MIGUEL ALOYSIO SATTLER

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Departamento de Engenharia Civil/NORIE
Av. Osvaldo Aranha, 99 – 3° andar - CEP 90035-190 – Porto Alegre, RS, Brasil

Professor Associado e Pesquisador no Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Engenheiro civil e agrônomo, ambos pela UFRGS; Doutorado e pós-doutorado em Ciências Ambientais Ligadas à Edificação, pela University of Sheffield e University of Liverpool, respectivamente. Foi pesquisador e assumiu vários cargos gerenciais na Fundação de Ciência e Tecnologia, de 1980 a 1996. Ex-Presidente da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), de 1991 a 1993 e de 1998 a 2000. Coordenador do grupo de trabalho em desenvolvimento sustentável da ANTAC, desde 1995. Membro da Diretoria do PLEA (Passive and Low Energy Architecture). Membro do Expert Team em Climatologia Urbana da Organização Meteorológica Mundial (WMO). Consultor ad hoc de várias instituições de fomento à pesquisa e pesquisador do CNPq.

EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Miguel Aloysio Sattler, Engenheiro Civil e Agrônomo, PhD em Tecnologia da Arquitetura
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
NORIE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Osvaldo Aranha, 99 – 3° Andar CEP 90035-190 - Porto Alegre, RS
E-mail: masattler@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta os conceitos básicos sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, que orientam as atividades do NORIE, e a forma como se busca sensibilizar aos alunos para o tema, assim como a aplicação destes mesmos conceitos a uma série de projetos já desenvolvidos e implantados, incluindo-se: habitações, escolas e centros de educação ambiental.

Nos últimos dez anos várias atividades relacionadas à sustentabilidade do ambiente construído foram iniciadas e concluídas junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (mais especificamente no NORIE, que é a vertente voltada à Construção, neste Programa) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As atividades acadêmicas incluem, desde a simples inclusão dos princípios de sustentabilidade nos programas de disciplinas de cursos de graduação, até o desenvolvimento de pesquisas voltadas a propostas mais sustentáveis, por alunos de mestrado e doutorado.

As atividades acadêmicas são desenvolvidas em paralelo com outras, todas inspiradas no forte apelo das reais necessidades de comunidades, principalmente aquelas associadas com os mais economicamente carentes. Para atender a tais necessidades são elaborados, fruto de ações interdisciplinares de alunos de pós-graduação, projetos de edificações e comunidades melhor adaptadas às realidades sociais e econômicas de tais comunidades, como o uso de materiais de baixa

toxicidade para o ambiente e ser humano; a geração local, gestão racional e conservação de energia; gestão dos diversos tipos de águas; gerenciamento de resíduos; paisagismo produtivo e produção de alimentos.

PALAVRAS CHAVE: Sustentabilidade; comunidades; ensino; projetos mais sustentáveis.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção é causadora de significativo impacto sobre o meio ambiente. A construção de edifícios, para diversos fins, assim como de obras de infra-estrutura, em geral, consomem enormes quantidades energia, desde as fases de extração de materiais junto a jazidas, até as de demolição e destinação dos resíduos gerados. É grande também o impacto determinado pelo uso de recursos não renováveis. Estimativas no Reino Unido [1] apontam que a indústria de construção deste país consumia, há dez anos atrás, em torno de 6 toneladas de material, por pessoa por ano.

Tais impactos não se restringem somente ao ambiente natural. A indústria da construção utiliza uma gama imensa de materiais, muitos deles produtos químicos sintetizados pelo indústria, cuja ação sobre a saúde humana é ainda desconhecida, expondo a riscos, tanto os usuários das edificações, como aqueles que participam de sua produção e emprego. No mercado sueco, por exemplo [2], são encontráveis 45.000 produtos, muitos dos quais contêm substâncias químicas ativas que, no mais das vezes, sequer são identificadas. Estima-se que, em geral, em um prédio novo existem, aproximadamente, 100 compostos químicos, muitos dos quais com efeitos nocivos já identificados tanto para o meio ambiente, como para a saúde humana.

Na busca de uma sociedade sustentável, o governo britânico [1] enfatiza que "c*onstruções sustentáveis*" transcendem à simples produção do ambiente construído. Habitações, assim como as infra-estruturas sociais, comerciais e de transporte, no seu entorno, devem todas ser construídas de modo sustentável, tanto em termos ambientais, quanto econômicos. Elas devem também ser sustentáveis em termos sociais. Elas devem adicionar valor à qualidade de vida do indivíduo e da comunidade.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Definir desenvolvimento sustentável ainda é uma questão controversa. Para muitos, desenvolvimento e sustentabilidade são dois conceitos que não podem ser combinados na formação de um conceito único, que seja facilmente inteligível. No entanto, a definição mais amplamente aceita é aquela de Brundtland [3]:

- *Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer a possibilidade de futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades*.

