

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL URBANA NO ENSINO DE GRADUAÇÃO: PROPOSTA DO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DA FAUUSP

Denise Duarte, Roberta Kronka Mülfarth, Joana Gonçalves

Universidade de São Paulo/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / Dep. Tecnologia (AUT) /

LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética

Rua do Lago, 876 Cidade Universitária 05508-900 São Paulo – SP Brasil

tel.: 11 3091-4681, r.214 / fax: 11 3091-4539

dhduarte@terra.com.br

rkronka@usp.br

jocarch@usp.br

RESUMO

Trata-se do relato da disciplina optativa AUT 221 – Arquitetura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. A disciplina foi oferecida pelo terceiro ano consecutivo após a implementação da reforma curricular do departamento em 2004 que, dentre outros objetivos, reforçou a inserção de questões ambientais nas disciplinas de graduação. As discussões são focadas em questões de sustentabilidade ambiental urbana, incluindo mudança de paradigmas e conceitos de sustentabilidade; protocolos, políticas internacionais e legislação ambiental brasileira; teorias, modelos e propostas projetuais para cidades mais sustentáveis; propostas de edifícios ambientalmente corretos e sua inserção urbana; reabilitação tecnológica de edifícios e áreas degradadas; sistemas de avaliação de sustentabilidade; ciclo de vida de materiais e edifícios e seus reflexos no impacto ambiental das cidades; reuso e reciclagem de recursos e inovações no uso de energia. A disciplina é oferecida a partir do 8º semestre, exigindo como pré-requisitos as seis disciplinas obrigatórias de conforto ambiental e energia. Após três oferecimentos e com os ajustes de conteúdo, bibliografia e dinâmicas, os resultados mostram que é nítido o interesse e o envolvimento dos alunos pelos temas propostos, e é sensível a melhora de qualidade dos trabalhos finais.

ABSTRACT

This paper presents the report of the elective course AUT 221 – Architecture, Environment and Sustainable Development, from the Department of Technology of FAUUSP - Faculty of Architecture and Urbanism of the University of Sao Paulo. The course was carried out by the third consecutive year after the Department new curriculum implementation in 2004 which, among other targets, incentive the inclusion of environmental issues on the undergraduate course. The discussions are focused on urban environmental sustainability, including changes in paradigms and concepts; international protocols and policies, Brazilian environmental legislation; theories, models and design proposals for more sustainable cities; green building proposals and their insertion in the urban context; retrofit of buildings and rehabilitation of urban brownfields; sustainability assessments; life-cycle analysis of construction materials and buildings and their urban environmental impacts; reuse and recycling and innovations on energy issues. After three years and including adjustments of the programme, bibliography and dynamics, results show the interest and the involvement of the students on these subjects and a great improvement on the quality of the final proposals.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, existem instituições de ensino e pesquisa inteiramente dedicadas ao tema da Arquitetura Sustentável. Esse é o caso da *School of the Built Environment*, da University of Nottingham, no Reino Unido, que atualmente está desenvolvendo um *campus* em Pequim, na China. Edifícios da escola, concebidos com esses princípios, demonstram um grande número de inovações em materiais de construção, mecanismos para iluminação natural, acumulação de calor e tratamento acústico, geração de energia nas fachadas usando células fotovoltaicas, coleta e reuso de água, etc.

Outra escola de destaque no cenário internacional é a Architectural Association School of Architecture (AA), de Londres. Primando pela experimentação, diversidade e discussão teórica, a AA reúne estudantes de mais de 60 países. Os programas de pós-graduação são marcados pelo caráter internacional dos seus alunos e professores, pela ênfase ao projeto e pelo desenvolvimento de uma visão crítica da arquitetura. No último ano acadêmico, o programa de mestrado *Environment and Energy*, anteriormente reconhecido como *Master of Arts (MA)* foi reestruturado para *Master of Science (MSc)* e *Master of Architecture (MArch)*. Esse desdobramento foi feito a fim de responder a uma demanda crescente de profissionais de projeto vindos de diferentes partes do mundo, pela aplicação direta de conhecimentos de conforto ambiental e eficiência energética na prática arquitetônica, o que vem ao encontro da natureza da AA, que é primordialmente a experimentação em projeto. Paralelamente, a pesquisa científica no curso manteve uma relação estreita com o projeto, explorando o uso de ferramentas avançadas de modelagem e simulação computacional, contribuindo para a vanguarda da pesquisa em projeto, na área do conforto ambiental e da eficiência energética (YANNAS, 2006).

