

Coleção HABITARE / FINEP

HABITAÇÕES DE BAIXO CUSTO MAIS SUSTENTÁVEIS:

a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias
Habitaçãois Sustentáveis

Miguel Aloysio Sattler

Porto Alegre
2007



© 2007, Coleção HABITARE

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar - Centro
CEP 90035-190 - Porto Alegre - RS
Telefone (51) 3308-4084 - Fax (51) 3308-4054
<http://www.antac.org.br/>

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Presidente

Luis Manuel Rebelo Fernandes

Diretoria de Inovação

Eduardo Moreira da Costa

Diretoria de Administração e Finanças

Fernando de Nielander Ribeiro

Diretoria de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Eugenius Kaszkurewicz

Área de Tecnologias para o Desenvolvimento Social - ATDS

Marco Augusto Salles Teles

Grupo Coordenador Programa HABITARE

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Caixa Econômica Federal - CAIXA

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT

Ministério das Cidades

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE
Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas - COBRACON/ABNT

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR

Apoio Financeiro

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Caixa Econômica Federal - CAIXA

Apoio institucional

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Editores da Coleção HABITARE

Roberto Lamberts - UFSC

Carlos Sartor - FINEP

Equipe Programa HABITARE

Ana Maria de Souza

Angela Mazzini Silva

Autor da Coleção

Miguel Aloysio Sattler

Texto da capa

Arley Reis

Revisão

Giovanni Secco

Projeto gráfico

Regina Álvares

Editoração eletrônica

Amanda Vivian

Imagem da capa

Houses at Auvers (1890)

Vincent van Gogh

Acervo do Museum of Fine Arts, Boston

Imagem disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br>

Fotolitos, impressão e distribuição

COAN - Indústria Gráfica

www.coan.com.br

Catálogo na Publicação (CIP).

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC).

S253h Sattler, Miguel Aloysio
Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis/ Miguel Aloysio Sattler.
— Porto Alegre : ANTAC, 2007. — (Coleção Habitare, 8)

488 p.
ISBN 978-85-89478-22-9

1. Habitação de interesse social 2. Sustentabilidade.
I. Sattler, Miguel Aloysio II. Série

CDU: 728.222

ESTE LIVRO É DE DISTRIBUIÇÃO GRATUITA.

Sumário

Apresentação	6
Introdução	10
Capítulo 1 - O CONTEXTO	
O NORIE e sua linha de pesquisas em edificações e comunidades sustentáveis	13
1.1 Introdução	13
1.2 Atividades de Ensino	14
1.3 Pesquisa	16
1.4 Extensão	18
Capítulo 2 - O NORTE	
Princípios norteadores das atividades desenvolvidas pela LECS	21
2.1 O Conceito de sustentabilidade	21
2.2 Sobre o caráter holístico, sistêmico e de interdisciplinaridade orientando as atividades da LECS	24
2.3 O usuário: o fim último de nossos projetos	26
2.4 O fator local: o respeito ao espírito do lugar	28
2.5 Projetando com os quatro elementos: terra, água, ar e fogo	31
2.6 Projetando arquitetura como a expressão de todas as artes	34
2.7 A ótica, a ética e a estética da sustentabilidade	35
2.8 Permacultura	36
2.9 Estratégias específicas	38
2.10 Síntese das recomendações para projetos mais sustentáveis	51
Capítulo 3 - A INSPIRAÇÃO POR PROJETOS MAIS SUSTENTÁVEIS	
3.1 Antecedentes internacionais	55
3.2 Antecedentes no Brasil	56
3.3 Considerações finais	59

