de dois parâmetros básicos: águas superficiais e águas subterrâneas. A demanda varia em função das condições climáticas, das atividades, dos aspectos sociais, culturais e econômicos dos usuários. Pode-se avaliar o grau de escassez de uma região por meio do balanço entre disponibilidade e demanda e, em função do resultado, decidir as ações mais atrativas para a conservação da água (ações na demanda e ações na oferta) em edifícios a serem implementadas (FINEP, 2006).

Um quadro de baixa disponibilidade, associado a uma concentração populacional elevada, é observado no rio Tietê, que percorre a cidade de São Paulo e abastece diversos municípios do Estado de São Paulo, e nos rios que deságuam na região da Baía de Guanabara, na cidade do Rio de Janeiro, chegando a atingir valores menores que 500 m<sup>3</sup>/hab/ano, o que representa uma situação de escassez hídrica (FINEP, 2006). A Figura 14 apresenta a demanda de água em relação à vazão de disponibilidade (Q7,10) nas diversas unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI) do Estado de São Paulo.

Desse modo, as grandes cidades brasileiras, como São Paulo, têm apresentado problemas de fornecimento adequado de água para a população. Os racionamentos tomaram-se freqüentes, causados por um conjunto de fatores que incluem concentração populacional, vazamentos na rede de distribuição e excessos de consumo devido a limitações tecnológicas e de educação dos usuários (JOHN et al, 2000).

Isto torna necessário o desenvolvimento de medidas que visem disciplinar o uso deste recurso natural, de forma a evitar sua escassez através da diminuição das quantidades requeridas do sistema público de tratamento. Estas medidas dividem-se em duas modalidades: 1) uso racional da água; e 2) uso de águas de fontes alternativas (FINEP, 2006).

O uso racional da água compreende ações com enfoque na demanda, ou seja, medidas realizadas de forma a diminuir a quantidade de água utilizada para a realização de uma mesma atividade, ou a conscientização sobre a real necessidade do uso da água para o desenvolvimento de uma tarefa, ou mesmo medidas para a prevenção de desperdício de água. Além de campanhas para o correto uso da água, o uso racional da água também

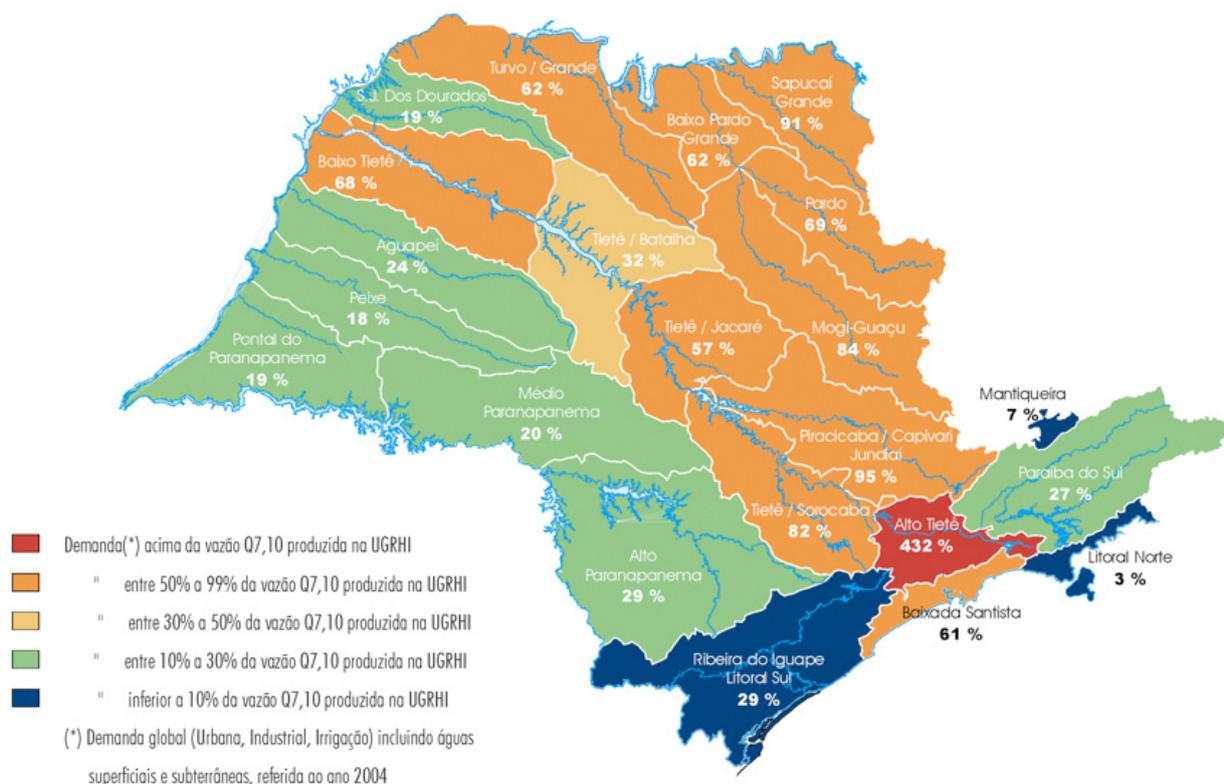


Figura 14 - Demanda de água em função da disponibilidade. Fonte: Prof. Ricardo Toledo Secretaria Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (2010)

pode estar diretamente relacionado a medidas adotadas no projeto ou execução de obras da construção civil. Isto se faz através: a) do uso de equipamentos de boa qualidade, evitando vazamentos; e b) da implantação de equipamentos economizadores de água, que atendam à solicitação requisitada com redução da água total utilizada (FINEP, 2006).

O uso de água de fontes alternativas compreende ações com enfoque na ampliação da oferta, ou seja, medidas realizadas de forma a captar água que originalmente não seriam destinadas ao uso, e torná-las apropriadas para que possam ser aproveitadas ao menos em alguns usos secundários. Atualmente o uso de águas de fontes alternativas está diretamente relacionado à: a) captação de águas pluviais; e b) captação de águas para reuso, que são parte das águas que iriam ser destinadas à rede de esgoto, especificamente as chamadas águas cinzas. Todas estas águas podem ser utilizadas apenas em algumas atividades, devendo ser previamente tratadas, estocadas e distribuídas por sistemas prediais independentes (FINEP, 2006).

Atualmente, há dois programas em andamento no Brasil que merecem destaque: o Programa para Uso Racional da Água (PURA), implementado no Estado de São Paulo; e o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA). Estes dois programas desenvolvem campanhas educativas; atividades de medição e gerenciamento do uso da água em edifícios; e pesquisa e desenvolvimento de metodologias, tecnologias e equipamentos de baixo consumo, muitos deles já disponíveis no mercado para utilização imediata. Apesar do avanço considerável nos últimos anos e pela demonstração de eficiência funcional e econômica destes dispositivos, os níveis de utilização ainda são baixos e ainda existem tecnologias e equipamentos disponíveis no exterior, mas que não são utilizados no Brasil (JOHN et al, 2001).

#### 4.4 Inundações urbanas

Além do problema de escassez de água, os grandes centros urbanos brasileiros têm sofrido com episódios, cada vez mais frequentes, de enchentes. As principais causas desse problema são o aumento da impermeabilização do solo, que diminui a capacidade natural do solo de absorver água da chuva, e do volume de chuvas intensas, que podem ser consequência da emissão de poluentes e dos fenômenos de ilhas de calor e mudanças climáticas.

Em áreas sujeitas a enchentes, os piscinões que coletam e estocam águas de chuva, mesmo que por um curto período de tempo, auxiliam no escoamento das águas de áreas sujeitas a inundações, já que atrasa a chegada de parte da água da chuva que contribuiria para a formação de enchentes.

# 5 Definição das funções piloto

Os edifícios deverão ter as funções piloto de baixo consumo de água e energia dentro do seu ciclo de vida. Porém, deve-se considerar que esses recursos (energia e água) são subsidiados para as camadas de baixa renda, o que resulta em um desestímulo para o comportamento de consumo responsável.

As seguintes funções piloto foram definidas para os projetos escolhidos em Cubatão:

- **Conforto térmico natural** – evitando o posterior consumo de energia por equipamentos de ar condicionado (com exceção de equipamentos de baixo consumo de energia, como ventiladores).
- **Eficiência energética** – diz respeito não somente a geração de conforto térmico, mas também ao uso racional de energia.
- **Uso responsável da água** – diz respeito ao ciclo da água em pequena e grande escala através do ciclo de vida do edifício.