Na FAUUSP, tendo em vista a reflexão crítica decorrente do seminário “A FAU pensa a Graduação” e das reuniões plenárias departamentais, foi posta em prática a nova grade curricular do Departamento de Tecnologia da FAUUSP, no primeiro semestre de 2004. Dentre outros objetivos, essa reforma reforçou a inserção de questões ambientais na graduação, nos três grupos de disciplinas: construção, conforto ambiental e metodologia.

No grupo de conforto ambiental foi reestruturada toda a seqüência de seis disciplinas obrigatórias, visando atualização de conteúdo, utilização de diferentes técnicas didáticas e maior utilidade para projeto (DUARTE; GONÇALVES, 2001), e foram propostas novas disciplinas optativas, dentre elas, a AUT 221 - Arquitetura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Experiências recentes realizadas na FAUUSP mostraram que há uma demanda por disciplinas optativas que abordem as questões ambientais que permeiam o projeto de arquitetura e urbanismo, sejam elas de caráter teórico ou técnico, por exemplo, sobre o desempenho de novos materiais e o funcionamento de sistemas inovadores para a geração de energia (DUARTE; PRATA, 2003). Essas disciplinas eletivas são mais bem aproveitadas quando exigem como pré-requisitos as disciplinas obrigatórias de conforto ambiental e energia, situação na qual o aluno já assimilou uma série de conceitos *a priori*.

Na disciplina optativa AUT 221 o objetivo, dentro do grupo de conforto ambiental, é fazer a ponte entre as questões de conforto e energia com as teorias relacionadas à sustentabilidade e suas aplicações em projeto, vínculo este já bastante consolidado em outras escolas europeias, principalmente, na graduação e na pós.

Essa disciplina, oferecida para uma turma de 20 a 25 alunos a partir do 8º semestre, incentiva a discussão teórica, desenvolve uma visão crítica sobre desenvolvimento sustentável na Arquitetura e no Urbanismo e aborda tecnologias adequadas para o projeto de edifícios e cidades com menor impacto ambiental.

São 60 horas-aula, distribuídas em 4h semanais, e o conteúdo é desenvolvido em 2 partes: uma teórica, com aulas expositivas, leituras programadas e seminários de leitura, e outra de pesquisa, com seis atendimentos. É exigida como pré-requisito a conclusão das seis disciplinas obrigatórias de conforto ambiental, incluindo o ateliê.

A proposta é trabalhar com os alunos um grau de dificuldade intermediário entre disciplinas de graduação e pós-graduação, com uma carga significativa de leituras obrigatórias, seminários e

trabalhos de pesquisa. Boa parte dos alunos da disciplina está em fase pré-TFG – Trabalho Final de Graduação, o que oferece a eles uma base teórica mais consistente na área ambiental relacionada a projeto e planejamento.

2. CONTEÚDOS, DINÂMICA E PROGRAMA DA DISCIPLINA

A disciplina AUT 221 tem como objetivos específicos:

- Ampliar a discussão teórica e desenvolver uma visão crítica acerca da inserção dos conceitos de desenvolvimento sustentável na Arquitetura e no Urbanismo.
- Apresentar ferramentas de modelagem e tecnologias adequadas para o projeto de edifícios e cidades com menor impacto ambiental.