Capítulo 4 - AS PRIMEIRAS ATIVIDADES	
O Concurso Internacional de Idéias	61
4.1 Introdução	61
4.2 Trabalhos premiados	62
Capítulo 5 - O PROJETO ALVORADA	73
5.1 Antecedentes e princípios	73
5.2 O tratamento do lote e seu projeto paisagístico	77
5.3 O projeto da unidade habitacional	89
5.4 A busca por padrões otimizados de conforto ambiental e eficiência energética	97
5.5 Equipamentos de suporte à otimização do desempenho das edificações e da gestão de recursos e resíduos	102
Apêndices	126
Capítulo 6 - PESQUISAS PARALELAS	
O projeto Cerâmica Vermelha	135
6.1 Introdução	135
6.2 Caracterização do setor e impactos gerados	137
6.3 Conclusões	146
Capítulo 7 – A PRIMEIRA EXPERIÊNCIA CONSTRUTIVA	
O Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis	149
7.1O projeto do CETHS	149
7.2 A Casa Verena	188
7.3 A construção do CETHS	201
7.4 Investigações das necessidades dos usuários na fase de projeto e avaliação pós-ocupação do CETHS	208
Capítulo 8 - A AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA	239
8.1 O protótipo da Casa Alvorada: o projeto	239
8.2 O protótipo da Casa Alvorada: avaliação do projeto	261

8.3 O protótipo da Casa Alvorada: a construção _____	285
8.4 O protótipo da Casa Alvorada: medições e avaliações in loco do protótipo _____	308
8.5 Esquadrias em madeira _____	393
8.6 Captação de água de chuva _____	445
Conclusão _____	469
Referências bibliográficas _____	473

Apresentação

Quando fomos convidados pela Editoria do Programa HABITARE a relatar nossas experiências a respeito de construções e projetos mais sustentáveis desenvolvidos no Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação (NORIE) a partir do final da década dos anos 1990, propusemo-nos a traduzi-los em dois livros, publicados consecutivamente, que ilustrassem nossos passos iniciais na área, ensaiados graças aos apoios financeiros da FINEP e da CAIXA: **o primeiro livro**, associado ao projeto do Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis (CETHS); e **o segundo**, sobre o projeto e a construção do Protótipo Casa Alvorada.

À medida que tentávamos aprofundar a descrição de um ou de outro projeto, mais e mais nos dávamos conta de que um não poderia ser separado do outro. Ambos tiveram origem em 1997, demandados por instituições diferentes (FINEP/CAIXA e Prefeitura do Município de Alvorada), mas tiveram suas linhas de desenvolvimento cruzadas, por diversas vezes, tornando muito difícil referir um sem referir o outro.

Ademais, julgamos essencial colocar a proposta para o CETHS dentro do contexto histórico que o inspirou. Assim, seria indispensável, para o bom entendimento dos fins almejados pelos projetos, descrever sucintamente um trabalho científico apresentado por dois dos pioneiros internacionais da arquitetura sustentável, Declan e Margrit Kennedy. Esse trabalho havia sido apresentado em um evento de âmbito latino-americano sobre habitações de interesse social, realizado no IPT, em São Paulo, em 1981. O projeto deveria ter sido implementado no Brasil, na cidade de Caçapava, SP, mas, tanto quanto se sabe, ele não resultou materializado. Tão importante quanto o referencial anterior foram o evento e os resultados de um Concurso Internacional de Idéias de Habitações Auto-Sustentáveis para Populações Carentes, que organizaríamos na cidade de Canela, RS, 14 anos mais tarde. Por essa razão os resultados desse Concurso são também apresentados.

Por outro lado, enquanto, para o desenvolvimento dos projetos, bastava-nos dispor dos recursos viabilizados pelos órgãos financiados e do esforço dos alunos de pós-graduação do NORIE, interessados no tema de sustentabilidade, para a sua **materialização** foi essencial contar com os recursos da FAPERGS e da contrapartida de recursos do Sindicato das Olarias e Indústrias Cerâmicas do Rio Grande do Sul (SIOCERGS/RS), que foram direcionados ao projeto *Gestão Ambiental das Indústrias*

Oleiras e de Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Sul, iniciado em 2000. Foi a contrapartida do SIOCERGS, assim, que tornou possível a construção das oito casas do CETHS, em Nova Hartz, e do Protótipo Casa Alvorada, no *campus* da UFRGS. Além de possibilitar a construção, o projeto nos permitiu aprofundar o conhecimento sobre os impactos dos materiais cerâmicos que estavam sendo utilizados nas construções executadas.