Não é intenção deste trabalho realizar uma discussão das definições correntemente em uso. No entanto, entende-se que a que segue, incluída em projeto de pesquisa [4] que buscou, através de um painel internacional, um consenso entre as definições correntemente utilizadas, possui o mérito de tornar mais claro o conceito:

- *Uma sociedade sustentável é aquela capaz de persistir ao longo das gerações, aquela que consegue enxergar suficientemente longe, que é suficientemente flexível e suficientemente sábia para não colocar em risco os seus sistemas de suporte, sejam eles físicos ou sociais. Para ser socialmente sustentável, as contribuições da população, do capital e da tecnologia, para a sociedade, teriam de ser configuradas de modo a proporcionar condições materiais de vida adequadas e seguras para todos. Para ser fisicamente sustentável, os fluxos de materiais e energia da sociedade teriam de atender a três condições: a taxa de uso de recursos renováveis não exceder as taxas de regeneração; as taxas de uso de recursos não-renováveis não exceder a taxa com que os seus substitutos renováveis sustentáveis sejam desenvolvidos; e a sua taxa de emissões poluentes não exceder a capacidade de assimilação do meio ambiente.*

3. O IMPACTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

As questões de sustentabilidade são da maior importância para o setor da construção. Estima-se [5] que 50% dos recursos materiais extraídos da natureza estão relacionados à atividade de construção;

mais de 50% da produção de resíduos provém do setor de construção e 40% da energia consumida na Europa está associada à atividade da construção. Na Suécia, um levantamento [6] indicou que dois bilhões e quinhentos milhões de toneladas de materiais estão incorporados em edificações, estradas e outras estruturas. Levantamentos realizados no NORIE identificaram um consumo de mais de 2 toneladas de materiais de construção, por metro quadrado de área edificada, para a construção de uma edificação habitacional [7]. Daí preocupar o impacto derivado de atividades construtivas, que poderia resultar em nosso país, no atendimento, mesmo que restrito somente às classes econômicas menos favorecidas, a um déficit habitacional de 5 a 10 milhões de unidades, se questões relativas a impacto ambiental não forem devidamente analisadas.

Quando se avaliam os danos determinados pela atividade construtiva, estes são normalmente classificados quanto a: aumento da escassez de materiais brutos; dano ecológico causado pela extração destes materiais; consumo de energia em todos os estágios (incluindo transporte); consumo de água; poluição por ruídos e odores; emissões danosas, como aquelas conduzindo à redução na camada de ozônio; aquecimento global e chuvas ácidas; aspectos relativos à saúde humana; risco de desastres; durabilidade e manutenção; re-uso e desperdícios.

O periódico britânico Green Building Digest [8] classifica os impactos determinados pela construção em impactos durante a produção e impactos ocorrentes durante o uso da construção, fazendo as seguintes considerações:

Produção: Este grupo compreende a extração, processamento e distribuição de produtos.

- ***Uso de energia*: mais de 5% de todo o gasto de energia no Reino Unido é dirigido à produção e distribuição de materiais de construção. Esta energia quase sempre está na forma de recursos fósseis não renováveis. Na ausência de informação sobre outros aspectos relativos a impactos ambientais, o uso de energia é freqüentemente tomado como um indicador do impacto ambiental total.**
- ***Diminuição dos recursos biológicos*: os recursos biológicos, seja a madeira de florestas tropicais ou as terras produtivas, podem todas ser destruídas pela atividade industrial. Estas somente podem ser contadas como recursos renováveis se elas estiverem, de fato ,sendo renovadas à mesma taxa de sua diminuição**
- ***Diminuição de recursos não-biológicos* : recursos não-biológicos são necessariamente não-renováveis, e assim existem em um estoque limitado para as futuras gerações, se não para a atual. Estes incluem todos os minerais extraídos do solo e dos leitos dos mares.**
- ***Aquecimento global*: o aquecimento global, pelo efeito estufa, é causado principalmente pela emissão de dióxido de carbono, CFCs, óxidos nitrosos e metano.**
- ***Diminuição da camada de ozônio*: o uso de CFCs e outros gases, afetando a camada de ozônio em processos industriais, ainda continuam apesar de muitas alternativas praticáveis.**
- ***Emissões tóxicas:* emissões para a terra, água ou ar, podem determinar sérias conseqüências ambientais, nenhuma das quais pode ser jamais completamente traçada ou entendida.**
- ***Chuvas ácidas:* um sério problema ambiental, causando dano a ecossistemas e ao ambiente construído. Causadas, principalmente, pelas emissões de óxidos de enxofre e nitrogênio.**
- ***Oxidantes fotoquímicos:* a causa dos modernos *smogs*, e ozônio de baixo nível, causando danos à vegetação, materiais e à saúde humana. Emissões de óxidos hidrocarbonados e de nitrogênio são os principais responsáveis.**

Uso**: este grupo compreende a aplicação dos materiais nos locais, a vida subseqüente no local e a disposição final dos produtos**

- ***Uso de energia:* aproximadamente 50% do total de energia consumida no Reino Unido ocorre na forma de aquecimento ambiental, iluminação ou outras formas de serviços em edificações. O impacto potencial, e assim as economias potenciais, são enormes.**
- ***Durabilidade/manutenção:* um produto com vida curta ou que necessita freqüente manutenção causa mais impacto que aquele manufaturado com intenção de estender a sua durabilidade.**
- ***Reciclabilidade/degradabilidade:* quando uma edificação tem de ser alterada ou modificada, o impacto ambiental de um produto é significativamente afetado pelo fato de ele poder, ou não, ser re-usado, consertado ou reciclado, ou se ele irá se biodegradar.**

- ***Prejuízos à saúde:*** **certos produtos preocupam pelos seus efeitos sobre a saúde, seja durante a construção, ou durante o uso e mesmo na fase de demolição ou desmonte.**

4. UMA BREVE DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA NO NORIE

Diante deste panorama geral são desenvolvidas as atividades de ensino, pesquisa e extensão no NORIE. As duas primeiras são brevemente descritas a seguir.