O conteúdo da disciplina abrange:

- Conceitos de sustentabilidade urbana.
- Protocolos e políticas internacionais relacionados à sustentabilidade do ambiente urbano.
- Teorias, modelos e propostas projetuais para cidades mais sustentáveis.
- Propostas e definições de edifícios ambientalmente corretos.
- O edifício alto e sua relação com a sustentabilidade urbana.
- Conforto ambiental e eficiência energética no ambiente construído (cidades e edifícios)
- Reabilitação tecnológica de cidades e edifícios (*retrofit*).
- Indicadores de sustentabilidade.
- O ciclo de vida de edifícios e materiais e seus reflexos no impacto ambiental.
- Reuso e reciclagem de recursos urbanos.
- Panorama energético, fontes alternativas e sistemas distritais de energia.
- Novos conceitos de ecologia urbana.

O conteúdo da disciplina é desenvolvido em 02 partes, sendo uma *teórica*, com aulas expositivas, leituras programadas e seminários de leitura, e a outra de *pesquisa*, com trabalhos desenvolvidos em duplas, de tema livre a ser discutido com os professores, dentre os tópicos abordados em sala de aula.

Além da presença mínima nas aulas de 70%, a avaliação é composta por 03 etapas: *apresentação dos seminários e leitura* em duplas - 20%, *prova escrita individual*, sem consulta, de avaliação das leituras obrigatórias - 20%, *trabalho final* em duplas - 60% da nota, sem segunda avaliação (recuperação).

As leituras obrigatórias têm o objetivo de oferecer os conceitos fundamentais aos alunos, essenciais ao início da discussão. Em 2006 esses títulos foram:

- EDWARDS, Brian, HYETT, Paul (colab.) *Rough Guide to Sustainability*. London: RIBA, 2002. (versão em espanhol *Guia Básica de la Sostenibilidad*, Gustavo Gili ou 2ª edição revista e ampliada em inglês, RIBA, 2005).
- GIRADET, Herbert. *Creating Sustainable Cities*. Schumacher Briefings n.2. Bristol: Green Books, 2003.
- ROGERS, Richard, GUMUCHDJIAN, Philip (ed.). *Cities for a Small Planet*. London: Faber and Faber, 1997. (versões em espanhol *Ciudades para un pequeño planeta* e português *Cidades para um pequeno planeta*, Gustavo Gili).

Com o objetivo de complementar o conteúdo básico, e de discutir com os alunos diferentes pontos de vista (muitas vezes conflitantes) sobre o entendimento do que significa o desenvolvimento sustentável, são realizados seminários de leitura que, em 2006, foram baseados nos seguintes títulos:

- HAGAN, Susannah. *Taking Shape – A new contract between architecture and nature*. Oxford: Architectural Press, 2001.
- HAWKEN, Paul, LOVINS, Amory, LOVINS, Hunter. *Capitalismo Natural. Criando a próxima revolução industrial*. Cultrix, 2000.
- ROAF, Susan et al. *Ecohouse. A Design Guide*. New Delhi: Architectural Press, 2001. (versão em português *Ecohouse - A Casa Ambientalmente Saudável*. São Paulo: Artmed, 2006).
- ROGERS, Richard (chairman). *Towards an Urban Renaissance. Final Report of the Urban Task Force*. DETR - Department of the Environment, Transport and the Regions of London. London: E & FN SPON, 1999.

- YEANG, Ken. *The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Prestel, 2000. (versão em espanhol *El rascacielo ecológico*, Gustavo Gili).

Um terceiro bloco de leituras complementares também é disponibilizado para atender itens mais específicos e embasar os trabalhos de pesquisa a serem desenvolvidos pelos alunos. Com raras exceções, a biblioteca da FAUUSP dispõe de quase todos os títulos indicados. Como complementação das aulas teóricas, são disponibilizados quase que semanalmente textos curtos necessários ao aprofundamento de algumas questões que são discutidas com o grupo.

A escolha da bibliografia é revista e alterada sempre que necessário, incluindo novos títulos que possam fomentar a discussão. Para o próximo oferecimento, alguns textos mais recentes tais como *A Vingança de Gaia*, de James Lovelock, *Climate Change 2007*, o último relatório do IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* e *Uma Verdade Inconveniente*, de Al Gore, serão incluídos.

