

## MORADIA E SUSTENTABILIDADE SÓCIO-AMBIENTAL

### Miguel Aloysio Sattler

Engenheiro civil e engenheiro agrônomo; PhD. pela Universidade de Sheffield, Inglaterra.  
Professor Associado, do Departamento de Engenharia Civil,  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
e-mail: masattler@gmail.com

### Introdução

Muito se tem falado ultimamente sobre sustentabilidade e construções sustentáveis. Mas **o que são** construções sustentáveis? Construções sustentáveis, em nosso entender, seriam aquelas que atendessem adequadamente às, assim denominadas, dimensões da sustentabilidade. Normalmente, tais dimensões ou aspectos de sustentabilidade são entendidos como aqueles associados a questões **econômicas, sociais e ambientais**. Mais recentemente, como menciona a *Agenda 21 para a Construção Sustentável*, este número de dimensões a serem atendidas foi ampliado e passou a incluir, também, aspectos **culturais** (identidade com a cultura ou anseios culturais de uma população), **políticos** (participação da população alvo nas decisões que lhe dizem respeito), entre outros. Dentro deste quadro cabe assinalar que não existem (ou se existirem, são muito raras) construções sustentáveis, construções que atendam a todos estes requisitos. Elas constituem metas a serem buscadas, gradativamente. O que se pode almejar construir são, então, construções **mais** sustentáveis, em cuja materialização se tente introduzir tais dimensões.

Poder-se-ia perguntar também: e **qual a necessidade** de se ter construções mais sustentáveis? A resposta é óbvia para quem tenha se dedicado, mesmo que minimamente, ao tema da habitação de interesse social no Brasil. No nosso caso, temos estado envolvidos com tema por mais de um quarto de século: inicialmente (1981 a 1997), na avaliação de desempenho de edificações habitacionais e na coordenação dos programas de pesquisa em Habitação e Construção Civil, da Fundação de Ciência e Tecnologia. Mais tarde (de 1988 em diante), em uma série de estudos realizados no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, além do envolvimento, por quase vinte anos, com a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. As conclusões (não apenas nossas, mas as expressas em inúmeros trabalhos de pesquisa) apontam para os seguintes fatos:

- A habitação (assim dita) popular raramente é projetada – praticamente o mesmo modelo de habitação é reproduzido de norte a sul do país. Isto vale tanto para a o projeto da casa em si, como da parte urbanística;
- E esse mau **produto** prioriza a **quantidade**, em detrimento de sua **qualidade** – a tônica tem sido a produção do maior número possível de unidades, ao menor custo possível;
- Em sua grande maioria, as unidades habitacionais são destinadas a unidades familiares, independentemente de sua composição - seja uma família composta por duas pessoas ou por 10 pessoas, ela recebe a mesma habitação;
- Raramente existe uma preocupação com os aspectos bioclimáticos (de adequação às condições climáticas do local), o oferecimento de conforto, a eficiência energética da edificação;

- Há uma preocupação crescente com a normatização de cada um dos componentes (tijolos, blocos, telhas, tubulações, componentes elétricos, hidrosanitários), mas a preocupação com os aspectos funcionais e o enfoque sistêmico/funcional da edificação ou empreendimento habitacional ainda é mínimo;
- Por outro lado, também é mínima a preocupação com o conteúdo energético dos materiais que compõem a edificação, com a sua toxicidade para homem (usuário da edificação, trabalhador envolvido na sua produção ou aplicação) ou emissões (sólidas, líquidas ou gasosas) para o ambiente;
- Assim, também, as licitações de empreendimentos habitacionais raramente explicitam preocupação com a origem dos materiais (distância de transporte), ou com a escolha de materiais produzidos na própria região, para benefício das indústrias e mão-de-obra locais.

### **Atividades do NORIE na área de moradias mais sustentáveis**

Diante desses aspectos não surpreende vermos conjuntos habitacionais, financiados com recursos da sociedade, que rapidamente se transformam em favelas. Como mudar esta realidade? Como transformá-los em empreendimentos **mais sustentáveis**?