O projeto do CETHS somente foi implementado parcialmente pela municipalidade à qual se destinava, resultando na construção de oito casas, segundo duas tipologias, e sem qualquer implementação da infra-estrutura que havia sido prevista. Quanto ao protótipo Casa Alvorada, construído no *campus* da UFRGS, ainda em 2007 não estava totalmente concluído. Mesmo assim, vários trabalhos de pesquisa e avaliações foram realizados tendo ambos como objeto. As casas do CETHS assim como seus usuários foram submetidos a duas avaliações pós-ocupação, e diversas medições foram realizadas no local, dentro dos estudos de uma dissertação de mestrado, com o intuito de avaliar o potencial da área para a implantação de um sistema de aproveitamento de energia eólica (que veio a se mostrar inviável, ante as baixas velocidades dos ventos locais). Foram realizadas entrevistas com os moradores das habitações construídas após 6 meses e 30 meses de ocupação. O protótipo Casa Alvorada, por sua vez, foi objeto de seis dissertações de mestrado desenvolvidas por alunos do NORIE, uma das quais gerou dados para uma tese de doutorado, além de vários trabalhos desenvolvidos por alunos de mestrado. Algumas dessas avaliações e dissertações são apresentadas de forma sintética neste livro.

Mesmo que apenas parcialmente implantados, ambos os projetos, do CETHS e do Protótipo Casa Alvorada, foram e continuam a ser amplamente divulgados pela mídia, com sucessivas matérias em jornais, entrevistas em rádios, assim como gravações realizadas por diversas redes de televisão. A cada ano, novos contingentes de visitantes têm sido recebidos, tanto de alunos da UFRGS, de diferentes áreas, como de outras universidades e de grupos de profissionais, do Brasil e do exterior - em 2006, recebemos uma comitiva de 18 profissionais do Peru, que lá estavam se capacitando na área de construções sustentáveis.

Como são raras as referências sobre projetos habitacionais mais sustentáveis em língua portuguesa, sendo ainda mais limitadas aquelas associadas ao tema de habitações de interesse social, este livro buscou, além de fornecer detalhes relativos aos projetos e construções associados ao CETHS e às diversas versões da edificação habitacional mais sustentável, enriquecer a literatura com a descrição dos resultados obtidos, decorrentes dessas atividades. Dessa maneira, são agregados os resultados

descritos em um conjunto de dissertações de mestrado, trabalhos científicos publicados em anais de congressos e em revistas, assim como em trabalhos finais de disciplinas ministradas no NORIE.

Finalmente, gostaríamos de assinalar que este livro só se tornou possível graças aos esforços desenvolvidos por um grande número de alunos de pós-graduação, assim como de diversos bolsistas, seja em suas dissertações de mestrado ou teses de doutorado, seja em trabalhos associados às diversas disciplinas ministradas no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS, desde 1997. Particularmente, gostaríamos de destacar os trabalhos de meus orientandos de mestrado, de cujas dissertações extraí farto e rico material para a elaboração do Capítulo 6, versando sobre os impactos ambientais da indústria cerâmica no Rio Grande do Sul (Constance Manfredini), e do Capítulo 8, no referente a detalhes construtivos e avaliação do protótipo Casa Alvorada (Luiz Ercole, com sua proposta para o tratamento local de águas residuárias domiciliares; Alessandro Morello, no monitoramento do desempenho térmico; Alexandre Guella Fernandes, que realizou uma aprofundada análise das esquadrias de eucalipto empregadas; e Eugenia Aumond Kuhn, que analisou detalhadamente os seus impactos ambientais e custos de construção). Cabe destacar também os diversos trabalhos realizados por minha orientanda de mestrado e doutorado, Giane de Campos Grigoletti, assim como os de Rafael Mano, com sua avaliação sobre o potencial de aproveitamento das águas de chuva do protótipo, além de sua entusiasmada contribuição para a implementação do protótipo Casa Alvorada e das edificações do Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis, em Nova Hartz. Tais trabalhos se somam a muitos outros, tratando de projetos, construções e avaliações, vários sendo referidos neste livro. No entanto, referidos ou não, todos contribuíram para a sua produção, e a esses alunos ou bolsistas, todos, agradecemos profundamente. Por serem muitos e para evitar a injustiça de esquecer alguns deles, nós não os nominamos individualmente.