4.1 Atividades de ensino

O tema *sustentabilidade* pode ser considerado como relativamente novo para estudantes de arquitetura e engenharia, no Brasil, e mesmo no exterior. Para aumentar o nível de conscientização de futuros profissionais e permitir o benefício da colaboração e trocas de conhecimentos e experiências entre os já envolvidos com o tema e aqueles ainda não tão familiarizados, várias iniciativas estão em desenvolvimento no país, tanto a nível nacional, assim como regional e localmente.
Dada a filiação do autor à UFRGS, o trabalho se concentrará, principalmente, nas atividades que estão acontecendo dentro do Programa de Pós-Graduação e Departamento de Engenharia Civil (PPGEC) desta Universidade, particularmente no NORIE, que é identificada à linha de Construção, do Programa de Pós-Graduação [9].

Graduação

Embora a maioria dos estudantes ingressando na Universidade, de modo geral, seja iniciada em estudos ambientais, estes, e, muito mais, os temas de similar abrangência, relacionados à sustentabilidade, raramente são aprofundados durante o desenvolvimento de seus cursos específicos. Na UFRGS, questões de sustentabilidade relacionadas especificamente à construção foram incluídas como um tópico especial, em 1996, em uma disciplina opcional (Habitabilidade I), cobrindo estudos ambientais no Curso de Engenharia Civil. Os estudantes participam de, aproximadamente, 10 horas de aulas sobre o tema, incluindo desde tópicos sobre conservação de energia e conteúdo energético de materiais de construção, até conceitos sobre habitações sustentáveis. Embora não orientadas especificamente para tratar do assunto de sustentabilidade, outras disciplinas como Tratamento de Água, Sistemas de Águas e Esgotos, Tratamento de Esgotos, Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Ecotecnologia, são ministradas em outros cursos. Isto ocorre principalmente para aqueles ocorrentes no Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS, que recentemente passou a hospedar um curso em Engenharia Ambiental. Adicionalmente, uma nova disciplina (Edificações e Comunidades Sustentáveis) foi criada na Engenharia Civil, no ano de 2000, para possibilitar o aprofundamento de conhecimentos sobre o tema de sustentabilidade.

Pós-Graduação

Na pós-graduação, o NORIE oferece Cursos de Pós-Graduação (Especialização, Mestrado e Doutorado), onde várias oportunidades estão disponíveis aos interessados em Construções Sustentáveis. Mesmo estando integradas a um Curso de Engenharia Civil há uma ampla demanda por profissionais que possuem formação em arquitetura e urbanismo ou agronomia (algumas vezes com a adesão de biólogos ou profissionais de outras áreas). Tais atividades são desenvolvidas em associação a duas áreas específicas de pesquisa do PPGEC: Construção e Meio Ambiente. Na linha de pesquisas ligada especificamente a sustentabilidade, cinco disciplinas são regularmente oferecidas aos estudantes: Edificações e Comunidades Sustentáveis, Projetos Regenerativos, Engenharia Urbana Sustentável, Percepção Ambiental e Paisagismo Sustentável. A maioria das disciplinas nesta área requer que os estudantes inscritos atuem em grupos interdisciplinares, onde, ao final de cada trimestre, são solicitados a apresentar um projeto associado a um estudo de caso real, que seja elaborada até o nível de, no mínimo, um projeto conceitual. Procura-se incentivar que os alunos compartilhem os resultados de suas atividades com alunos de outros semestres, em apresentações públicas, muitas vezes também incluindo aos clientes demandantes dos projetos. Todo este processo tem resultado em realizações muito gratificantes, que freqüentemente têm sido materializadas.

As oportunidades no NORIE são disponibilizadas em quatro áreas:
***Edificações e Comunidades Sustentáveis* – contempla tópicos como gestão de resíduos urbanos, coletores solares de baixo custo para aquecimento de água; uso de materiais e**

sistemas construtivos não convencionais; materiais de baixo impacto ambiental; paisagismo produtivo;
***Conforto Ambiental* – onde são abordados: a eficiência energética em escritórios comerciais e edificações residenciais, impactos energéticos, na fase de uso, de diversas tipologias construtivas, o uso de tubos enterrados para climatização com menor consumo energético, vantagens resultantes do uso coberturas e peles verdes; temas que também ilustram tópicos de pesquisa em recentes dissertações de mestrado;**
***Gerenciamento* – a sua ligação com o tema *sustentabilidade* ocorre, principalmente, através de pesquisas objetivando a redução do consumo e de geração de resíduos na indústria da construção. Pesquisas na área vêm sendo conduzidas há mais de 10 anos, em projetos cooperativos de abrangência nacional, possibilitando oportunidades de pesquisas a vários estudantes;**
***Novos Materiais e Tecnologias de Construção* – estudos são desenvolvidos, principalmente, no que concerne à análise das propriedades físicas e mecânicas de materiais de construção e de demolição, e à análise do desempenho de componentes com resíduos industriais incorporados.**

4.2. Novos paradigmas para o ensino de edificações e comunidades sustentáveis

Na busca de identificação da essência de construções mais sustentáveis, deliciamo-nos com analogias como:

> **Flores resultam de uma adaptação maravilhosa, crescendo em várias formas e tamanhos. Algumas ficam dormentes durante o mais inclemente inverno, emergindo a cada primavera, quando o solo descongela. Outras permanecem enraizadas ano após ano, abrindo-se e se fechando em resposta a condições variáveis, como a disponibilidade de luz. Tal como edifícios, elas estão, literal e figurativamente, enraizadas no lugar, capazes de extrair recursos tão somente dos poucos centímetros quadrados de terra e céu que ocupam. A flor tem necessidade de captar toda a sua energia do sol, todas as suas necessidades de água do céu, e todos os nutrientes necessários para a sua sobrevivência do solo. Flores são também ecossistemas em miniatura, suportando e abrigando microorganismos e insetos, tal como as nossas edificações o fazem conosco. De forma igualmente importante, flores são belas e, assim, provêem a inspiração necessária para que a arquitetura seja verdadeiramente exitosa [10].**