Energia e água estão intimamente relacionadas com questões muito complexas, como clima, conforto térmico, vegetação e emissões de carbono. No entanto, existem várias tecnologias que podem melhorar a eficiência do consumo de água e energia.

O comitê de direção do SUSHI escolheu focar os principais problemas de água e energia, porque eles têm potencial para prevenir problemas ambientais para a sociedade como um todo (eficiência macroeconômica a nível nacional, regional e urbano).

## 5.1 Energia

Sendo o principal propósito do uso da eletricidade no setor residencial para refrigeração, aquecimento de água, ar condicionado e iluminação, os projetos de habitação de interesse social seriam altamente beneficiados com eficiência energética e outras estratégias relacionadas a:

- Aquecimento Solar de Água (especialmente na Região Sul e Sudeste);
- Diminuição da procura de ar condicionado, aumentando o conforto térmico natural, por técnicas passivas; e
- Diminuição do consumo de energia para iluminação e refrigeração, aumentando a eficiência do equipamento.

Uma parte significativa da demanda de eletricidade nos lares, na região sul do país, é devido ao aquecimento da água, usando chuveiros elétricos de 3,5 a 10 kW, sem tanques de armazenamento de água quente. Especialmente à noite, o consumo do chuveiro elétrico aumenta sendo o pico de consumo de energia elétrica em torno de 19 h. Uma solução promissora para aquecimento de água no setor residencial é o uso de energia solar, uma fonte renovável de energia que pode ser facilmente acessada e tem custo relativamente baixo.

Além disso, devido ao baixo conforto térmico apresentado nas habitações e o efeito de ilhas de calor urbanas, o uso de sistemas de ar condicionado está aumentando também em famílias de baixa renda.

Nesse sentido, há um programa conduzido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que pode promover, através de um fundo de energia, estratégias de eficiência energética para as famílias de baixa renda. Há também algumas iniciativas de substituição de eletrodomésticos ineficientes, como geladeiras e lâmpadas incandescentes, por outras novas e mais eficientes e a incorporação do uso de aquecedores solares.

Geralmente, a eletricidade é subsidiada no Brasil para as camadas de baixa renda, de modo que o comportamento e consciência do consumidor tornam-se questões importantes para atingir os objetivos de redução do consumo de energia. Por isso, é especialmente importante evitar a posterior instalação de sistemas de ar condicionado. Embora seja difícil de alcançar, principalmente devido ao ruído urbano e a poluição do ar, é crucial para o conceito de construção focar especificamente na melhoria da ventilação e projetos de sistemas passivos de conforto térmico.

Uma vez que a ventilação natural não é um recurso confiável e é geralmente baixa dentro das áreas urbanas, a ventilação forçada é uma estratégia recomendada. Geralmente, a combinação certa de estratégias de ventilação natural, sombreamento e equipamentos simples, como ventiladores de teto, parece promissor.

Embora a questão da eficiência energética seja uma agenda muito popular no momento, a questão da água não deve ser esquecida.

## 5.2 Água

Assim como a energia, a água é subsidiada gradualmente, dependendo do recursos das famílias de baixa renda. Deste modo, a água ainda é um recurso barato e foi abundante no passado. No entanto, a Região Metropolitana de São Paulo (formada por cerca de 45 municípios) está lidando com uma crescente demanda de água e tem, cada vez mais, que adquirir água de locais distantes dos limites da cidade, o que leva a vários desafios políticos e técnicos.

Atualmente a demanda de água da região metropolitana é de cerca de 66 m<sup>3</sup>/s com uma projeção de aumento de

até 75 m<sup>3</sup>/s até 2025. Para atingir este marco, algumas estratégias importantes relacionadas com a eficiência do uso de água são necessárias, como a medição individual que já está em uso em alguns projetos da CDHU, bem como equipamentos economizadores de água que evitem a perda do conforto das famílias.

As funções piloto escolhidas estão intrinsecamente relacionadas com o local escolhido, a fase de concepção e disposição dos interessados para suportar o desafio, e devem ser adaptadas ao projeto para definir alternativas específicas entre as soluções disponíveis.

## 6 Políticas públicas

Embora existam diversas empresas, organizações e instituições governamentais interessadas em implantar modelos mais sustentáveis para a construção habitacional no país, há grandes desafios a serem vencidos no sentido de ultrapassar modelos ineficientes de conceituação, projeto, construção, uso e manutenção das habitações, que envolvem construtores, projetistas, instituições financeiras, governo, usuários e administradores prediais.

Um dos entraves mais citados no caso de implantação de sistemas mais sustentáveis de habitação é a questão do custo de construção destas habitações, que gira em torno de 5% a 12% adicionais, que afetam de forma negativa a percepção e sentimentos de construtoras e clientes. Porém deve-se ressaltar que este custo será compensado no médio prazo por meio de economias geradas por eficiência do projeto, métodos construtivos, materiais e instalações hidráulicas e elétricas.

A questão de menor custo no presente em detrimento de uma melhor qualidade do ambiente construído é muito forte na cultura do setor habitacional. Mas há sinais de que esta cultura começa a mudar, a partir da percepção dos benefícios que construções mais sustentáveis oferecem para as famílias, no sentido de prover mais conforto e qualidade da habitação, com menos gastos por uso e manutenção das mesmas.

Da mesma forma, governos começam a se importar com a questão, a partir dos resultados positivos dos primeiros conjuntos habitacionais (HIS) que estão incorporando melhorias como aquecimento solar, acabamento nos pisos e paredes de forma a proporcionar mais facilidade de limpeza, pé direito mais elevado para conforto térmico, acessibilidade universal (para idosos e deficientes físicos), medição individualizada de água, etc. Estas iniciativas têm como consequência que usuários de outros conjuntos habitacionais demandem uma reforma

em suas residências com o objetivo de também agregar tais benefícios a suas residências.

No Brasil, o desenvolvimento tecnológico de produtos e metodologias de planejamento e gerenciamento que visem à construção de edificações mais sustentáveis tem avançado de forma gradual, mas ainda se encontra distante do patamar atingido por países onde já foram implantadas metodologias formais de avaliação de edificações e onde existem programas públicos de incentivo ao desenvolvimento de edificações sustentáveis (FINEP, 2005a).

Porém, algumas políticas públicas já foram implantadas no Brasil, com resultados favoráveis. O objetivo da implantação dessas políticas é controlar a qualidade dos produtos e serviços da construção civil. A seguir, apresentam-se as principais políticas públicas desenvolvidas no Brasil.

### 6.1 PBQP-H

O Programa Nacional da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) tem por objetivo promover a produtividade na cadeia de suprimento de materiais para habitações, usando o poder de compra do Estado para estimular o respeito às normas técnicas, o desenvolvimento de normas de desempenho e de novas tecnologias construtivas. Os fabricantes que não atendem de forma recorrente às normas ou legislação são processados, legalmente proibidos de vender para o governo e suas marcas são denunciadas publicamente como de má qualidade (FINEP, 2005a).

Esse programa tem proporcionado melhoria da qualidade dos produtos destinados à construção civil, como a adoção das caixas de descarga de 6,8 L, e redução no consumo de recursos naturais.

## 6.2 PROCEL

Nas últimas décadas, tem sido realizada no país uma agenda para a eficiência energética promovendo mudanças nas políticas públicas referentes à incorporação de medidas de economia energética no setor da construção.

O Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel) foi criado em 1985 como uma joint venture entre o Ministério de Minas e Energia e a Eletrobrás, companhia de energia controlada pelo governo brasileiro. O objetivo principal é promover a racionalização da produção e do consumo de eletricidade, eliminando o desperdício e reduzindo os custos e os investimentos no setor. Desde 1991, foi transformado em um programa governamental e tem expandido seu escopo e responsabilidade.

A Lei nº 10.295 (17 de outubro de 2001) foi um passo importante no estabelecimento de uma Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, a fim de promover a eficiência energética a nível nacional focando em equipamentos, edifícios e energias renováveis. Desde que a lei foi criada, o PROCEL foi desenvolvido em conjunto com o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) para melhorar a eficiência dos eletrodomésticos, por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, e edifícios, com o Regulamento Técnico para Qualidade em edifícios comerciais e públicos (RTQ).