O conteúdo da disciplina foi desenvolvido no semestre 2006/2 com o programa a seguir, lembrando que é importante manter o número de alunos em 20 ou 25, no máximo, para que sejam viáveis os seminários de leitura e as discussões com o grupo. Seria impossível manter a mesma dinâmica com o número de alunos de uma disciplina obrigatória na FAUUSP, que abriga cerca de 150 estudantes.

AGO	03	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do curso • Seleção das leituras para os seminários • Mudança de paradigmas: na busca da arquitetura de baixo impacto ambiental. • Leitura programada para a próxima aula 	OUT	05	<ul style="list-style-type: none"> • Reabilitação tecnológica: conceitos, métodos e estudos de caso. • Atendimento 2 • entrega por escrito das propostas dos trabalhos finais
	10	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos de sustentabilidade • Protocolos e políticas internacionais • Estado da arte da legislação no Brasil • Leitura programada para a próxima aula 		12	<ul style="list-style-type: none"> • Feriado
	17	<ul style="list-style-type: none"> • Lelé na FAU (evento aberto na FAUUSP) 		19	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de sustentabilidade • Avaliação escrita individual das leituras obrigatórias
	24	<ul style="list-style-type: none"> • O futuro das cidades: uma discussão sobre os modelos e propostas das cidades mais sustentáveis • Seminários de leitura 1 (2 grupos) 		26	<ul style="list-style-type: none"> • Inovações no uso da Energia • Atendimento 3
	31	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais de Construção e Água • Metodologia de pesquisa. • Seminários de leitura 2 (2 grupos) 	NOV	02	<ul style="list-style-type: none"> • Feriado
SET	07	<ul style="list-style-type: none"> • Semana da Pátria 		09	<ul style="list-style-type: none"> • Em direção à sustentabilidade: pesquisas e projetos • Atendimento 4
	14	<ul style="list-style-type: none"> • Referências de projeto: pensando edifícios e cidades mais sustentáveis • Seminários de leitura 3 (2 grupos) 		16	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento 5
	21	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento 1: Apresentação e discussão das propostas para os trabalhos finais da disciplina • Seminários de leitura 4 (2 grupos) 		23	<ul style="list-style-type: none"> • Atendimento 6
	28	<ul style="list-style-type: none"> • A Sustentabilidade dos Edifícios altos • Seminários de leitura 5 (2 grupos) 		30	<ul style="list-style-type: none"> • Seminários dos trabalhos finais

Antes da metade do curso, os alunos devem apresentar uma proposta para o trabalho final, seguindo um roteiro bastante simples de metodologia de pesquisa, que busca responder às questões iniciais sobre o tema (O que? Por quê? Para quê? Como? Referências Bibliográficas), e discutir com os professores no primeiro atendimento, antes de dar prosseguimento ao trabalho. Duas semanas depois eles entregam por escrito a proposta revisada e dão início ao desenvolvimento da pesquisa.

Há uma preocupação dos professores com a disponibilização dos trabalhos anteriores visando a não repetição e a continuidade dos temas pesquisados pelos alunos. No ano de 2006 os trabalhos finais foram apresentados em formato de pôster, com seminários de discussão e avaliação abertos aos interessados, ficando expostos à comunidade na FAUUSP por três semanas, além de poderem ser disponibilizados pelos alunos na internet.¹

¹ <http://www.usp.br/fau/aut221>

Nos últimos dois anos a disciplina contou com a participação de alunos da Escola Politécnica da USP, participantes do Programa POLI/FAU e com alunos estrangeiros em intercâmbio, todos matriculados como alunos regulares e submetidos ao mesmo processo de avaliação. Esses alunos são provenientes de diferentes países (Holanda, Colômbia, Portugal), e essa troca de experiências tem se mostrado enriquecedora ao discutir a aplicação de conceitos globais e locais para realidades tão diferentes.