> Que tal projetar edificações que nutre e restabelece os sistemas vivos? Que se engajam proativamente com os sistemas industriais, de modo a não destruir a natureza? Imagine uma estrutura que seja verdadeiramente fecunda, provendo mais para o ambiente do que o que dele retira; que se integra com o sol da forma como uma árvore o faz, com uma conexão fotossintética, destilação de água e produção de açúcares e carboidratos complexos; que seqüestra o carbono, fixa o nitrogênio e se adapta às mudanças das estações. Imagine um edifício como uma árvore, uma cidade como uma floresta. Um projeto eco-efetivo requer uma reconsideração do verdadeiro conceito de alta tecnologia. Quantos projetos modernos são tão elegantes e sofisticados como uma árvore? Quantos edifícios os seres humanos projetaram com a capacidade de produzir oxigênio? Um edifício *high-tech* é aquele que destrói a qualidade do ar, ou aquele que a melhora?... Imagine uma diversidade além da imaginação, relações além de qualquer número. Imagine incontáveis indivíduos, cada um diferente; incontáveis lugares, cada um diferente. Imagine um mundo de indescritível beleza. Não um mundo estático, não uma beleza estática, para cada relação entre os elementos, cada organismo vivo, cada indivíduo, cada comunidade de seres, constantemente refinando e remoldando este mundo. Apenas uma espécie, no entanto, o faz com consciência. Este é o nosso mundo. Esta é nossa responsabilidade, nosso desafio [11].

Claramente, tais mensagens não são endereçadas tão somente ao nosso intelecto. Estes autores não estão tentando se comunicar apenas por meio da linguagem acadêmica tradicional. Talvez, tentando repassar uma mensagem, não plenamente entendida na forma tradicional, eles estão tentando tocar nossos corações, também**. O que mais elas têm em comum? As duas mensagens tratam da natureza e nos fazem pensar sobre como usar a natureza como um modelo ou como uma inspiração para o *design*.**

Como poderemos nós, como professores, aprender a falar para nossos estudantes de tal maneira? Como poderemos ajudar nossos estudantes a se interessar por tão tocantes e inspiradoras idéias? Em um mundo dominado pelas corporações, dirigidos principalmente por valores materiais, egoísmo, competição; vivendo em um ambiente construído que nos aliena da natureza; onde o lucro de alguns prevalece sobre a qualidade daquilo que comemos, respiramos e bebemos; onde a mídia, com tão profunda penetração, direciona o que deve ser valorizado; como instigar outros, mais nobres, valores em nossos estudantes?

Entendemos que não existe uma razão justificável para não ter fé, que não deveríamos abrir mão de nossa esperança em um mundo diferente e em uma vida gratificante para cada um e para todos. Tendo o privilégio de ser um professor universitário, estando em contato diário com tantos estudantes interessados em construções sustentáveis, somos supridos com a necessária força e motivação para prosseguir nesta batalha, enfrentando os desafios.

No entanto, sentimos falta de um aprofundamento de discussões, entre colegas, tanto localmente, como a nível internacional, sobre como fazê-lo: que procedimentos, que ferramentas usar? Neste sentido, gostaríamos de compartilhar algumas de nossas experiências, principalmente junto a alunos de pós-graduação, como um ponto de partida e uma provocação para debates concernentes ao ensino e aprendizado sobre construções sustentáveis.

4.3. Tentando sensibilizar nossos alunos para o tema da sustentabilidade

Acreditamos que a sensibilização de nossos alunos para a Sustentabilidade seja de fundamental importância para o seu efetivo envolvimento em projetos mais sustentáveis. Assim, na primeira aula de nosso curso, nós deixamos claro aos estudantes os princípios em que acreditamos:

- **Primeiramente**, que projetos sustentáveis requerem um pensar e agir de modo holístico, sistêmico e interdisciplinar. Isto, presumivelmente, não constitui novidade para estudantes de arquitetura, treinados para lidar com as múltiplas facetas de projetos. Boas novas e muitos desafios, no entanto, para aqueles (principalmente engenheiros) que, pela primeira vez, estão sendo iniciados a integrar equipes multidisciplinares e a aprender que **holismo** significa dar atenção a questões tais quais:



Figura 1: **Uma tentativa de dar um significado mais amplo a uma janela.**

- **Tratar localmente e de forma adequada a todos os tipos de águas residuárias (águas claras ou águas de chuva, águas cinzas, águas pretas, ...), como se fossem recursos e não resíduos;**
- **Reduzindo, reciclando e reusando materiais de construção e resíduos sólidos;**
- **Coletando água da chuva e energia solar;**
- **Evitando o uso de materiais conhecidos como sendo carcinogênicos, mutagênicos ou atuando como disruptores endócrinos;**
- **Usando eficientemente à energia e materiais;**
- **Usando materiais que crescem ou são produzidos de forma sustentável;**
- **Empregando um paisagismo sustentável ou aquele que promova a diversidade biológica;**
- **Avaliação de todos os custos ao longo de todo o ciclo de vida de todos os materiais;**
- **Projetando edificações que se tornem um instrumento pedagógico através de seu projeto e operação;**
- **Promovendo condições de trabalho seguras e saudáveis;**
- **Fazendo uso de tecnologias apropriadas, que**

se ajustem à cultura local e que criem o máximo número de empregos dentro de um determinado orçamento.