Atualmente, está em desenvolvimento o Regulamento Técnico para edifícios residenciais. Enquanto o comercial considera principalmente o uso de ar condicionado, o regulamento residencial é mais focado em ventilação natural.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) tem como objetivo alertar o consumidor sobre a compra de aparelhos energeticamente eficientes, classificando-os em níveis que vão de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) (Figura 15). Atualmente participam do programa, entre outros produtos, geladeiras, freezers, condicionadores de ar, chuveiros elétricos, lâmpadas e aquecedores solares. Existem dois programas distintos de acordo com o tipo de energia utilizada: eletricidade ou gás. Os produtos com melhores desempenhos energéticos em sua categoria são reconhecidos através de um selo de eficiência energética (PROCEL<sup>6</sup> ou CONPET<sup>7</sup>).

A regulamentação técnica para edifícios objetiva melhorar a eficiência energética dos edifícios através da verificação de parâmetros de referência (Figura 16). Ela foi desenvolvida de acordo com demandas específicas dos setores de imóveis comerciais e residenciais. A rotulagem comercial foi aprovada em 2008 e é voluntária para os edifícios novos. A rotulagem em edifícios residenciais está em desenvolvimento e deverá ser aprovada até final de 2010.



Figura 15 – Selo PBE nível A e selo Procel para aparelhos consumidores de eletricidade



Figura 16 – Selo de Conservação Nacional de Energia-ENCE –para edifícios comerciais

6 Para aplicações que usam energia elétrica

7 Para aplicações que usam gás

### 6.3 PROACQUA

O ProAcqua é um programa para garantir a qualidade e a produtividade do sistema de medição individualizada de água. Este programa é o resultado da parceria do Centro de Desenvolvimento e Documentação da Habitação e Infra-estrutura Urbana (Cediplac), uma instituição de caráter privado e sem fins lucrativos com o intuito de promover a responsabilidade social e qualidade na habitação, e a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (Sabesp).

### 6.4 Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul, do maior financiador habitacional do país, a Caixa Econômica Federal, que financia cerca de 70% dos imóveis residenciais do Brasil, qualifica projetos de empreendimentos dentro de critérios sócio-ambientais, que priorizam a economia de recursos naturais e as práticas sociais. O Selo é o principal instrumento do Programa de Construção Sustentável da Caixa.

Para a concessão do selo, a CAIXA analisará critérios agrupados em seis categorias: inserção urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, uso racional da água e práticas sociais.

O objetivo é incentivar a construção de moradias que no processo de edificação tenham respeitado o meio ambiente e ao mesmo tempo propiciem boas condições de conforto e salubridade para seus usuários.

O “Selo Casa Azul” será dividido nas classes ouro, prata e bronze, definidas pelo número de critérios atendidos. Para receber o bronze, o empreendimento deverá atender a, no mínimo, 16 critérios obrigatórios. Receberão prata aqueles que atenderem aos critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha, totalizando 25 créditos, e ouro os que apresentarem o cumprimento dos critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha, totalizando 31 critérios.

### 6.5 Conama 307/348 – gerenciamento dos resíduos

Em termos de legislação brasileira, a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelece a classificação dos resíduos da construção civil e recomenda sua destinação de acordo com essa classificação.

A Resolução nº CONAMA 348, de 16 de agosto de 2004, apenas altera a resolução CONAMA nº 307 incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

# 7 Soluções sustentáveis para edificações encontradas no mercado

Algumas soluções para habitações sustentáveis já tem sido adotadas pelo mercado brasileiro da construção civil. A seguir, são apresentadas as principais soluções que podem ser aplicadas em habitações de interesse social.

## 7.1 Equipamentos hidráulicos: Bacias sanitárias de 6.8 L

O mercado brasileiro dispõe de vários equipamentos hidráulicos e componentes economizadores, porém nem todos adequados à tipologia residencial e, principalmente, quando se trata de habitação unifamiliar de interesse social.

Por exemplo, desde 2002, todas as bacias fabricadas no Brasil, que anteriormente tinham um volume de descarga de 12 litros, apresentam um volume máximo de descarga em torno de 6,8 litros (volume nominal de 6 litros) (FINEP, 2005a). Essa mudança no volume de descarga proporcionou uma redução significativa no consumo de água pelos edifícios.

Atualmente, estão disponíveis no mercado brasileiro as bacias sanitárias com sistema de descarga de duplo acionamento (6/3 L), quer seja com caixa de descarga ou com válvula de descarga.

## 7.2 Gestão de resíduos na construção civil

Outra solução bastante adotada atualmente é o gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obras. Sua importância se deve, tanto pela quantidade que representam - da ordem de 50% da massa total dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas - como pelos impactos que causam, principalmente ao serem levados para locais inadequados (FINEP, 2005a).

O manejo de resíduos inclui as atividades de caracterização, triagem, acondicionamento e transporte para locais adequados, conforme determina a resolução CONAMA nº 307/2002. Não é permitida a disposição em aterros de resíduos domiciliares, áreas de "bota fora", encostas, corpos d'água, lotes vagos e áreas protegidas por lei. A disposição de resíduos em locais adequados

contribuiu para a preservação da qualidade ambiental do meio físico, biótico e antrópico, não somente dos locais de destinação como de áreas mais extensas.

## 7.3 Cimentos de baixa emissão

No Brasil, existe uma grande variabilidade no consumo de energia entre diferentes plantas de produção decorrente de diferenças tecnológicas. Na indústria de cimento, o consumo de energia pode variar entre 6000 MJ/ton para fornos de produção úmida, até 3000 MJ/ton, em uma planta moderna de produção a seco, equipada com pré-aquecedores e pré-calcinadores (FINEP, 2005b). Um estudo desenvolvido em 14 plantas de produção de cimento no Brasil (SATHAYE et al., 2001), construídas recentemente e com tecnologias similares, revelou que as emissões de CO<sub>2</sub> das plantas mais eficientes foi 45% menor do que as emissões médias, devido, principalmente, a diferenças no tipo de combustível utilizado.

Além das diferenças entre plantas, existe ainda diferença entre tipos de cimentos. Segundo Carvalho (2002), o tipo de cimento Portland (CP) que gera menos CO<sub>2</sub> é o tipo III, cuja emissão é aproximadamente 78% menor do que a do CP I, maior emissor de CO<sub>2</sub> (Figura 17). A adoção de cimentos com menores emissões proporciona edificações com menores impactos ambientais.

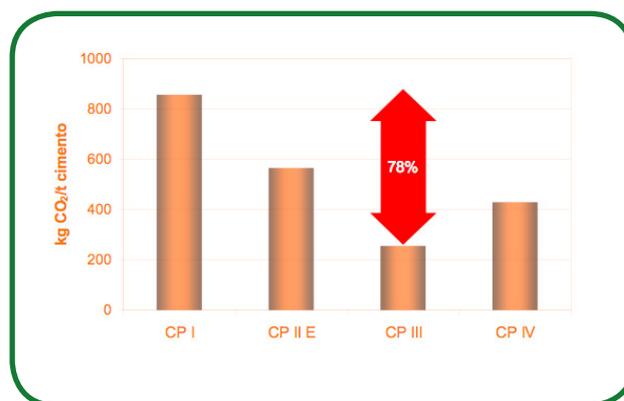


Figura 17 – Emissão de CO<sub>2</sub> por tipo de cimento. Fonte: Carvalho (2002)

## 7.4 Aquecedores solares

Estima-se que pelo menos 80% da área de coletores solares instalados no Brasil é destinada ao aquecimento de água para residências unifamiliares, e 8% são destinados à residências multifamiliares (edifícios). Uma parcela pequena e em crescimento é projetada para aquecer as piscinas e o sector terciário, principalmente hotéis, motéis, hospitais, creches e escolas. O setor industrial ainda é muito pequeno e participa com menos de 1% da área de coletores instalados (FINEP, 2005b).

Normalmente, o sistema de aquecimento solar é composto por painéis solares (que podem ser coletores planos ou tubos evacuados, estes últimos estão sendo usados em alguns países, mas ainda não no Brasil), tanque de armazenamento de água (caldeira) e back-up do sistema, que pode ser feito através de chuveiro elétrico ou eletrônico, gás ou resistência elétrica. Cada projeto deve ser analisado para ver qual é a melhor alternativa em termos econômicos e de eficiência do sistema.

O design do sistema depende da demanda diária de água quente da unidade habitacional. O coletor tem o nível de classificação de eficiência dado pelo INMETRO, embora haja no mercado coletores com outros materiais, é importante que a sua eficácia possa ser comprovada.