Buscando responder a tais questões, o NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, braço do PPGEC que se dedica à área de Construção, vêm desenvolvendo pesquisas (Sattler, 2007), desde o início desta década, que resultaram em propostas para conjuntos habitacionais e habitações voltadas a populações de baixa renda, que promovessem avanços no atendimento, principalmente, de duas dimensões de sustentabilidade: a ambiental e a econômica. Também houve preocupação com as dimensões sociais e culturais, mas não poderíamos dizer que houve um envolvimento maior das populações alvo na discussão do projeto. No caso da **habitação mais sustentável**, por exemplo, um projeto foi desenvolvido por mais de trinta profissionais, de diferentes áreas (arquitetos, engenheiros civis e agrônomos), enquanto alunos do NORIE, onde se procurou projetar e construir um protótipo, que promovesse o máximo avanço possível nas diferentes dimensões de sustentabilidade, mas que somente **depois** fosse avaliado pela população a que se destinava.

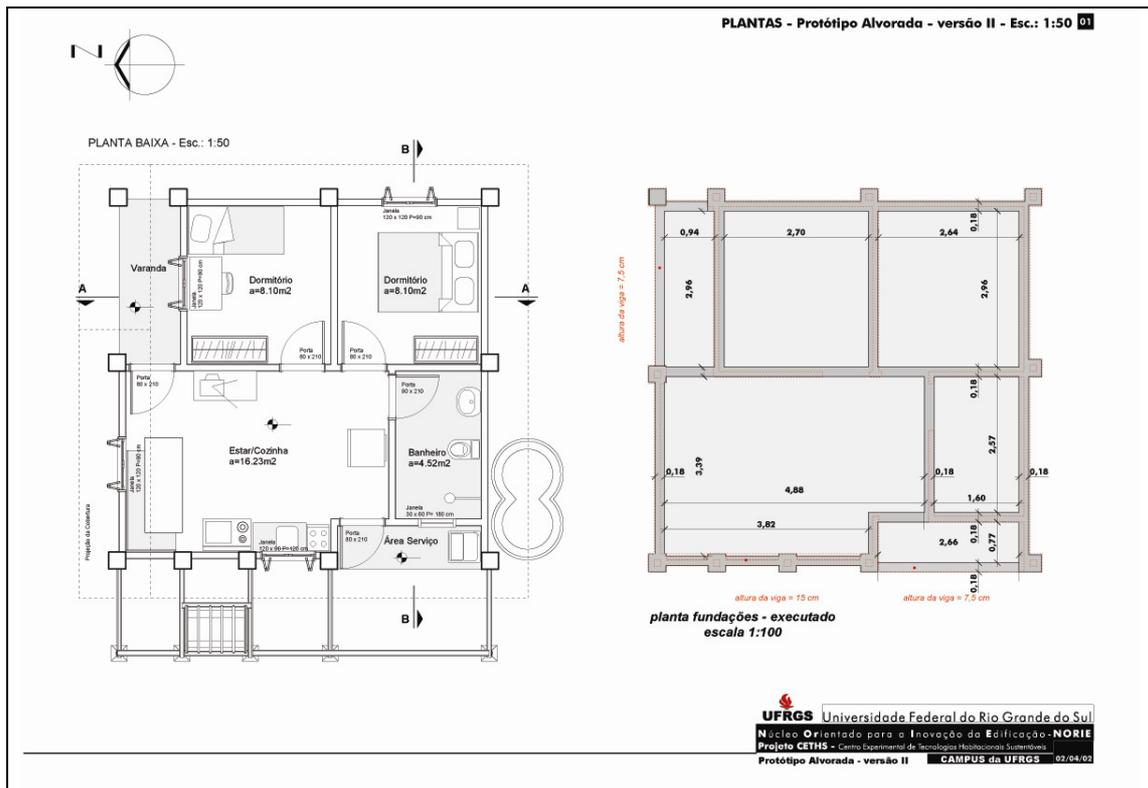


**Figura 1. Fachada principal (Norte) do Protótipo Casa Alvorada.**

O modelo do Protótipo Casa Alvorada também foi inserido em um estudo maior, o projeto CETHS – Centro de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis, apoiado pelo Programa Habitare, da FINEP, no qual oito habitações foram construídas, ocupadas e posteriormente submetidas a três avaliações pós-ocupação, quanto ao alcance dos diversos aspectos priorizados na etapa de projeto, tais como: conforto ambiental e funcionalidade da edificação. O objetivo das avaliações foi de verificar a satisfação dos usuários depois de um, de três e de cinco anos de ocupação.