Através de trabalhos **interdisciplinares**, a nossa expectativa é que os estudantes aprendam a ouvir a diferentes pontos-de-vista e opiniões, dentro de seus grupos multidisciplinares. E ao atuarem **sistemicamente**, em meio à complexa rede dos múltiplos produtos e atividades envolvidas em um projeto, esperamos que os estudantes prestem atenção ao conjunto dos fluxos: de pessoas, recursos financeiros, energia, materiais, nutrientes, sentimentos...

- Em segundo lugar**, que muito mais importante do que a aparência das edificações, é o que é oferecido àqueles que de fato ocupam as edificações: os seres humanos. Assim, as edificações deverão prover um abrigo tanto para o seu** corpo**, como para o seu** espírito **[12]. Ambos requerem necessidades igualmente importantes a serem atendidas. Assim, o projeto deverá integrar uma diversidade de canais capazes de dar vazão aos fluxos de** conhecimentos, emoções e sensações**, que alimentam à mente, alma e sentidos dos usuários. Neste contexto, uma janela, por exemplo, não se abre apenas à passagem do sol ou das brisas (para prover as necessidades de conforto térmico), mas também aos aromas do verão, à visão e aos ruídos gerados pelas crianças que brincam no exterior, assim como aos cantos de pássaros, permitindo ainda ao nosso corpo saborear uma fruta ao alcance da mão. A janela possibilita, além disso, também o alimentar de nosso** cérebro **com múltiplas informações (quais, quantas e de quem são as crianças; que aroma, frutos e insetos ou pássaros,...), assim como à nossa** alma **com sentimentos não facilmente descritíveis, como aqueles ligados à beleza de um pôr-do-sol.**

4.4. Ingredientes associados ao ensino e aprendizado de sustentabilidade das construções

Com o intuito de melhor equipar aos estudantes no suprir as necessidades dos usuários das edificações (no alimentar seus corpos e espíritos), entendemos necessário treiná-los a adicionar tais princípios e linguagem aos seus projetos. Para alcançar este tipo de treinamento, três ingredientes são usualmente integrados às atividades desenvolvidas, as duas primeiras demandando um esforço significativo dos estudantes: **inspiração, transpiração e celebração**.

A **inspiração** é originária não somente do conhecimento daquilo já realizado em associação com uma arquitetura mais sustentável, o que usualmente é adquirido através da literatura, mas também pelo contato direto com arquitetos, cientistas e construtores (Figuras 2 – 4), assim como com a própria natureza (Figuras 5 e 6).



Figura 2: **Gernot Minke (foto à esquerda) e o seu domo em terra (exterior e interior), construído junto ao Integria, na municipalidade de Picada Café, RS.**



Figura 3: **José Lutzenberger, no Rincão Gaia, Pantano Grande, RS.**

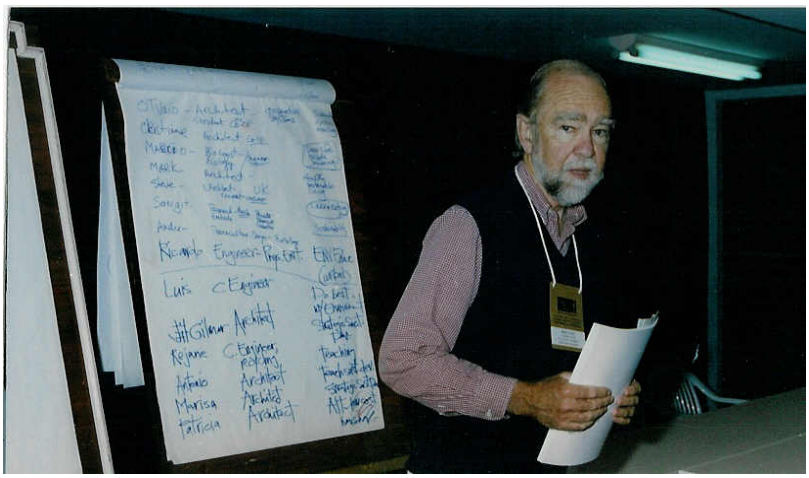


Figura 4: **John Lyle, ministrando um curso no I Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, em Canela, RS (1997).**

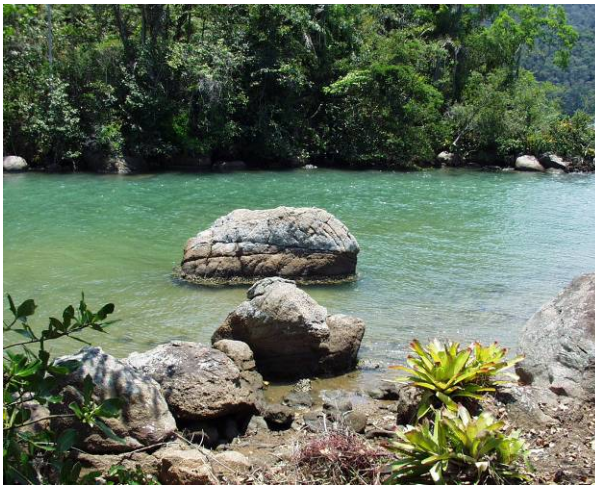


Figura 5: **Paraty, Rio de Janeiro.**



Figura 6: **Gaia Village, Garopaba, SC.**

Em cada uma das disciplinas de pós-graduação do NORIE, os alunos são desafiados por demandas reais, originárias de uma diversidade de clientes. Tais oportunidades requerem que eles exercitem o reconhecimento do espírito do lugar**, e, por este nutridos, os alunos se exercitam em como sintonizar seus projetos às demandas de um ambiente específico (Figura 7).**