O sistema de aquecimento solar é ideal para unidades unifamiliares. Para habitações multifamiliares podem ser instalados de forma independente para cada habitação ou para uso comum em todo o edifício. Mas instalados desta forma tem alguns problemas, tais como a divisão da conta e, dependendo da altura, o aquecimento da água do primeiro andar.

O sistema pode operar de forma passiva, quando se trabalha com o efeito termo sifão, que depende da localização e altura dos componentes juntos, sempre considerando o coletor na parte inferior em relação aos outros componentes. Ou ele pode trabalhar com a ajuda de uma bomba para circulação de água, quando não têm as condições ideais para a localização e altura entre os componentes.

O coletor pode ser instalado no teto, direcionado para a posição Norte e com declividade relacionada com a latitude do local. Também pode ser instalado em estruturas separadas, mas alguns projetos desse tipo, em habitações de interesse social, mostraram que as estruturas não podem ser muito leves porque os usuários podem vendê-las. O boiler pode ser acoplado ao coletor no lado externo do telhado ou colocado em outro espaço separado do coletor. O back-up do sistema dá suporte aos dias em que a luz do sol não é suficiente e permite a utilização do chuveiro elétrico ou eletrônico como um back-up, permitindo um maior controle da temperatura da água pelo usuário.

A eficiência do sistema depende de um bom projeto, produto e instalação, juntamente com a manutenção realizada pelo usuário.

## 7.5 Metodologias de certificação

O alcance das exigências normativas é limitado à garantia de um desempenho mínimo, não havendo incentivo para procurar atender a patamares superiores. Os sistemas de adoção voluntária, por outro lado, pretendem que o próprio mercado impulse a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação mercadológica (FINEP, 2005b).

Entretanto, existem alguns problemas verificados nas certificações ambientais dos edifícios. O primeiro problema é que alguns sistemas de certificação são importados, como o LEED (USA) e o HQE (França) e, embora haja uma tentativa para adequá-los ao Brasil, esses sistemas foram desenvolvidos para realidades sociais e econômicas totalmente diferentes, o que provoca distorções nos critérios de certificação.

Além disso, esse sistema não tem regulação com a agenda nacional e o seu custo de implantação é alto. Dessa forma, se a certificação não é economicamente viável, as empresas acabam não fazendo.

Uma opção para certificação de habitações de interesse social é o selo "Casa Azul" da Caixa. Este selo é opcional e tem a vantagem de ser baseado na realidade nacional.

# 8 Experiências práticas em habitações de interesse social

A partir das entrevistas com os técnicos da CDHU e da Caixa foi possível levantar as experiências práticas em habitações de interesse social aplicadas no Brasil. A seguir, descrevem-se as experiências da Caixa, maior financiadora federal de habitações de interesse social, e da CDHU, maior companhia estadual financiadora habitações de interesse social no Brasil.

## 8.1 Caixa

Caixa promove ações de sustentabilidade na construção de habitações de interesse social de duas formas: por meio de linhas de financiamento e pelo selo Casa Azul.

### Linhas de financiamento

Caixa tem linhas de financiamento especiais para iniciativas sustentáveis no âmbito do programa "Minha casa, minha vida". Itens que podem ser financiados no âmbito deste programa são:

- a) Aquecedores solares de água – A Caixa oferece financiamento de R\$ 1.800 por casa e R\$ 2.500 por apartamento para instalar esses sistemas. As áreas priorizadas neste programa são Sul, Sudeste e Centro-Oeste, devido às condições climáticas;
- b) Medidores individuais de água e gás, e
- c) Plantio de árvores.

### Selo Casa Azul

As vantagens de se utilizar esta etiqueta em projetos são:

- Incentivar o uso racional dos recursos naturais na construção de unidades habitacionais;
- Incentivar a inclusão de itens de sustentabilidade em projetos;
- Reconhecer publicamente os projetos mais sustentáveis;
- Reduzir o custo de manutenção de edifícios e os gastos mensais dos usuários; e
- Sensibilizar construtores e usuários sobre as vantagens da construção sustentável.

## 8.2 CDHU

Durante toda a sua existência a CDHU desenvolveu projetos pilotos para a incorporação de alternativas sustentáveis tanto na área de água quanto energia.

Observa-se que uma parcela dos recursos financeiros para a implantação de programas de eficiência energética provém das concessionárias de distribuição de energia, que são obrigadas, por lei, a investir 0,5% do seu faturamento líquido nesses programas.

Além disso, a CDHU começará a exigir nos editais de licitação projetos de educação com o usuário para ensiná-lo a utilizar e a preservar as novas tecnologias que estão sendo implantadas em habitações de interesse social. Os principais projetos desenvolvidos são apresentados abaixo.

### Água

#### a) Medição individual de água em edifício de múltiplos pavimentos

O primeiro conjunto habitacional a implantar o sistema foi construído na cidade de Mogi Mirim, estado de São Paulo. Atualmente a leitura do hidrômetro é realizada pela Sabesp por via remota. Embora o custo desse sistema seja R\$ 4,00 mais caro do que o sistema antigo por rateio igual entre os apartamentos, ele teve uma boa aceitação por parte do usuário e se tornou política pública na CDHU.

#### b) Aparelhos economizadores

São utilizados aparelhos economizadores de água em habitações de interesse social, como caixas de descarga de 6,8 L e aeradores em torneiras.

#### c) Retenção de água de chuva

Devido aos problemas de enchentes, principalmente na cidade de São Paulo, a CDHU implanta reservatórios internos para retenção das águas pluviais. 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.

**d) Kit hidráulico e elétrico**

Os projetos de instalações hidráulicas e elétricas eram repassados aos fornecedores e estes forneciam os kits para implantação no canteiro de obras e posterior conexão às instalações da habitação.

**e) Tratamento de esgoto**

Este projeto foi implantado, primeiramente, no Bolsão 7 do conjunto habitacional da Baixada Santista com o uso de uma estação compacta de tratamento de esgoto. Entretanto, verificou-se uma dificuldade na gestão desta estação, pois a mesma necessita de acompanhamento periódico de um técnico e aumenta o custo de manutenção da mesma. Porém, em locais onde não existe rede de coleta de esgotos, é obrigatória a adoção deste sistema.

**f) Tratamento de esgoto através de plantas (fitotratamento)**

Este sistema ainda não foi implantado em nenhum conjunto habitacional, porém já há um projeto piloto para testar esta tecnologia.

## Energia

**a) Aquecimento solar híbrido de água**

O primeiro conjunto habitacional a implantar esse sistema foi em Cafelândia, estado de São Paulo, por meio de recursos provenientes das concessionárias de distribuição de energia elétrica do Estado de São Paulo. Este projeto obteve sucesso junto aos usuários do conjunto habitacional, que continuam a preservar estes aparelhos.

**b) Aquecimento a gás natural de água**

Também se implantaram sistemas de aquecimento a gás natural de água em alguns edifícios da região metropolitana de São Paulo com recursos provenientes da Comgás, empresa responsável pela distribuição de gás natural no Estado de São Paulo. Entretanto, embora esse projeto tenha tido boa aceitação por parte do usuário não foi realizado um estudo para verificar melhoria no desempenho energético e/ou ambiental dessas habitações. Dessa forma, não se utilizou novamente essa tecnologia.

**c) Estrutura de telhado em aço**

O primeiro projeto de estrutura de telhado em aço foi implantado no conjunto Rubens Lara, localizado na Baixada Santista. O aço foi fornecido pela Cosipa, uma grande siderúrgica nacional, pelo pagamento

de sua dívida fiscal junto ao Estado de São Paulo.

Atualmente, a CDHU está obrigando os novos conjuntos habitacionais a utilizarem telhados em aço devido aos problemas anteriormente verificados com o uso de madeira ilegal. Entretanto, o custo de implantação das estruturas em aço é mais caro do que em madeira e há ocorrência de problemas de vedação nas habitações.

**d) Telha de barro**

Para melhorar o conforto térmico das habitações de interesse social, a CDHU utiliza telhas de barro. Entretanto, novos projetos prevêem a volta de telhas em fibrocimento, o que piora o conforto térmico do usuário.

**e) Laje e forro**

Também no sentido de melhorar o conforto térmico, a CDHU utiliza laje e forro embaixo do telhado.

**f) Paredes de concreto moldado in loco**

Esta tecnologia foi implantada em um conjunto habitacional na cidade de Peruibe porém não foi realizado um estudo para avaliar o desempenho ambiental e o custo no uso deste sistema.