### **O protótipo Casa Alvorada**

A concepção arquitetônica do Protótipo Casa Alvorada foi determinada a partir de diretrizes gerais relacionadas a projetos sustentáveis e de requisitos típicos do programa de necessidades para uma família pequena, o que incluiu: dois dormitórios, sala e cozinha conjugadas, banheiro, área de serviço e uma área de acesso coberta por pérgula. Em resposta aos condicionantes, gerou-se uma habitação de planta aproximadamente quadrada (figura 2), com reentrâncias nos espaços correspondentes à área de serviço e à entrada. A área construída resultante corresponde a 50,5m<sup>2</sup>, sendo que o projeto buscou priorizar os aspectos abaixo destacados.

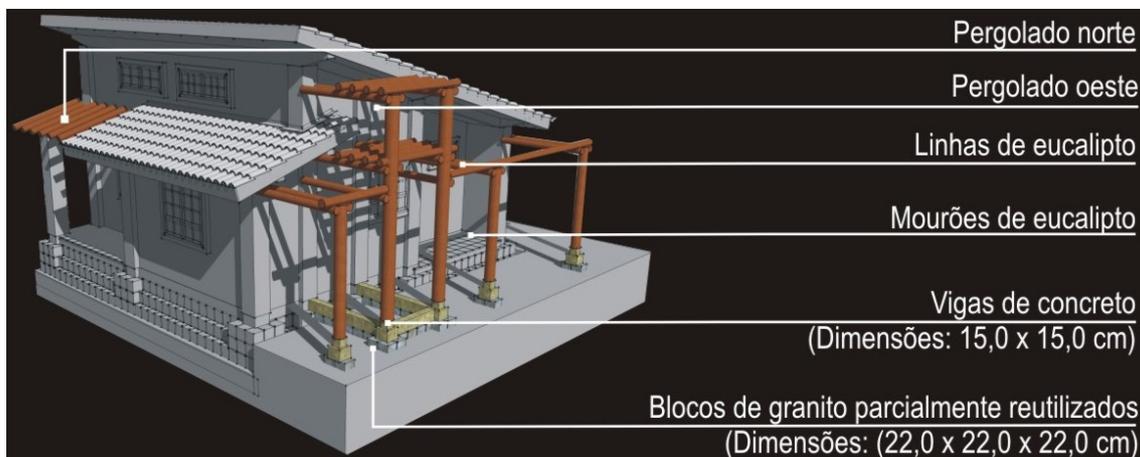


### ***Acessibilidade universal***

Todos os espaços de passagem, assim como o banheiro, foram projetados com espaçamentos adequados para a movimentação independente de idosos e deficientes físicos.

### ***Adequação climática***

Os espaços de maior permanência foram voltados para Norte e Leste, por serem as orientações solares mais adequadas para a cidade de Porto Alegre. Aqueles orientados para Norte apresentam um pé-direito variável e, na parte mais alta, foram posicionadas janelas com o intuito de promover a iluminação natural e a ventilação convectiva. Esta diferença de altura é determinada pela inclinação da cobertura, que é constituída de duas águas e, predominantemente, voltada para sul, como artifício para a redução da intensidade de incidência solar.



### **Figura 3. Pérgulas no Protótipo Casa Alvorada.**

A Oeste da habitação foi implantada uma pérgulas (Figura 3), com o objetivo de dotar esta fachada, que é a mais preocupante quanto à incidência de radiação solar, de sombreamento durante o verão. Através da inserção de vegetação caducifólia, esse sombreamento é obtido sem comprometimento à incidência solar durante o inverno, visto que, no Rio Grande do Sul, ganhos térmicos são desejáveis durante esse período. Na área de acesso, ao norte, foi adotada a mesma alternativa de sombreamento com pérgula e com vegetação caducifólia, gerando um espaço aberto, que propicia o seu uso nas diversas estações do ano.