3. TEMAS ABORDADOS E PROPOSTAS APRESENTADAS

Como temáticas principais abordadas pelos alunos nestes três anos consecutivos, destacam-se:

- Produção da arquitetura contemporânea e sustentabilidade em diferentes contextos: Brasil, Austrália, Holanda, Portugal, Colômbia, dentre outros (Figura 1).
- Acessibilidade, mobilidade, transporte público.
- Recursos hídricos e áreas verdes: macro e micro-drenagem, paisagismo produtivo, tetos verdes, pavimentos permeáveis, permacultura urbana (Figuras 2, 3, 4 e 5).
- Aproveitamento de energia solar para aquecimento de água e geração de energia (Figura 6).
- Reabilitação tecnológica de edifícios (*retrofit*) e recuperação de áreas urbanas degradadas (Figura 7).
- Materiais construtivos tradicionais e novos materiais disponíveis no mercado: desempenho, reuso, reciclagem, energia embutida, ciclo de vida, impacto ambiental, certificação de produtos (Figura 8, 9 e 10).



Figura 1 – Abordagens projetuais da Arquitetura Sustentável no exemplo Brasileiro e Australiano, com ênfase nos aspectos de Conforto Ambiental, Marília Chino e LÍlian Mitsunaga, 2005/2.

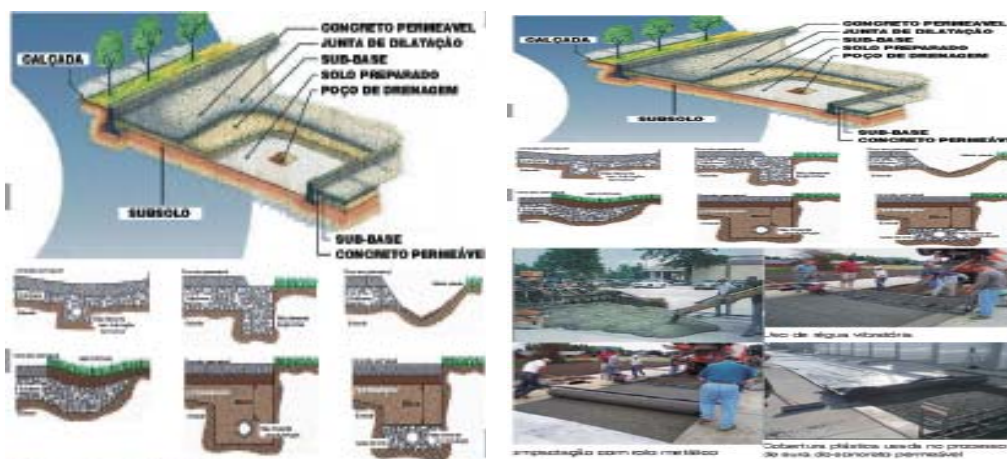


Figura 2– Concreto Permeável, Bruno Polastre e Lara Santos, 2006/2.

