



Habitação  
mais Sustentável

Documento

## Introdução e desenvolvimento do projeto



Projeto  
**Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**

Projeto Finep 2386/04

São Paulo  
2007

Documento 1

## **Introdução e desenvolvimento do projeto**



Imprima somente se for necessário.



Utilize papel reciclado.

Projeto

**Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**

Projeto Finep 2386/04

São Paulo

2007

Projeto  
**Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**  
Projeto Finep 2386/04

---

**Instituições executoras**



---

**Instituições parceiras**





### Coordenação

Prof. Dr. Vanderley M. John

---

### **POLI / USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

#### Pesquisadores

Prof. Dr. Alex K. Abiko  
Msc. Clarice Menezes Degani  
Prof. Dr. Francisco F. Cardoso  
Prof. Dr. Orestes M. Gonçalves  
Prof. Dr. Racine T. A. Prado  
Prof. Dr. Uiraci E. L. de Souza  
Prof. Dr. Vahan Agopyan  
Prof. Dr. Vanderley M. John

#### Bolsistas

Airton Meneses de Barros Filho  
Cristina Yukari Kawakita  
Daniel Pinho de Oliveira  
Davidson Figueiredo Deana  
José Antônio R. de Lima  
Msc. Vanessa M. Taborianski  
Viviane Miranda Araújo

---



### **UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas**

#### Pesquisadores

Prof. Dra. Marina S. O. Ilha  
Prof. Dra. Vanessa Gomes da Silva

#### Bolsistas

Erica Arizono  
Laís Ywashima  
Marcia Barreto Ibiapina

---



### **UFG – Universidade Federal de Goiás**

#### Pesquisadora

Prof. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

#### Bolsista

Ricardo Prado Abreu Reis

---



### **UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina**

#### Pesquisador

Prof. Dr. Roberto Lamberts

#### Bolsista

Msc. Maria Andrea Triana

---



### **UFU – Universidade Federal de Uberlândia**

#### Pesquisador

Prof. Dr. Laerte Bernardes Arruda

#### Bolsista

Gabriela Salum  
Larissa Oliveira Arantes

---

## Sumário

1. Justificativa .....	6
2. Objetivos .....	8
3. Metodologia do Projeto .....	8
Meta física 1 - Levantamento do estado da arte .....	9
Meta física 2 - Identificação de inovações tecnológicas .....	10
Meta física 3 - Identificação de alternativas de políticas .....	10
4. Resultados e discussões após conclusão da primeira etapa .....	10



## Introdução e desenvolvimento do projeto

O Projeto “**Tecnologias para a Construção Habitacional mais Sustentável**” está sendo desenvolvido a partir do convênio entre a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e a FUSP (Fundação da Universidade de São Paulo), resultante da Chamada Pública MCT/FVA – Habitare – 02 / 2004.

O Projeto conta também com o patrocínio do CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica), da CAIXA (Caixa Econômica Federal), e das seguintes empresas e associações de classe da indústria da construção: CEDIPLAC, Construtora Takaoka e Sinduscon Florianópolis.

Uma equipe multidisciplinar, envolvendo cinco universidades públicas brasileiras, é responsável pelo desenvolvimento deste Projeto. Tendo como foco os conjuntos habitacionais unifamiliares de interesse social, a primeira etapa das atividades divide a questão nos **seis temas seguintes: Água, Energia, Energia solar, Seleção de materiais, Consumo de materiais e Canteiro de obras.**

### 1. Justificativa

A questão ambiental é hoje uma das mais presentes nos temas de pesquisa em arquitetura e engenharia de construção de edifícios nas universidades. Adicionalmente, em função das suas conseqüências visíveis para a população e autoridades, esta questão também opera como uma forma de pressão econômica e social, tornando-se referência importante no direcionamento dos investimentos da indústria da construção civil.

O presente Projeto aborda diversos aspectos ambientais da construção habitacional, com o objetivo de contribuir para o projeto, execução, uso e manutenção de habitações mais sustentáveis. Sabe-se que o planeta se encontra em uma crise ambiental sem precedentes, na qual a participação dos edifícios é significativa. Avaliam-se efeitos globais, tais como as mudanças climáticas, o efeito estufa ou aquecimento global, a depleção da camada de ozônio, a perda de diversidade biológica, a diminuição das florestas, a chuva ácida, a poluição das águas, dos solos e do ar. Para agravar o problema, outro importante fator de degradação ambiental é o crescimento populacional e as taxas crescentes de urbanização. Quanto maior esta expansão, maior é a necessidade de habitações – no Brasil, o déficit chega a milhões de unidades; além de serem bastante significativos os processos decorrentes da favelização e da ocupação de áreas de mananciais, entre outros.