**g) Power Line Communication (PLC)**

Foi implantado primeiramente em um conjunto habitacional na Mooca, região metropolitana de São Paulo, e tinha o objetivo de usar as linhas de transmissão de energia para envio de sinal de comunicação e para medição remota de consumo de energia elétrica, gás e água. Entretanto, verificou-se que o sistema era inviável porque os dados de consumo de energia, gás e água ficavam concentrados na concessionária de transmissão de energia elétrica, que era responsável pela implantação do PLC. Dessa forma, esse sistema foi descartado.

**h) Troca de lâmpadas**

Este projeto foi implantado em conjuntos habitacionais da Baixada Santista, por meio de recursos da CPFL, concessionária de transmissão de energia elétrica. O objetivo deste projeto era trocar 40.000 lâmpadas incandescentes por lâmpadas econômicas.

Entretanto, devido à falta de um programa de educação do usuário, muitas dessas lâmpadas foram vendidas pelos usuários o que não trouxe a redução de consumo de energia esperada nessas localidades.

**i) Troca de geladeiras**

Teve o mesmo objetivo da troca de lâmpadas, porém com uma menor aceitação por parte dos usuários. Foi implantado com recursos da AES Eletropaulo, concessionária de transmissão de energia elétrica.

**j) Paisagismo**

Também com o objetivo de melhorar o conforto térmico das habitações de interesse social e de integrar os conjuntos habitacionais no meio urbano, utilizam-se projetos de paisagismo.

**k) Fotovoltaico**

Foi implantado primeiramente no conjunto habitacional de Boiçucanga, com recursos provenientes da Bandeirantes, concessionária de transmissão de energia elétrica.

Entretanto, o custo para implantação desta tecnologia foi muito alto e este programa foi descartado pela CDHU.

**l) Temporizador de banheiro**

Utilizado para reduzir o consumo de energia nos sistemas de aquecimento solares híbridos de água.

**m) Telhados brancos**

Foram utilizados telhados brancos no conjunto habitacional de Ilha Bela, ação inserida na campanha One Degree Less, em relação às ilhas de calor, e no protocolo assinado pela CDHU com o Green Building Council (GBC), em 2009, visando aplicação de agenda de sustentabilidade nos seus projetos.

Além desses projetos que já foram implantados e testados pela CDHU, alguns projetos de sustentabilidade não foram implantados devido a dificuldades de manutenção dos mesmos. Os principais projetos que deixaram de ser implantados foram:

- a) Aproveitamento de água de chuva: Não foi utilizado devido aos riscos de contaminação do usuário por uso incorreto desta tecnologia.
- b) Reuso de água cinza: Também não foi utilizado devido aos riscos de contaminação do usuário por uso incorreto desta tecnologia.
- c) Coberturas verdes: Não foi utilizado devido ao custo e dificuldade de manutenção deste sistema.

# Conclusões

## Barreiras para a introdução de soluções sustentáveis em habitações de interesse social

Embora diversos projetos de sustentabilidade já foram implantados em habitações de interesse social no Brasil, ainda se verificam muitas barreiras para implantação dos mesmos. As principais barreiras encontradas são:

- **Custo:** Tanto o custo de implantação quanto o de manutenção dessas tecnologias é maior do que o das tecnologias convencionais, e estes custos não são apropriadamente distribuídos. Benefícios precisos ainda não foram estudados e quantificados para equilibrar a análise.
- **Falta de capacitação técnica:** Há também falta de profissionais qualificados tanto para desenvolvimento de projetos quanto para implantação e manutenção das tecnologias sustentáveis para edificações no Brasil.
- **Falta de treinamento educacional do usuário:** A falta de conscientização e treinamento do usuário faz com que haja pouca preservação dos equipamentos e reduz o desempenho dos mesmos.
- **Falta de definição de uma política institucional integrada de sustentabilidade:** A falta de definição de uma política institucional integrada de sustentabilidade faz com que as soluções sejam departamentalizadas ao invés de serem considerados processos matriciais.
- **Tendência para desenvolver soluções padrões nacionais e regionais:** Conseqüentemente, as soluções não privilegiam os aspectos particulares de cada projeto. Falta integração dos diversos participantes nos projetos, construção e no uso das residências, perdendo oportunidades cruzadas importantes para a melhoria da habitação, como um todo, no sentido de melhor eficiência no consumo de energia, conforto térmico, uso racional de água, questões de salubridade do ambiente construído e redução de custos de manutenção das habitações.

Num aspecto mais amplo, ainda, há a necessidade de se integrar os conjuntos habitacionais ao meio urbano, provendo suporte às necessidades diárias das famílias (comércio, serviços, escolas, atendimento ambulatorial (primary care), etc.), no sentido de se evitar transportes das famílias e conseqüente redução da emissão de gases de efeito estufa e, ainda, melhorar a qualidade de vida das famílias por meio de um planejamento urbano

que contempla o dia a dia das famílias que lá vivem.

Além do desenvolvimento da metodologia a ser aplicada em habitações de interesse social, que terá como piloto o projeto da Serra do Mar, como produtos do projeto SUSHI, têm-se a difusão dos conhecimentos adquiridos por meio de relatórios e livros e proposição de soluções sustentáveis inovadoras para que possam ser testadas em habitações de interesse social.

## Difusão

Para difusão dos conhecimentos adquiridos, estão previstos os seguintes produtos:

- Relatório de Mapeamento, ao qual este relatório se refere.
- Relatório de Lições Aprendidas, apresentando as lições aprendidas nas entrevistas com os técnicos da CDHU. Serão apresentadas detalhadamente as experiências práticas em habitações de interesse social, resumidamente citadas neste relatório.
- Livro sobre eficiência energética em habitações de interesse social, com o resumo das apresentações realizadas pelos especialistas da área no Seminário de Eficiência Energética promovido pelo CBCS, no dia 5 de novembro de 2009, em São Paulo.
- Livro sobre uso racional da água em habitações de interesse social, com o resumo das apresentações realizadas pelos especialistas da área no Seminário de Uso Racional da Água a ser promovido pelo CBCS, em abril de 2010.

## Proposição de soluções sustentáveis

Durante o período de mapeamento, diferentes tecnologias foram discutidas, mas não foram ainda introduzidas nas estratégias / lista de classificação como:

- Coletores coletivos e reservatórios individuais de água quente;
- Bomba de calor para aquecimento de água;
- Aumentar o espaço entre os pavimentos;
- Madeira certificada;
- Janela que tem 100% de abertura para promover a ventilação cruzada;

- Sombreamento das janelas; e
- Variação térmica da massa da parede.

Assim, tanto essas soluções como outras que forem identificadas no decorrer dos trabalhos, poderão ser avaliadas e testadas em projetos pilotos, com a possibilidade de replicação para outros projetos de habitações de interesse social, caso essas tecnologias sejam aprovadas.

### Recomendações

Geralmente a população de baixa renda, no Brasil, não está muito consciente da redução do consumo de água e de energia, provavelmente devido a dois motivos: a energia e a água ainda são recursos baratos e as pessoas temem a perda de conforto em vez de ver as possibilidades individuais para poupar dinheiro. Portanto, a análise custo-benefício é um instrumento crucial para convencer os usuários da necessidade de redução do consumo desses recursos.

Cabe ressaltar que habitações de interesse social são, em parte, subsidiadas pelo governo, sendo que, neste caso, usuários começam a demandar mais eficiência energética e economia nos custos de uso e manutenção de suas residências.

É importante salientar também que o conhecimento adquirido pelos técnicos que trabalham nas companhias de construção de habitações de interesse social no Brasil, nunca foi publicado ou disponibilizado oficialmente, sendo que o levantamento e publicação desse conhecimento, durante o Projeto SUSHI, será importante para a criação de uma metodologia de projeto de habitações de interesse social no país. Além disso, esse trabalho pode auxiliar os tomadores de decisão na definição de políticas públicas de habitação popular no Brasil.

Por fim, observa-se que, com a mudança no objetivo inicial do projeto, identificou-se a necessidade de medição em campo de uma unidade do projeto da CDHU na Serra do Mar para criação de indicadores de sustentabilidade e maior divulgação dos resultados.

# Anexo 1. Bibliografia

ALMEIDA, M.; SCHAEFFER, R.; LA ROVERE, E. The potential for electricity conservation and peak load reduction in the residential sector of Brazil. *Energy*, v. 26, n. 5, p. 413-429, Apr. 2001.