#### ***Águas***

Dois sistemas foram projetados. O primeiro, para captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis. A água coletada do telhado é destinada a um reservatório específico, para uso na descarga do vaso sanitário.

O segundo corresponde a um sistema local, modular, de tratamento das águas residuárias. É um sistema simplificado, que utiliza materiais comuns, requer pouquíssima manutenção e não necessita de energia externa para o seu funcionamento. Os resultados decorrentes de sua aplicação a vários projetos demonstram que este sistema apresenta potencial para aprimorar aos sistemas convencionais, particularmente em empreendimentos habitacionais de interesse social, que normalmente adotam soluções de "fim de tubo".

#### ***Energia***

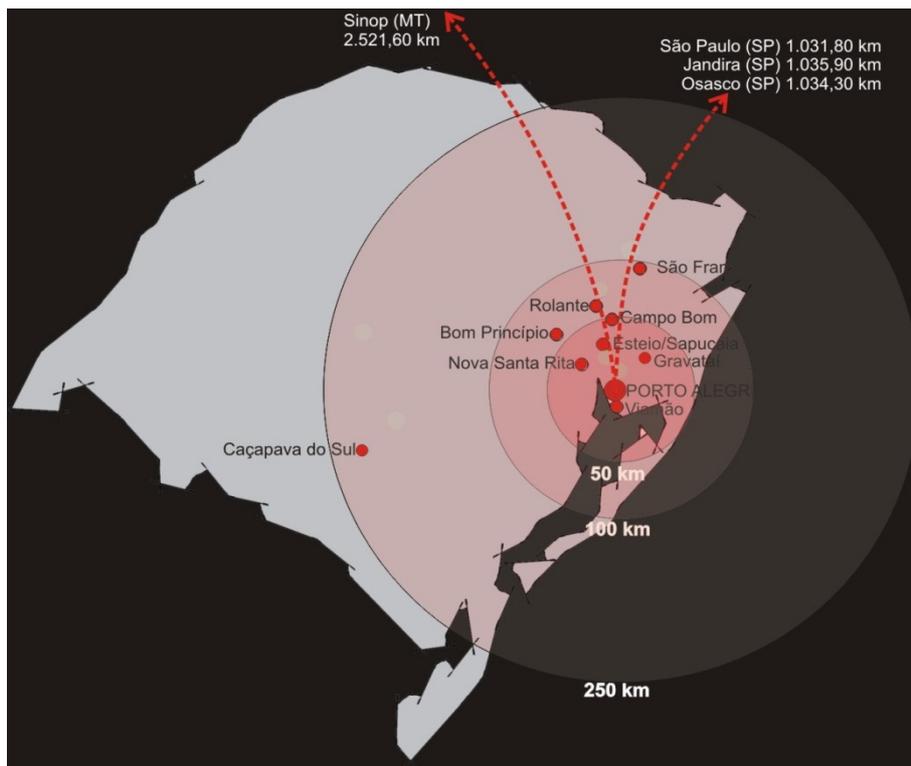
Foi prevista, também, a instalação de um coletor solar experimental, de baixo custo, para aquecimento de água. O objetivo principal foi o uso de energia solar - abundante e limpa - para substituir e/ou amenizar o consumo de energia elétrica em duchas elétricas.

Para complementar o aquecimento de água no inverno e para proporcionar um melhor condicionamento dos ambientes nesse período de frio, projetou-se, também, um aquecedor que possa utilizar a biomassa produzida no (ou próxima a) empreendimento habitacional, como fonte energética. Trata-se de um "equipamento" compacto e de simples construção, onde se buscou aproveitar ao máximo o calor gerado. Para tanto, foram agregadas a ele três funções: (1) a de lareira, aquecendo o ambiente interno nos dias frios, (2) a de aquecedor de água para banho, através da implementação de uma serpentina conectada a um reservatório de água secundário, (3) além das funções de forno e de fogão.

#### ***Materiais***

Um dos requisitos fundamentais considerados na especificação dos materiais de construção foi o da preservação da saúde dos usuários da habitação e dos trabalhadores envolvidos na sua produção. Uma análise criteriosa da composição e dos processos produtivos dos materiais embasou tal seleção. Não foram utilizados tintas, vernizes, revestimentos, materiais ou produtos que contivessem compostos orgânicos voláteis (VOCs), fibras que apresentassem riscos à saúde, tais como o amianto, ou metais pesados. Esses materiais e substâncias são, usualmente, os principais poluentes dos espaços internos.