Abordando a preocupação ambiental relacionada à conservação e gestão da água, percebe-se sua importância em todo o planeta, não apenas em função de sua escassez em diversas regiões, mas também devido à má distribuição deste recurso natural. Embora o Brasil possua situação privilegiada em relação à sua disponibilidade, este recurso apresenta distribuição bastante heterogênea, havendo já há alguns anos uma crise de falta de água em grandes centros urbanos. Neste contexto, deve ser considerado no projeto, execução, uso e manutenção de habitações, o emprego de equipamentos economizadores de água, o aproveitamento de águas pluviais, o reuso de águas servidas e o controle de escoamento superficial. Tais medidas estão associadas ao destino do esgoto das habitações e, evidentemente, tais formas de conservação e de gestão da água devem ser consideradas à luz de características regionais, como a própria disponibilidade do recurso, condições climáticas, aspectos socioeconômicos e culturais.

Tão fundamental quanto a água para as sociedades modernas é a energia, recurso este tão escasso quanto mal utilizado nos edifícios. O país possui uma matriz energética amigável ambientalmente, em termos relativos, e sua população apresenta baixo consumo quando comparada com a de outros países. Porém, nas habitações de interesse social objeto da pesquisa, pode-se notar que o uso da energia, embora seja ainda muito baixo, possui grande potencial de crescer. Diante deste quadro, a deficiência dos projetos em termos de bioclimatologia, adicionada ao fato das residências fazerem pouco uso da ventilação natural, empregarem componentes inadequados e desconhecerem elementos arquitetônicos passivos, são fatores que acabam por tornar as habitações inadequadas ao clima tropical do país, sendo quentes no verão e frias no inverno. Do ponto de vista da iluminação, a ausência de técnicas de aproveitamento da luz natural apresenta resultados semelhantes.

Ainda considerando o uso da energia nas habitações do país, percebe-se uma fração de quase um terço do total produzido sendo empregado no aquecimento de água por meio de chuveiros elétricos – exigindo grandes investimentos em potência instalada em hidrelétricas e termelétricas para atender a esta finalidade. Em tais condições, o aproveitamento da energia solar, sob a forma de termoacumulação, surge como importante alternativa. Esta tecnologia teve um primeiro impulso com a crise do petróleo nos anos 70, e difundiu-se mais ainda com o “apagão” de 2001, apresentando hoje um desenvolvimento tecnológico avançado, com a presença de muitas empresas no mercado. O Brasil já conta com algumas iniciativas de implantação de aquecimento solar em habitações de interesse social, gerando uma economia na ordem de 30 % na conta de energia elétrica, além de proporcionarem maior conforto para o usuário em relação ao chuveiro elétrico comum. Apesar de recomendável a intensificação do uso de aquecedores solares de água nos conjuntos habitacionais, seu custo inicial é mais elevado tornando sua implantação mais fácil nas habitações de construção auto-gerida, destinadas à população de renda média e elevada.

Relevantes também neste contexto, os materiais representam um recurso de enorme importância na Construção Civil em virtude dos seguintes fatores: (1) os materiais têm alta representatividade no custo do produto final, muitas vezes superior a 50% do custo total (abordagem econômica); (2) as construções demandam grande montante de recursos naturais (abordagem ambiental); (3) a produção dos materiais gera um volume expressivo de empregos na cadeia produtiva como um todo (abordagem social); e ainda, (4) é por meio dos materiais que se desenvolve a infra-estrutura física necessária à população (abordagem social). Por estas razões, a seleção dos materiais e a gestão de seu consumo revestem-se de grande importância para a sustentabilidade na Construção. Nesta análise, são percebidas as influências relacionadas a cada uma das etapas do empreendimento: o projeto, a execução da obra, seu uso e sua manutenção.

E, especificamente, com relação ao consumo de materiais, considera-se sua fração teoricamente necessária adicionada à parcela associável à ineficiência no seu uso, a qual se denomina perda. Conhecer os valores das perdas e consumos vigentes na Construção, compreender as decisões tecnológicas potencialmente redutoras de consumos desnecessários e dominar as posturas de gestão que favoreçam a redução da demanda por materiais, constitui-se, portanto, em caminho obrigatório para o contínuo aprimoramento da Construção.