Além disso, a realização dos trabalhos só se tornou possível com o apoio e a contribuição de diversas instituições, a quem gostaríamos de agradecer particularmente:

· à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e à Caixa Econômica Federal (CAIXA), pelos recursos concedidos para o desenvolvimento de diversas atividades, especialmente dos Projetos de Pesquisa, no âmbito do Programa HABITARE, e por apoiarem uma linha de pesquisas em **sustentabilidade das construções**, bem antes de a mídia brasileira colocar o tema da sustentabilidade em sua pauta diária;

- à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio ao projeto de caracterização dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no RS, e ao CNPq, pelas bolsas concedidas a estudantes, para o desenvolvimento deste mesmo projeto;
- ao CNPq, CAPES, FAPERGS, FINEP e CAIXA, pelo apoio à realização de diversos eventos promovidos pela ANTAC e organizados pelo seu Grupo de Trabalho em Desenvolvimento Sustentável, o que possibilitou a divulgação de muitos dos trabalhos realizados pela Linha de Pesquisas em Edificações e Comunidades Sustentáveis, do NORIE, assim como a sinergia com outros grupos e profissionais, e com isso o estímulo mútuo e crescimento conjunto;
- ao CNPq, CAPES e FAPERGS, pelos diversos auxílios que permitiram a participação do autor em eventos no exterior, assim o nutrindo para melhor inspirar àqueles que não contaram com tal privilégio;
- ao CNPq, pelo auxílio que possibilitou a aquisição de equipamentos para o monitoramento do desempenho térmico, acústico e lumínico do protótipo Casa Alvorada;
- ao Sindicato das Olarias e Indústrias Cerâmicas do Rio Grande do Sul (SIOCERGS/RS), pelo apoio ao projeto desenvolvido em parceria com a FAPERGS, e pela contrapartida ao projeto, em materiais cerâmicos (tijolos e telhas), que possibilitou a construção das diversas edificações habitacionais **mais sustentáveis**;
- às Prefeituras dos municípios de Alvorada e Nova Hartz, pelo apoio aos projetos desenvolvidos em seus municípios;
- ao Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC) da UFRGS, pela cessão do espaço físico onde foi construído o protótipo Casa Alvorada, no campus da UFRGS, e, particularmente, ao Prof. Arno Krenzinger, chefe do Laboratório de Energia Solar, por sua paciência diante dos transtornos causados pelas atividades de construção, vizinha ao seu laboratório, e pelo apoio sempre manifestado; e
- ao Sr. Nelson Ely, que no início do projeto apoiado pela FAPERGS e pelo SIOCERGS presidia esta última entidade e que muito apoiou o desenvolvimento do projeto em seus estágios iniciais, fazendo, inclusive, contribuições pessoais e doando os materiais cerâmicos utilizados para a execução dos pisos e revestimentos do banheiro do protótipo Casa Alvorada.