Outra grande atenção foi dada à identificação da origem dos materiais, já que o transporte implica no consumo de energia fóssil, gerando gases de efeito estufa e outros. Adicionalmente, a especificação de materiais da região também contribui para o desenvolvimento das indústrias locais, contribuindo para a dimensão econômica da sustentabilidade. Assim, 90% dos materiais empregados no protótipo, em massa, são produzidos a uma distância máxima de 100 km do local de construção e apenas 1,2% são oriundos de fora do estado do Rio Grande do Sul (figura 3).



**Figura 3. Origem dos materiais utilizados na construção do protótipo.**

A reutilização de materiais foi outra estratégia adotada para a redução de impactos ambientais. Uma construção abandonada, existente no terreno, forneceu pedras de granito para as fundações; chapas de *off-set*, normalmente constituindo resíduos de gráficas, foram utilizadas no isolamento térmico da cobertura. Formas de madeira, depois de utilizadas na concretagem das vigas de concreto, foram reutilizadas como vigotas na cobertura. O benefício adicional dessa estratégia resultou em uma economia de mais de 4,0% do custo total de materiais.

### **A construção + sustentável**

A construção mais sustentável, segundo a *Agenda 21 para Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento*, respeita a cultura construtiva local, busca capacitar a mão-de-obra e investir em qualificação do corpo técnico. Dessa forma, estimula a confiança em soluções e tradições locais, que proporcionam independência tecnológica em relação a países desenvolvidos e impele a criação e aprimoramento de tecnologias próprias, estimulando a economia regional e consolidando a identidade cultural.



**Figura 4. Estudantes do NORIE, participando das fases iniciais da construção.**

As atividades de construção do Protótipo Casa Alvorada envolveram 15 profissionais-estudantes (figura 4), desenvolvendo a coordenação, o planejamento e, no mínimo, um turno de trabalho

semanal junto ao canteiro de obras. Assim, verificar-se-ia a aptidão da proposta construtiva para a auto-construção, mesmo que prescindindo de mão-de-obra qualificada, que foi uma das diretrizes norteadoras de seu projeto. O processo foi iniciado com a realização de um curso preparatório, ministrado a todos os participantes engenheiros, arquitetos e agrônomos, com o objetivo de capacitá-los, proporcionando a todos uma visão holística e sistêmica. Entre os temas abordados foram incluídos: a inclusão de propostas sustentáveis em todas as atividades; elaboração de cronogramas físico-financeiros, planejamento e execução da obra, organização do canteiro de trabalho e segurança dos trabalhadores.

Dada a dificuldade de coordenação das atividades acadêmicas dos envolvidos, com aquelas de construção, somadas a uma série de circunstâncias que retardaram o início das obras, foi posteriormente contratado um pedreiro para acelerar as atividades de execução, mas ainda contando com a participação dos estudantes. Os trabalhos executados apresentaram grande qualidade de acabamento e foram obtidos **indicadores médios** de perdas de materiais expressivamente pequenas, tomando-se como valores de referências os resultados obtidos pelas pesquisas em canteiros de obras nacionais. Houve grande preocupação do grupo participante quanto à minimização de resíduos gerados e de consumo de recursos naturais excedentes. Como resultado, o consumo, em massa, excedeu em apenas 7,0% à quantidade de materiais útil estimada.

Onde identificada a possibilidade, práticas de reaproveitamento de materiais foram empregadas. Além das reutilizações já mencionadas, o pequeno volume de calça resultante da construção da edificação foi empregado na construção do leito de evapotranspiração, do sistema de tratamento de esgotos, e na conformação do paisagismo local, de forma que, ao final do processo, nenhum resíduo precisou ser transportado para fora do canteiro de obras.

#### **Referência:**

SATTLER, M. A.. **Habitacões de baixo custo mais sustentáveis: a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis**. Coleção Habitare, v. 8. 488 p. Porto Alegre, ANTAC, 2007. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/>>.