E, finalmente, a análise dos canteiros de obras revela a sua representatividade em termos de impactos causados no ambiente. É grande a importância dos resíduos gerados, por exemplo, tanto pelo volume que representam quanto pelos impactos que causam, principalmente ao serem levados para locais inadequados. O estudo da questão dos resíduos gerados nos canteiros de obras envolve a redução da sua produção, seu gerenciamento, sua reciclagem e reuso. Os canteiros também causam impactos significativos como incômodos (sonoros, visuais, etc.) e poluições (ao solo, à

água e ao ar), impactos ao local da obra (aos ecossistemas, erosões, assoreamentos, trânsito, etc.) e consumo de recursos (água e energia). Embora a dimensão ambiental seja fundamental, ela não é a única a ser considerada; do ponto de vista social e econômico, há diversos pontos a serem levados em conta (geração de emprego e renda, interferências na economia, modificação na estrutura imobiliária, alterações no setor terciário, alteração no cotidiano da comunidade, importação de doenças, etc.).

## 2. Objetivos

O objetivo fundamental do Projeto é desenvolver soluções, adequadas à realidade brasileira, para tornar a sua construção habitacional mais sustentável. O foco da pesquisa está nos conjuntos habitacionais unifamiliares de interesse social (empreendimentos para baixa e média renda), também procurando abranger, na medida do possível, a construção autogerida.

O Projeto aborda diversos aspectos ambientais da construção habitacional, com o objetivo de contribuir para o projeto, execução, uso e manutenção de habitações mais sustentáveis. O Projeto ainda pretende abranger todas as vertentes da sustentabilidade, dos aspectos ambientais aos sociais e econômicos.

## 3. Metodologia do Projeto

O Projeto envolve pesquisadores de cinco universidades (UFSC, UNICAMP, USP, UFG, UFU), localizadas em quatro estados brasileiros, além de três entidades (CEDIPLAC, Construtora Takaoka e Sinduscon Florianópolis).

O planejamento das atividades é feito em reuniões periódicas, envolvendo parte dos pesquisadores, e as atividades são desenvolvidas pelas equipes de trabalho constituídas. Para garantir efetiva comunicação, foram criadas uma lista de e-mail e uma homepage de acesso controlado, onde os membros das equipes trocam informações, disponibilizam documentos e inserem seus relatórios.

O projeto apresentado à FINEP, no seu todo, possui as seguintes **metas físicas**:

1. Levantamento do Estado da arte;
2. Identificação de inovações tecnológicas necessárias;
3. Identificação de alternativas de políticas públicas;
4. Desenvolvimento de metodologia de avaliação da sustentabilidade de habitações;
5. Manuais de projeto, execução, uso e manutenção de habitações mais sustentáveis; e
6. Manual simplificado para habitação mais sustentável autogerida.



Os itens a seguir relatam as atividades desenvolvidas para cada uma das três primeiras metas físicas do Projeto.

### **META FÍSICA 1 - Levantamento do Estado da arte**

Para o desenvolvimento desta primeira meta, a problemática foi dividida em seis temas: água, energia, energia solar, seleção de materiais, consumo de materiais e canteiro de obras. A equipe foi dividida em equipes menores, que se responsabilizaram por cada um dos temas, da seguinte maneira:

Água: USP, UNICAMP e UFG

Energia: UFSC

Energia Solar: USP e UFU

Seleção de materiais: USP

Consumo de materiais: USP

Canteiro de obras: USP

A partir da divisão dos temas e atribuição de responsabilidades, as equipes realizaram as respectivas pesquisas bibliográficas, com a redação dos textos que foram discutidos em reuniões posteriores. A princípio, bastou uma atualização, pois a bibliografia era bem conhecida da equipe de Professores pesquisadores. A equipe de bolsistas participou de toda esta atividade, o que lhe está preparando para a redação de artigos a serem publicados em eventos e em periódicos científicos.

Nas reuniões, foram discutidos o conteúdo e a formatação dos textos dos capítulos para o primeiro Relatório, representando cada um dos temas selecionados.

A metodologia utilizada para o levantamento do Estado da Arte envolveu busca bibliográfica com foco em artigos de periódicos e congressos. Foram acessadas as bases disponíveis no portal Periódicos CAPES, web ([www.scielo.com](http://www.scielo.com); [scholar.google.com](http://scholar.google.com), Infohab), série de conferências Sustainable Building e congressos brasileiros, como o ENTAC04 e os ENECS. Adicionalmente, foram analisadas sistematicamente as principais metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios, onde se deparou com certa heterogeneidade quanto à presença dos temas definidos e de critérios, sobre os quais as equipes vêm trabalhando. As metodologias consultadas foram as seguintes:

**BREEAM** – Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Metodologia inglesa.

**BRE Eco-Homes** – The environmental rating for homes. Metodologia derivada do BREEAM específica para habitações.

**LEED** – Leadership in Energy & Environmental Design. Metodologia norte-americana.

**LEED for Homes** - Metodologia derivada do LEED específica para habitações.

**CASBEE** – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency. Metodologia japonesa.

**NF Bâtiment Tertiaires – Démarche HQE Bureau et Enseignement.** Metodologia francesa.

**H&E** – Certification Habitat et Environnement. Metodologia francesa para empreendimentos habitacionais.

**Green Building Tool GBTool** – Metodologia desenvolvida pelo consórcio internacional iiSBE (International Initiative for Sustainable Built Environment).