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.

ASIF, M.; MUNEEER, T.; KELLEY, R.. Life cycle assessment: a case study of a dwelling home in Scotland. *Building and Environment*, v. 42, n. 3, p.1391-1394, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 30 out. 2005.

CARVALHO, J. Análise de ciclo de vida ambiental aplicada a construção civil- Estudo de caso: Comparação ente cimento Portland com adição de resíduos, Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). Tecnologias para construção mais sustentável: inovação e políticas públicas. São Paulo: FINEP, 2005a, 55 p. (Relatório Técnico – Projeto Finep).

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). Tecnologias para construção mais sustentável: estado da Arte. São Paulo: FINEP, 2005b, 90 p. (Relatório Técnico – Projeto Finep).

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). Manual de habitação mais sustentável. Capítulo Água. São Paulo: FINEP, 2006. No prelo.

FREITAS, E. D. et al. Interactions of an urban heat island and sea-breeze circulations during winter over the metropolitan area of São Paulo, Brazil. In: *Boundary-Layer Meteorology*, vol. 122, pp. 43–65. 2007

JOHN, V.M. ZORDAN, S.E. Reseach & development methodology for recycling residues as building materials – a proposal. In: *Waste Materials in Construction 2000. Procedings*. Leeds, Pergamon, 2001, v.1, p.513-524.

JOHN, V.M; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. Canela, 2001.

LAMBERTS, R. Desafios dos Edifícios “Zero Net Energy”. Presentation for SBCS 08. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Balanço energético 2007: banco de dados. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sem/dadhist/tsinop\\_p.htm](http://www.mme.gov.br/sem/dadhist/tsinop_p.htm)>. Acesso em 20 mar. 2008a.

SATHAYE, J.; PRICE, L.; WORRELL, E.; RUTH, M.; SCHAEFFER, R.; COSTA, M. M.; WANG, Y.; ROY, J.; DAS, S.; WINKLER, H.; SPALDING-FECHER, R.; AFRANE-OKESE, Y.; DAVIDSON, O. Multi-Project Baselines For Evaluation Of Industrial Energy-Efficiency And Electric Power Projects. 2001. LBNL-48242. Disponível em: <<http://ies.lbl.gov/iespubs/ieupubs.html>>.

TABORIANSKI, V.M. Contribuições ao método de avaliação das emissões de CO2 geradas no ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritórios. São Paulo, 2009. 186p. Qualificação (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

TOLMASQUIM, M.T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos Estudos - CEBRAP*, v.11, no.79. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002007000300003&lng=pt&nrm=iso&tng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300003&lng=pt&nrm=iso&tng=pt)>. 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Life cycle assessment: a business guide to sustainability. Paris: 2007.

WORLD RESOURCES INSTITUTE GHG PROTOCOL TOOL FOR PURCHASED ELECTRICITY. Version 4.0. (2009)

## Anexo 2. Glossário

**CBCS** – Abreviação para Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. CBCS é uma organização não-governamental (ONG) que dá suporte à construção sustentável através do desenvolvimento e difusão de informações técnicas, regulamentação, programas educacionais e pesquisa nos aspectos sociais para promover a sustentabilidade. Através de uma visão sistemática, analisa as interações nos setores da construção com a indústria de materiais, empresas financiadoras, governo, academia e a sociedade, promovendo o desenvolvimento de bons padrões, inovação, discussão de diretrizes, políticas públicas e setoriais e outras atividades nos comitês temáticos.

**Conforto térmico** – entende-se que conforto térmico significa condições climáticas locais suportáveis. Isso é obviamente uma questão contraditória devido à diferente adaptação individual, saúde, vestimenta, etc.

**Paradigma** – Entende-se como um conjunto de suposições, conceitos e atitudes de um grupo de cientistas em relação a um determinado problema científico. O termo neste espírito é associado particularmente com o nome de Thomas Kuhn (1922-1996), professor de filosofia e história da ciência.

**Função piloto** - é um componente de construção ou função em um edifício, que é usada para demonstrar como incluir características de construção sustentável em programas de habitações de interesse social. “Solução Alternativa” é definida como uma tecnologia ou material dentro de uma função piloto que tem um desempenho sustentável superior em relação às tecnologias e materiais convencionais. Por exemplo, as soluções alternativas para a função piloto “iluminação” poderiam incluir o uso de lâmpadas fluorescentes compactas, melhor utilização de luz e sensores de movimento para controle de luzes.

# Anexo 3. Parceiros e equipe do projeto

## Parceiros

Para criar uma rede de conhecimento, possíveis parceiros e interessados foram contatados e convidados. Assim, o CBCS, além da parceria com a UNEP/PNUMA, iniciou o projeto com instituições que trazem pessoas de renomada experiência para a troca de informações e o estabelecimento de ações para a melhoria da eficiência energética, o uso racional de água e, ainda, a melhora da percepção da qualidade da HIS pelos futuros moradores. A estrutura básica do projeto foi definida como mostrado na Figura 18.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) é uma entidade privada sem fins lucrativos, que tem como atividade principal a divulgação dos resultados do trabalho do PNUMA e suas publicações, além da promoção e participação em atividades de educação e conscientização ambiental.

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) é uma organização não-governamental que busca promover a melhoria da qualidade de vida da população brasileira e a preservação de seu patrimônio natural, pelo desenvolvimento e implementação de conceitos e práticas mais sustentáveis e que contemplem as dimensões social, econômico e ambiental da cadeia produtiva da indústria da construção civil.

A Caixa Econômica Federal (Caixa) é o principal agente das políticas públicas do governo federal com cerca de 70% dos financiamentos de HIS. Atende não só os seus clientes bancários, mas todos os trabalhadores formais do Brasil, estes por meio do pagamento de FGTS, PIS e seguro-desemprego; beneficiários de programas sociais e apostadores das Loterias. Além disso, prioriza

financiamento nos setores de habitação, saneamento básico, infra-estrutura e prestação de serviços.

A Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) é uma empresa do Governo Estadual, vinculada à Secretaria da Habitação, e o maior agente promotor de moradia popular no Brasil. Tem por finalidade executar programas habitacionais em todo o território do Estado, voltados para o atendimento exclusivo da população de baixa renda, na faixa de 1 a 10 salários mínimos.

Para suporte técnico do projeto foram incorporadas algumas das melhores universidades do Brasil, como a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), além da Fabio Feldmann Consultores, cujo sócio é um dos mais atuantes ambientalistas do Brasil, principalmente na área de Clima e Biodiversidade, tendo participado de boa parte da legislação ambiental a nível nacional, estadual e local desde os anos 80.

Logo, iniciou-se o trabalho com especialistas renomados em projeto e implantação de HIS (Secretaria da Habitação e CDHU), em financiamento de HIS (Caixa Econômica Federal), em energia (UFSC), água (POLI-USP e UNICAMP), todos eles formadores de opinião e agentes de mudança do setor da construção civil.

Mas, ao longo dos trabalhos, outros atores devem se juntar ao processo, no sentido de ampliar a rede de especialistas e as ações no sentido de incorporar ações mais sustentáveis a toda a cadeia produtiva do setor da construção, tais como: representantes da indústria de materiais, do setor da construção, administradores prediais, academias, etc.