Figura 7: **Reconhecendo o** *espírito do local* **em Foz do Iguaçu (esquerda), para o projeto do Refúgio Biológico Bela Vista (em 2000), e, mais tarde, no município de Feliz, na etapa preliminar a uma *charrete* realizada para a concepção de Escola Técnica (em 2003).**

Este é o primeiro passo, sempre almejado, no início de cada novo projeto, que alimenta e mais tarde é sucedido por uma *charrette* (Figuras 8 - 10) – o que é referido pelo Rocky Mountain Institute [13], como sendo um "mecanismo para uma significativa 'fertilização cruzada' de idéias".



Figura 8: Rincão Gaia**, uma antiga jazida de basalto (à esquerda), regenerada por José Lutzenberger, receptor do Right Livelihood Award, e local inspirador de realização de várias *charrettes* e** atividades **durante uma *charrette* (centro e direita) associada ao projeto do Refúgio Biológico Bela Vista, para o complexo de Itaipu Binacional (2000).**



Figura 9: Refúgio Biológico Bela Vista**, na municipalidade de Foz do Iguaçu (aberto à visitação pública em 2004), cujo projeto teve início nas atividades iniciadas na charrete acima referida.**



Figura 10: Charrete **em realização na Câmara de Vereadores de Feliz (esquerda e centro), para a concepção da Escola Técnica para o município (2003) e** edificação escolar **dela resultante (à direita).**

O processo de aprendizado inclui, muitas vezes, um envolvimento físico com o objeto sendo construído. Dizemos que, muitas vezes, isto resulta em transpiração **e suor. Entendemos funcionar tal qual uma atividade física e terapêutica, que provê aos alunos uma oportunidade singular para trabalhar cooperativamente e para, literalmente, colocar os seus "pés no barro" (Figuras 11 e 12). A maioria dos estudantes muito aprecia tais experiências e, sempre que possível, a elas se integram.**



Figura 11: **Estudantes "transpirando" durante a construção do Protótipo Casa Alvorada, no Campus da UFRGS (2001).**



Figura 12: **Estudantes e Gernot Minke (na foto à direita) "transpirando" na construção do domo mostrado na Figura 2, no Centro de Vivências Integria, em Picada Café, RS (2005).**

Também começamos a oferecer este tipo de experiências práticas nas últimas edições dos Encontros sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (Figura 13), onde várias opções são disponibilizadas aos participantes para se integrarem a oficinas e cursos práticos de curta duração, em sistemas construtivos não convencionais (bambú, adobe, etc.).



Figura 13: **Atividades práticas em um Encontro organizado pelo NORIE em São Miguel das Missões, RS (2004).**

Por último, mas não menos importantes, o prazer e a celebração **pelos resultados alcançados (Figura 14), seja em função de algo construído, um projeto terminado ou de um trabalho publicado, em um periódico ou em uma conferência.**





Figura 14: **Estudantes e professores** celebrando **(à esquerda) em um banquete de uma conferência ou se divertindo no Rincão Gaia (centro e direita), em meio a uma atividade de projeto.**

4.6 Pesquisas e Atividades Iniciais de Projeto

Paralelamente, novas e desafiadoras oportunidades foram criadas para os estudantes de pós-graduação, com o início de projetos de pesquisa a partir de 1997. Tendo como referência um Concurso Internacional de Idéias de Projeto [9], intitulado “Habitações Sustentáveis para Populações Carentes”, organizado pelo NORIE em 1995, um considerável esforço foi realizado no sentido de materializar as idéias associadas às propostas premiadas pelo Concurso.