### **META FÍSICA 2 - Identificação de inovações tecnológicas necessárias**

Durante o processo de análise dos requisitos e metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios existentes, foi realizada uma avaliação sistemática das carências nacionais em termos de tecnologia de produtos ou processos para implantar soluções sustentáveis. Isto torna possível comparar a "demanda" (necessidades das habitações de interesse social brasileiras) com a "oferta" (componentes e instrumentos de projeto e gestão disponíveis), identificando as deficiências nas quais a pesquisa tecnológica deve atuar. Também são verificadas as limitações da cadeia produtiva, avaliando assim a pertinência das inovações tecnológicas no contexto brasileiro, bem como identificando possíveis "falhas" quanto ao que há no mercado.

Esta segunda meta pretende abordar aspectos tecnológicos e gerenciais, além de percorrer as diversas etapas do processo de produção. E, como requisitos visados pela inovação, consideram-se a redução de custos com o aumento da sustentabilidade oferecida.

### **META FÍSICA 3 - Identificação de alternativas de políticas públicas**

Do mesmo modo que para a meta física 2, esta meta pretende identificar as necessidades de políticas públicas para incentivar a introdução de práticas mais sustentáveis. Isto inclui ações de natureza econômica (incentivos, taxas, financiamentos, etc.), legislação e programas setoriais.

## **4. Resultados e discussões após conclusão da primeira etapa**

A área de construção sustentável não se encontra consolidada internacionalmente, com exceção possível do tema eficiência energética.

Uma conclusão importante é que o foco internacional de construção sustentável está na dimensão ambiental da sustentabilidade. E neste aspecto, itens importantes da agenda brasileira, como combate ao desperdício e durabilidade, não são considerados.

Pouca atenção tem sido dada às dimensões social e econômica, essenciais em países como o Brasil, especialmente na área de habitação de interesse social. Estes aspectos vão requerer esforço adicional da equipe.

Os resultados do estado da arte mostram claramente que o tema é complexo e que a importação de soluções ou a generalização de soluções simplificadas em um país diversificado em termos de disponibilidade de matérias primas, culturas e climas não é adequada.

O desenvolvimento deste Projeto tem se revelado uma excelente oportunidade para a formação e consolidação de uma rede de pesquisadores, de diversas universidades brasileiras, voltada à investigação científica de um tema de grande preocupação, não apenas de seu próprio meio, mas também da população em geral e das autoridades, que é a sustentabilidade ambiental; incluindo todas suas decorrências em campos paralelos do conhecimento, tais como o social e o econômico.

A diversidade de formas de trabalho dos pesquisadores é uma grande fonte de experiências, permitindo o enriquecimento metodológico e cultural de toda a equipe. A variedade de temas eleitos para a pesquisa tem seu conteúdo debatido nas reuniões e em meio eletrônico, quando são notadas suas interfaces nas várias etapas do ciclo de vida das habitações. No entanto, os benefícios

profissionais, tanto para o aperfeiçoamento dos pesquisadores já formados, como para a motivação da jovem equipe de bolsistas, não são os únicos ganhos da realização deste Projeto.

No que se refere ao produto do Projeto, percebe-se que não é apenas uma forma de organização do conhecimento sobre a sustentabilidade dos edifícios habitacionais, mas também representa um avanço do conhecimento neste campo, na medida em que a pesquisa se desenvolve em um país com problemas ambientais graves, com uma população carente tanto de habitação como de educação ambiental - fato observado mesmo em camadas superiores, como por exemplo, a dos profissionais responsáveis pela cadeia produtiva da construção. Desta maneira, verifica-se a utilidade do Projeto no meio produtivo e sua capacidade de orientar as instituições promotoras da indústria de habitações.

E finalmente, apesar das dimensões amplas do Projeto, o seu desenvolvimento acontece em ritmo satisfatório, na avaliação da equipe, a qual está motivada para atingir os resultados dignos deste novo paradigma da pesquisa e indústria da construção habitacional, a sustentabilidade.

---