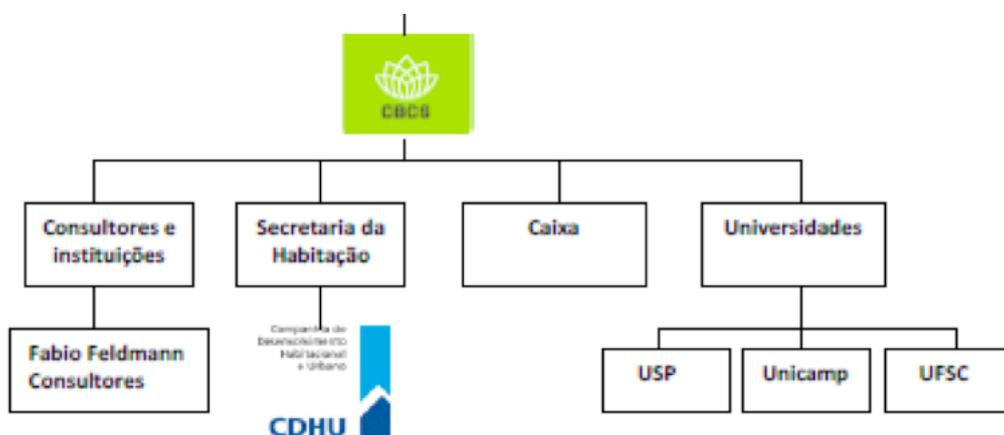


Figura 18 - Organograma da rede de parceiros brasileiros

## Equipe

Equipe principal	Revisores	Contribuidores
Prof. Dr. Vanderley M. John	Prof. Dr. Roberto Lamberts	Eduardo Trani (CDHU)
Arq. Msc. Diana Csillag	Prof. Dr. Orestes M. Gonçalves	Eduardo Baldacci (CDHU)
Dr. Marcelo Vespoli Takaoka	Prof. Dra. Lucia H. Oliveira	Gil Scatena (CDHU)
Eng. Msc. Vanessa M. T. Bessa	Prof. Dra. Marina S. O. Ilha	Leonardo Figueiredo (CDHU)
Eng. Rafael M. Laurindo	Arq. Msc. María Andrea Triana	Rafael Pileggi (CDHU)
Dr. Jörg Spangenberg		Viviane Frost (CDHU) Altamir Tedeschi (CDHU) Stella Bilenjiam (CDHU) João Luiz F. Neves (CDHU) Amaldo Rentes (CDHU) Ana Maria A. Coelho (CDHU) Fábio Leme (CDHU) Mara Luisa A. Motta (Caixa) Fabio Feldmann Consultores

A equipe que compõe o projeto forma uma rede dos principais especialistas de cada área no Brasil. A seguir, apresenta-se uma breve descrição do currículo de cada participante.

### (a) Conhecimento científico

Prof. Roberto Lamberts - Engenheiro civil, mestre em Engenharia Civil pela UFRGS e doutor em Engenharia Civil pela University of Leeds. Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atua na área de Engenharia Civil, com ênfase em Eficiência Energética, desempenho térmico de edificações, bioclimatologia e conforto térmico. É supervisor do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações na UFSC, co-editor do periódico Ambiente Construído, membro do comitê editorial dos periódicos *Advances in Building Energy Research* e do *Journal of Building Performance Simulation*, membros das associações científicas ANTAC, Associação de Tecnologia do Ambiente Construído e IBPSA, associação internacional para a simulação do desempenho de edificações e membro do grupo de edificações do Ministério de Minas e Energia (MME) apoiando o desenvolvimento da etiquetagem de eficiência energética em edificações.

Prof. Orestes M. Gonçalves - Engenheiro civil, mestre, doutor e livre docente em Engenharia de Construção Civil, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atualmente é Professor Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde coordena o grupo de

ensino, pesquisa e extensão de Engenharia de Sistemas Prediais do Departamento de Engenharia de Construção Civil. É membro da Comissão W62 - Water Supply and Drainage for Buildings do CIB - International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Atua nas áreas de sistemas prediais de água, gás e de segurança contra incêndio, conservação e uso racional da água, modelos de demanda de insumos prediais, avaliação de desempenho e qualidade de componentes de sistemas prediais.

Prof. Lucia H. Oliveira - Engenheira Civil, mestre e doutora em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora doutora da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Pesquisadora na área de Engenharia Civil, com ênfase em Sistemas Prediais, atuando principalmente nos seguintes temas: conservação de água, uso racional da água e gestão do uso da água em edifícios.

Prof. Marina S. O. Ilha - Engenheira Civil pela Universidade Federal de Santa Maria, mestre e doutora em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora associada (livre-docente) da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Instalações Prediais, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível e em conservação de água em edifícios. É sócia fundadora do CBCS-Conselho Brasileiro da Construção Sustentável.

**(b) Especialistas do mercado de habitações de interesse social;**

**Eduardo Trani** - Chefe de Gabinete da Secretaria da Habitação.

**Eduardo Baldacci** - Gestor de eficiência energética da CDHU.

**(c) Servidores públicos;**

**Gil Scatena** - Assessor do chefe de gabinete da Secretária da Habitação.

**Valentina Denizo** – Técnica das Secretarias do Estado dos Negócios Metropolitanos e do Meio Ambiente e da CDHU.

**Leonardo Figueiredo** - Membro do QualiHab - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo – da CDHU.

**Fábio Leme** - Membro do QualiHab da CDHU.

**Rafael Pileggi** - Membro do QualiHab da CDHU.

**Altamir Tedeschi** – Técnico da área de projetos de uso racional da água da CDHU.

**Ana Maria Antunes Coelho** - Técnica da área de projetos de paisagismo da CDHU

**Arnaldo Rentes** – Técnico da área de projetos de paisagismo da CDHU

**Irene Rizzo** – Gerente de projetos da CDHU

**João Luiz F. Neves** – Técnico da área de projetos de eficiência energética da CDHU

**Stella Bilenjam** - Técnica da área de projetos de eficiência energética da CDHU.

**Wanderir Dominiqueli** – Técnico da área de projetos da CDHU.

Sandra Pinheiro Mendonça – Superintendente de Desenvolvimento Social da CDHU.

Viviane Frost - Superintendente de Ações de Recuperação Urbana da CDHU.

Mara Luisa Alvim Motta – Gerente operacional do departamento nacional de meio ambiente da Caixa

**(d) Consultores;**

Fabio Feldmann Consultores

Arq. María Andrea Triana Montes

Eng. Civil Carla Sautchuck

# Anexo 4. Seleção do projeto na recuperação sócio-ambiental da mata atlântica da serra do mar- parque estadual da serra do mar

## Seleção do terreno

O mercado residencial, no Brasil, atende apenas 30% da população deixando de fora muitas cidades e a classe média que tem renda entre 5 e 7 salários mínimos. Grande parte desta população invade terras para sobreviver. As terras ocupadas por esta população, em geral, são áreas com ecossistemas frágeis, que incidem sobre a legislação de proteção do ambiente, tais como mangues, dunas, margens de córregos, várzeas, encostas íngremes e áreas cobertas por florestas nativas.

Um desses casos é a região da Serra do Mar, onde a urbanização pode ser consolidado, uma vez que não representam um risco para a preservação permanente e recuperação ambiental da área.

Neste contexto, a CDHU convidou o Projeto SUSHI para fazer parte do maior e mais avançado projeto da empresa na área de assentamentos urbanos. Este projeto é parte da “Recuperação Sócio-Ambiental da Mata Atlântica da Serra do Mar - Parque Estadual da Serra do Mar”.

Na cidade de Cubatão apenas 7.700 famílias são integradas aos programas de assentamentos (Tabela 3). Segundo a CDHU, a pressão da urbanização sobre o

meio ambiente é mais evidente nas encostas da serra, que é originalmente coberta com Mata Atlântica, o bioma com a maior diversidade mundial.

Existem vários assentamentos dispersos ao longo da rodovia Imigrantes que interliga São Paulo e Santos. Os assentamentos são chamados Bairros Cota (Figura 20) de acordo com sua altura acima do nível do mar. Eles estão localizados em 95/100, 400 e 500 metros, respectivamente, acima do nível do mar. Das 7.700 famílias atendidas acima em Cubatão, 5.500 serão reassentadas na faixa costeira da Serra nas planícies próximas ao bairro Jardim Casqueiro.



Figura 20 – Situação atual no Bairro Cota 500

Número de famílias afetadas pelo Programa nos diferentes núcleos e principal motivo para o Reassentamento*							
Núcleos de habitação Irregulares	Total de Famílias	Permanência (área desafetada)	Total de Famílias Retiradas	Motivo da Retirada			
				Risco Tecnológico**	Risco Geotécnico***	Risco Ambiental****	APP***** Municipal e Área Particular
Cotas 400 / 500	203	0	203	-	-	203	-
Cota 200	2.108	719	1.389	741	252	395	-
Cota 95/100	1.037	401	637	157	156	325	-

Tabela 3 - Estatísticas das Famílias de classe de baixa renda atendidos somente na cidade de Cubatão.

De acordo com um mapeamento de área de risco executado pelo IPT (Instituto de Estudos Tecnológicos) todas as cotas foram analisadas, aplicando-se diferentes indicadores de risco. Uma vez que os moradores consideram o local "muito bonito", é difícil convencê-los a se mover de modo que o mapeamento científico e objetivo é necessário.

O plano é reassentar as famílias que vivem em áreas de risco, que são principalmente localadas em áreas de alta declividade, onde deslizamentos e erosão ocorrem durante chuvas torrenciais. Posteriormente, a estrutura urbana remanescente será melhorada e adaptada.