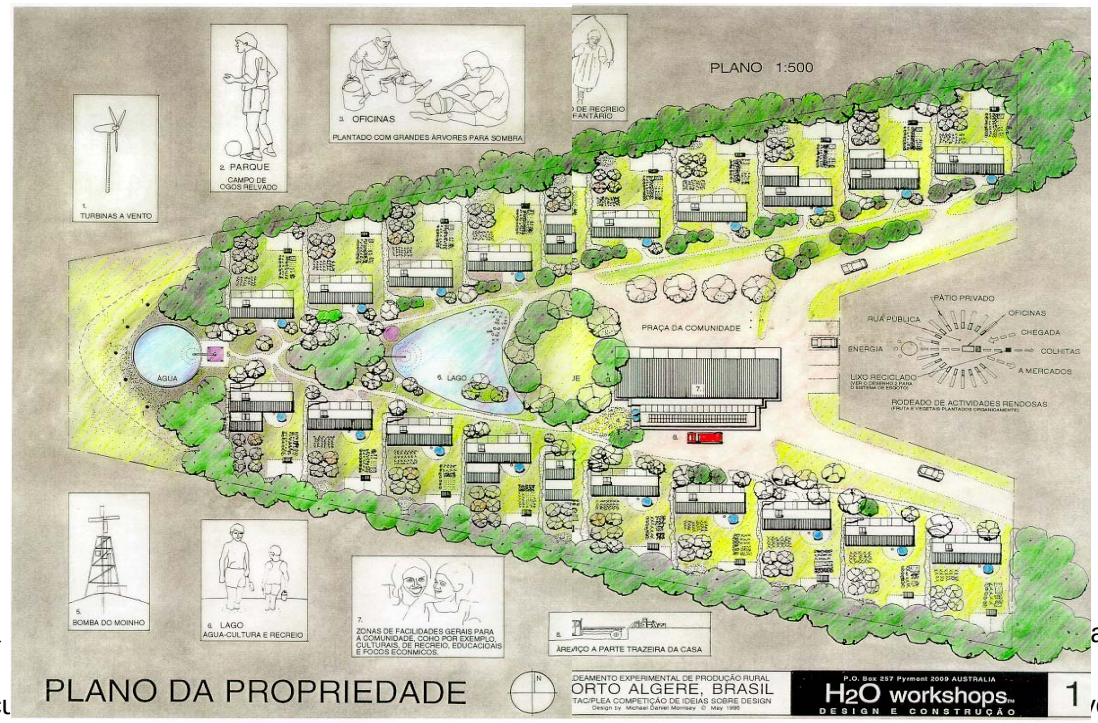


Figura [illegible] a.

O Concu[illegible]veja Figura 15), apontou estratégias de projeto, incluindo alternativas tecnológicas, que, embora ricas em aspectos associados à sustentabilidade, não levavam em consideração as especificidades da realidade brasileira. A partir de então, projetos foram iniciados, contando com uma equipe de projeto associada ao NORIE, composta por estudantes de pós-graduação e pela sua equipe de professores, que aprofundaram detalhes e especificidades requeridos pela nossa realidade.

5. O PROJETO ALVORADA

Assim, ao final de 1997, foi iniciado o Projeto Alvorada, o qual estava vinculado a um convênio entre o NORIE/UFRGS e a Prefeitura Municipal de Alvorada (região metropolitana de Porto Alegre/RS). Visava desenvolver estudos e pesquisas sobre materiais ecológicos e de baixo custo que pudessem ser aplicados em moradias populares no município de Alvorada, RS. O convênio contou com o patrocínio do Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento (IDRC), organização não-governamental do Canadá. A partir deste convênio, decidiu-se aproveitar a oportunidade para estender o objetivo do projeto de pesquisa, incorporando à proposta inicial o projeto e construção de um

protótipo (Figura 16), que também buscaria consolidar os princípios e idéias levantados no Concurso Internacional de Idéias.

Salienta-se que o objetivo de construção do protótipo não era o de estabelecer um modelo a ser reproduzido posteriormente em larga escala, mas sim, uma edificação cuja função principal seria a de testar, junto ao cotidiano das pessoas, alternativas tecnológicas sustentáveis capazes de preservar o meio ambiente e de, simultaneamente, proporcionar bem-estar.



Figura 16. A Casa Alvorada.

6. CENTRO EXPERIMENTAL DE TECNOLOGIAS HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS

Quase simultaneamente ao início do Projeto Alvorada, uma solicitação de recursos foi encaminhada à FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos (Programa HABITARE), em resposta a um Edital desta instituição. Esperava-se integrar os resultados do Concurso Internacional de Idéias a um projeto habitacional, onde se buscaria materializar as idéias, ali premiadas, em um centro de experimentação, demonstração e de educação ambiental. A proposta de pesquisa foi aprovada e passou a contar com recursos da FINEP e da Caixa Econômica Federal, a partir de fevereiro de 1999, para o desenvolvimento do projeto executivo de tal centro.

No ano de 2000, foi firmado um convênio entre o NORIE/UFRGS e a Prefeitura Municipal de Nova Hartz, (município localizado na região metropolitana de Porto Alegre, com aproximadamente 15.000 habitantes), com o objetivo principal de implantar no município os resultados do projeto. O centro experimental para demonstração, pesquisa e educação ambiental, assim como o projeto que lhe deu origem, recebeu o nome de Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis – CETHS.



Figura 17. Proposta de implantação para a gleba 1.

O projeto visava aplicar, em um *assentamento urbano*, um conjunto de princípios e tecnologias sustentáveis, tais quais: o uso de materiais de baixo impacto ambiental; o gerenciamento de resíduos sólidos e líquidos; o uso de fontes energéticas sustentáveis; a produção local de alimentos, através da implantação de hortas domésticas e paisagismo produtivo, sendo paralelamente contempladas questões sociais, econômicas e educacionais, as quais foram consideradas desde a fase de concepção do projeto. Objetivou-se projetar e construir um conjunto de edificações habitacionais sustentáveis em uma infra-estrutura de mínimo impacto ambiental. A implantação deste Centro Experimental foi parcialmente implantada em uma área de 2,3 ha, cedida pela Prefeitura Municipal de Nova Hartz (Figura 17).

Das propostas originais do Projeto CETHS, por uma decisão do executivo local, apenas foi implantado um pequeno (diante do projeto inicial, que contemplava um total de 49 unidades) módulo inicial, composto por 8 unidades habitacionais. Enquanto as primeiras 6 unidades construídas foram dotadas das características morfológicas e funcionais da Casa Alvorada, para as demais unidades se previa a incorporação de novas propostas arquitetônicas (em termos de *layout*, materiais, tecnologias, etc.). Assim, duas das 8 unidades foram construídas segundo uma tipologia diferenciada, que buscava contemplar a otimização de sua orientação solar, preservando-se, no entanto, o cumprimento das funções estipuladas para o protótipo Alvorada (Figura 18).



Figura 18. Vista do CETHS, mostrando, à esquerda, a fachada frontal das seis casas construídas segundo o modelo de Casa Alvorada, e, à direita, a fachada de fundos das duas novas casas.