Uma das razões determinantes para as crises (não só ambiental, mas ética, de falta de princípios) por que hoje passa a humanidade é a fragmentação de todos os elementos essenciais à vida, física e espiritual, e, ao mesmo tempo, da pouca dedicação em reintegrá-los. No afã de buscar conhecer os detalhes, as mínimas coisas, ou, *in extremis*, o tudo sobre o nada, nós os fragmentamos mais e mais, até além do nível subatômico. O universo é fragmentado em bilhões de nebulosas. Cada uma, por sua vez, é fragmentada em bilhões de estrelas, e sobre elas buscamos saber a sua exata composição. O planeta é dividido em países ricos e pobres, desenvolvidos e em desenvolvimento, exploradores e explorados, todos competindo entre si. O mesmo acontece com as diversas instâncias de unidades políticas territoriais, até chegar à família e ao próprio homem. Este é dissecado por inúmeros especialistas, cada um, normalmente, buscando ver pouco além daquelas questões não diretamente associadas à sua própria especialidade. Nas universidades, o conhecimento é também fragmentado entre os inúmeros departamentos, cada um tratando, quase que exclusivamente, de suas próprias especificidades, com poucas trocas entre si e quase nenhuma cooperação interdepartamental, e até mesmo intradepartamental. Os alunos são educados, têm o seu conhecimento conformado dentro desse mesmo modelo, somando disciplinas em seus currículos, em um ambiente onde raramente se observam uma integração de esforços, um caráter interdisciplinar ou uma ambição transdisciplinar. Uma vez profissionais, irão reproduzir esse modelo em suas empresas, nos órgãos públicos ou privados onde irão trabalhar. Aos arquitetos, engenheiros, gestores públicos, enfim, a todos e a cada um dos atores da vida pergunta-se: que planeta, que país, que cidade, que bairro, que edificação, que indivíduos irão gerar como resultado dessa formação e, conseqüentemente, dessa visão de mundo? Certamente, as respostas não estão nem no infinitamente grande, nem no infinitamente pequeno, isoladamente. Mas, talvez, estejam em ambos, simultaneamente, assim como nos processos que os unem e na visão sistêmica de suas partes e funções. Talvez, após um longo período de análise, seja o momento de o homem, novamente, aprofundar a busca da síntese.

Por outro lado, vivemos em um planeta essencialmente competitivo, onde a cooperação é a exceção. Alguns poderão alegar que isso não é um privilégio da humanidade, da espécie humana, já que todas as espécies vivas se encontram em permanente competição: as plantas competindo por

água, energia, nutrientes; os animais procedendo de forma análoga. No entanto, toda essa competição está inserida e é orientada por uma grande harmonia planetária ou cósmica, não autodestrutiva. Não será também o momento de buscarmos uma cooperação construtiva, em torno de princípios éticos, e assim definirmos uma nova estética para a nossa pequena, privilegiada, incrivelmente bela e única (até onde possamos hoje adivinhar) astronave Terra?

Humildemente, temos a pretensão da busca de uma alternativa, unindo-nos a muitos outros profissionais e pensadores, infelizmente ainda uma minoria, buscando conduzir, segundo essa linha, as nossas ações no campo da arquitetura e da construção. Dividindo, sim, mas para unir novamente. Na própria divisão, sendo cautelosos, para não perder de vista o todo. Desse modo, buscamos orientar as nossas construções e projetos, alinhando-os de acordo com os quatro elementos, que tanta sabedoria ancestral e até transcendental encerram. Mas, ao mesmo tempo, buscamos, por exemplo, a unidade na arquitetura, encerrando dentro de si, como veículo para a sua expressão, todas as artes. Ao buscarmos contemplar o homem como fim último de nossas ações, buscamos também identificá-lo no todo de suas necessidades: do coração e da mente, do corpo e dos sentidos, ousando, também, interpretar e buscar uma resposta às suas necessidades espirituais.

Reconhecemos que o momento é de ansiedade. Tanto quanto se saiba, convivemos, ao mesmo tempo, com o apogeu do conhecimento, mas irresponsável e perigosamente nos aproximando do ocaso da atual humanidade. O planeta se aproxima do limite de sua capacidade de suporte, com a população humana crescendo, e a das demais espécies diminuindo, quase que na mesma razão. Os sistemas de suporte de vida - ar, água, solo e energia - estão gravemente ameaçados, colocando em risco a oportunidade a nossos descendentes de desfrutar das maravilhas da vida e do planeta. Contaminamos o ar, a água, a terra (e com isso os alimentos) que nos são essenciais, e destruímos a barreira protetora da atmosfera, que nos protegia do fogo do sol. Felizmente, convivemos com um momento único da história humana no que concerne à potencial acessibilidade à informação (embora muito continue a nos ser sonogado, por interesses vários). Esperamos poder ser suficientemente sábios, no tempo que nos parece restar, para fazer com que tal conhecimento sensibilize os nossos corações, para que tenhamos alguma chance de oportunizar aos nossos descendentes um veículo (um corpo sadio) para continuar a desvendar as maravilhas do universo e da vida.