As áreas de fronteira, onde as casas vão ser retiradas, serão reflorestadas com plantas do bioma da Mata Atlântica original (Figura 21). A área urbanizada será delimitada por um anel viário, como um obstáculo físico, que será regularmente patrulhada pela Polícia Ambiental para evitar novas atividades de invasão, apropriação e ocupação.



Figura 21 – Planejamento do Estado incluindo remoção, reflorestamento, urbanização e anel viário parcial e mapeamento da real situação da Curva de Nível Distrital 200

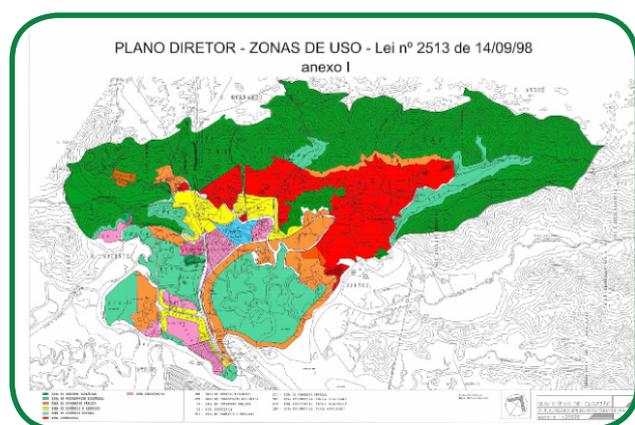


Figura 23 – Plano diretor da cidade de Cubatão, incluindo uma indicação de remoção e reassentamento

Os moradores dos três "bairro Cota" retirados da área serão alocados em três novos projetos de habitação social localizada em terras baixas, em Cubatão chamado Complexo Rubens Lara, Bolsão 7 e Bolsão 9 (Figura 22).

Estas três áreas estão de acordo com o plano de desenvolvimento do uso do solo do município de Cubatão e estão adaptados ao plano diretor do município (Figura 23), que têm falta de áreas para construção de moradias de interesse social, devido a presença de montanhas na região. Dessa forma, a CDHU aceitou construir esses conjuntos habitacionais em cima de antigos botaforas de construção da rodovia Imigrantes e que foram doadas ao CDHU em troca da preservação de áreas de mangues nas vizinhanças das mesmas.

Os locais foram propostos pela CDHU como uma vitrine da mudança de paradigma social em habitações no Brasil (Figura 24). Projeto de "Recuperação Sócio-Ambiental da Mata Atlântica da Serra do Mar - Parque Estadual Serra do Mar" na cidade de Cubatão está seguindo o novo padrão de habitação urbana e de habitação de interesse social no Estado de São Paulo, que inclui:

- Instalações de saúde;
- Instalações de educação e uma escola;
- Área verdes privadas e públicas (parceria com a Agência Estadual de Meio Ambiente SMA), e
- Ciclovias.

Por outro lado, o CBCS aceitou esse projeto devido à construção em etapas destes conjuntos habitacionais e à possibilidade de implantar um projeto piloto nesses locais.



Figura 22 – Plano diretor de alocação da CDHU nas planícies de Cubatão entre as rodovias Anchieta e Imigrantes (Bolsão 7 e Rubens Lara)

## Projeto

A seguir estão os detalhes da concepção do projeto da habitação selecionados para este estudo.

### Residencial Complexo Rubens Lara

O Residencial Complexo Rubens Lara está localizado entre o Jardim Casqueiro, bairro de classe média, e outro conjunto habitacional CDHU social construído na década de 1980.

Os novos imóveis devem ser entregue até o final de março de 2010 e no dia da visita, os edifícios estavam em diferentes estados de construção (Figura 25).

Abaixo, apresentam-se as características do desenho deste conjunto:

**Uso da terra e origem:** O Complexo Residencial Rubens Lara está localizada em um aterro sanitário já consolidado, iniciado em 1940 com material derivado da construção do túnel da rodovia Anchieta e, posteriormente, com resíduos de construção em geral, em um antigo mangue da região.

**Fundações:** fundações de construções em áreas de mangue de Cubatão exigem fundações profundas de concreto de até 115 m de profundidade (Figura 26).



Figura 26 – Construção dos pilares de concreto em dezembro de 2010



Figura 24 – Habitações antigas nas áreas de cotas e conjuntos habitacionais novo (planícies).



Figura 25 – Canteiro de obras no conjunto Rubens Lara em fevereiro de 2010

**Sistema de esgoto:** O projeto fará parte do programa “Onda Limpa”, da Sabesp, que vai ligar todas as unidades ao esgoto público e a uma estação de tratamento.

**Prédios e casas:** misto de várias tipologias de construção em estruturas de concreto e bloco de concreto ou tijolo (Figura 27). As estruturas de madeira e telhado de alumínio serão cobertas com telhas cerâmicas.

Todas as paredes terão revestimento cerâmico externo de 2x2 cm (de cores diferentes do cinza claro ao azul escuro), e revestimento interno com reboco e pintura. A maioria das unidades tem um terceiro quarto. As janelas com esquadrias de alumínio terão abertura de 50%, sem elementos de sombreamento sobre as janelas.

Além disso, alguns apartamentos poderão ter a ventilação cruzada prejudicada devido ao posicionamento em relação aos ventos predominantes em dias quentes, distâncias entre edifícios, geometria e vegetação urbana.

**Energia e Água:** Todas as unidades serão equipadas com medição individual de água e coletores solares de água quente.

Para este projeto, aumentou-se a altura entre os pavimentos a partir do antigo padrão de 2,40 m a 2,60 m. Esta decisão foi tomada para aumentar o conforto térmico e a qualidade, embora apenas indiretamente contribuiu para a economia.

**Construção de locais de reciclagem:** o canteiro de obra possui um pátio que separa os resíduos de concreto, madeira, papel, plástico e outros resíduos para reciclagem ou reuso (Figura 28).

**Empregados:** A empresa de construção assinou um compromisso de contratar, preferencialmente, trabalhadores locais. Devido a um déficit local de trabalhadores, foram trazidos pedreiros de São Paulo.

**Infra-estrutura:** Passeios serão feitos de resíduos de construção de concreto reciclados, as ruas serão asfaltadas, as linhas de fornecimento de energia serão subterrâneas na maior parte do conjunto e árvores urbanas serão plantadas.



Figura 28 – Recuperação de resíduos em fevereiro de 2010.



Figura 27 – Construção do conjunto Rubens Lara

## Bolsão 7 futura Vila Harmonia

O Bolsão 7 (Figura 29), também será alocado junto a outro conjunto habitacional da CDHU, construído na década de 1980. Além do complexo residencial, o comércio informal surge devido à necessidade dos moradores. Embora a distância de ônibus até o centro da cidade seja de uma distância de apenas 4 km, foi observado que o local é considerado marginal dado que não existem estabelecimentos comerciais próximos. Assim, a futura Vila Harmonia terá usos mistos, incluindo tipologias de edifícios de apartamento e comerciais.



Figura 29- Imagem aérea do Bolsão 7 (Fevereiro 2010)

## **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](http://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](mailto:unep.tie@unep.org)

[www.unep.fr/scp/sun](http://www.unep.fr/scp/sun)

[www.unep.org](http://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: [unepub@unep.org](mailto:unepub@unep.org)



*Este relatório é o primeiro 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.*

*Nestes países, e especialmente no Brasil, o setor de construções é uma parte central da economia. Com o atual crescimento populacional e urbanização, o setor tem que responder a uma crescente demanda por habitações, especialmente para a população de baixa renda. A importância numérica das habitações de interesse social explica o interesse em responder ao seu impacto sobre o meio ambiente.*

*Os desenvolvedores de habitação pública tem um papel singular para transformar e moldar o setor da construção no Brasil. Este relatório tem como objectivo fornecer uma análise do estado atual dos projetos de habitação de interesse social no Estado de São Paulo, Brasil, para identificar oportunidades para a introdução de soluções sustentáveis nestes projetos de construção.*

*A avaliação de políticas existentes, soluções disponíveis, e experiências já conduzidas permitiu descobrir barreiras para a introdução de ações de sustentabilidade em HIS. A consulta com instituições parceiras resultou em um pedido por uma análise mais elaborada das experiências passadas, que será apresentada no segundo relatório desta série, o "Relatório de Lições Aprendidas".*

DTI/XXXX/PA