Infelizmente, este projeto foi interrompido, após a construção das 8 casas, (semi) concluídas, em março de 2002. Ao invés de tipologias mais sustentáveis, inicialmente propostas, foram implantadas,

no local, habitações tradicionais (casas de madeira usadas – transportadas de seu local original para o CETHS – e novas, assim como casas de alvenaria, de diferentes tipologias). Ademais, até junho de 2008, não havia qualquer avanço no sentido de implementar as propostas de infra-estrutura recomendadas em projeto.

7. CONCLUSÃO

Entendemos que a apropriação e adoção de sistemas alternativos de construção e, também, de vida, pela sociedade, só irá ocorrer a partir de uma nova **ótica**, uma nova forma de olhar, de compreender, um possível novo mundo, que, inegavelmente, só será durável se regido pelos princípios **éticos** da sustentabilidade; e enquanto expressos através de uma **estética**, que incorpore e manifeste visualmente tais princípios.

Muito dificilmente estratégias para edificações mais sustentáveis encontrarão uma receptividade e aplicação imediata. Isto ocorre não apenas no Brasil. O mesmo acontece em qualquer rincão do planeta, sendo, pois, de extrema importância que tais propostas sejam precedidas ou acompanhadas por uma ampla reeducação, que religue o indivíduo à natureza, assim como por projetos demonstrativos. Projetos arquitetônicos que obedeçam a tais princípios, e, principalmente, as obras destes resultantes, podem contribuir na criação desta ligação.

As edificações sustentáveis, além de todas as suas demais funções, devem ter uma "cara" e um "coração" sustentáveis. Isto é, devem repassar, por meio de suas formas e dos espaços criados, uma imagem diferenciada, seja com suas coberturas verdes, seja com o emprego de elementos da arquitetura bioclimática, ou com o potencial de sensibilização da arquitetura orgânica, somadas às diversas estratégias de gestão energética, das águas e dos resíduos. Mas, não só isso. Deve-se aplicar princípios de sustentabilidade, mesmo aos sistemas "não visíveis", ou, mesmo, àqueles visíveis apenas durante o processo de construção. Além disso, as propostas mais sustentáveis deverão tocar o coração, ou alma, ou espírito, dos usuários, por meio de elementos simbólicos ou de componentes "sensíveis", como os passíveis de introdução no paisagismo, ou ainda, de uma forma ainda mais ambiciosa, e menos claras às ciências tradicionais, estimular o homem, para além de seus órgãos sensoriais. De certo modo, é fundamental manifestar os elementos que tocam mais profundamente ao indivíduo, para assim o sensibilizar. Daí o potencial do uso de conceitos, como o dos quatro elementos, de uma arquitetura que estimule todos os sentidos; da utilização da arquitetura, enquanto expressão combinada das artes, em toda a sua capacidade de comunicação.

Neste trabalho tentamos compartilhar algumas das experiências relacionadas ao ensino de arquitetura e construções sustentáveis, que são direcionadas a grupos interdisciplinares de alunos de pós-graduação. Diante dos resultados obtidos, entre os quais se podem citar: um número crescente de candidatos a ingresso no NORIE, tanto do Brasil, como de outros países latino-americanos; a satisfação manifestada pelos alunos com o curso; a demanda crescente por consultorias e projetos demonstrativos, assim como o interesse despertado na mídia; pensamos que as propostas orientando o ensino de Edificações e Comunidades Sustentáveis esteja sendo exitoso, podendo orientar a iniciativas do gênero em outras instituições.

REFERÊNCIAS

1. ***Opportunities for change: sustainable development*. The Copyright Unit, Her Majesty's Stationery Office, UK, 1998.**
2. **Skanska 1997. *Environmental Report.* Skanska Group Development e Skanska Group Corporate Communications. Suécia, 1998.**
3. **WECD (The Brundtland Report) *Our Common Future.* Oxford University Press, p. 43. 1987.**
4. **IDS Project. *Integrated Delivery Systems for Sustainability.* University of Salford, Research Centre for the Built and Human Environment (http://www.surveying.salford.ac.uk/idsin/) . 1988.**
5. **Anink, David; Boonstra, Chiel e Mak, John. *Handbook of Sustainable Building – An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment.* James & James Ltd. London, 1996.**
6. **Tolstoy, Nikolaj; Björklund, Christer e Carlson, Per Olof. *Materials flows in the construction and heavy engineering sector.* In: Anais CIB World Building Congress 1998 – Construction**

and the Environment. Symposium A, Vol 2 – Materials and Technologies for Sustainable Construction. pp. 857-864. Gävle, Suécia, Junho de 1998.

7. Kuhn, E. A. Avaliação ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada. 2006. 175p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000599772&loc=2007&l=30263fedd0a4efd4>.

8. Green Building Digest. Publicado pela Queen's University of Belfast, Belfast. E-mail: architec@qub.ac.uk.

9. Sattler, M. A. Habitações 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/>.

10. McLennan, J. F. Living Buildings. Sustainable Architecture White Papers. New York, 2000. pp. 26-27.

11. McDonough, W. & Braungart, M. Eco-Effectiveness: A New Design Strategy. Sustainable Architecture White Papers. New York, 2000. p. 3.

12. Day, C. Spirit and Place. Oxford: Architectural Press, 2002.

13. Wilson, A.; Uncapher, J.L.; McManigal, L.; Lovins, L.H.; Cureton, M. e Browning. Green Development – Integrating Ecology and Real State. Rocky Mountain Institute. New York. Wiley, 1998. p. 62.