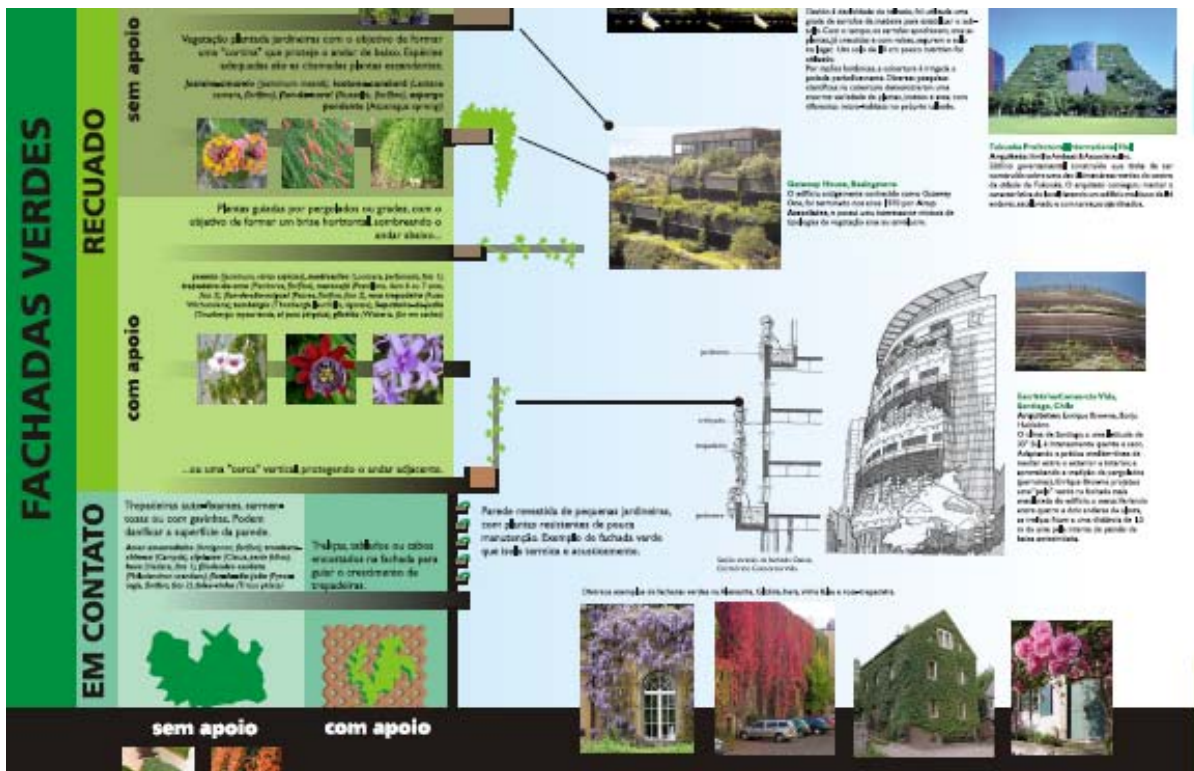


Figura 3 – *Literalmente Verdes*, Bruno Mendes e Karina Irino, 2005/2.



Figura 4– *A Drenagem em Três Escalas*, Lara Del Bosco e Marília Fernandes, 2006/2.

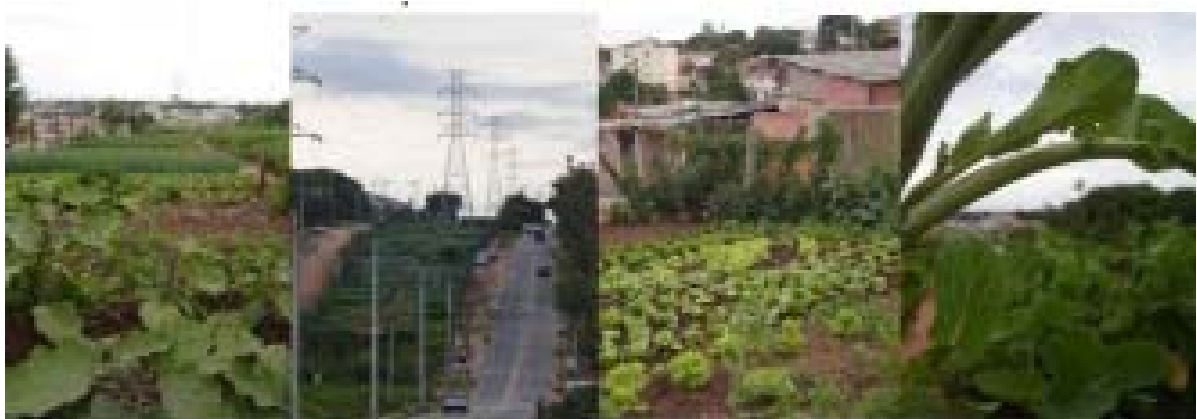


Figura 5 – *Permacultura Urbana*, Clara Pássaro Martins e Juliana Petrarolli, 2005/2.

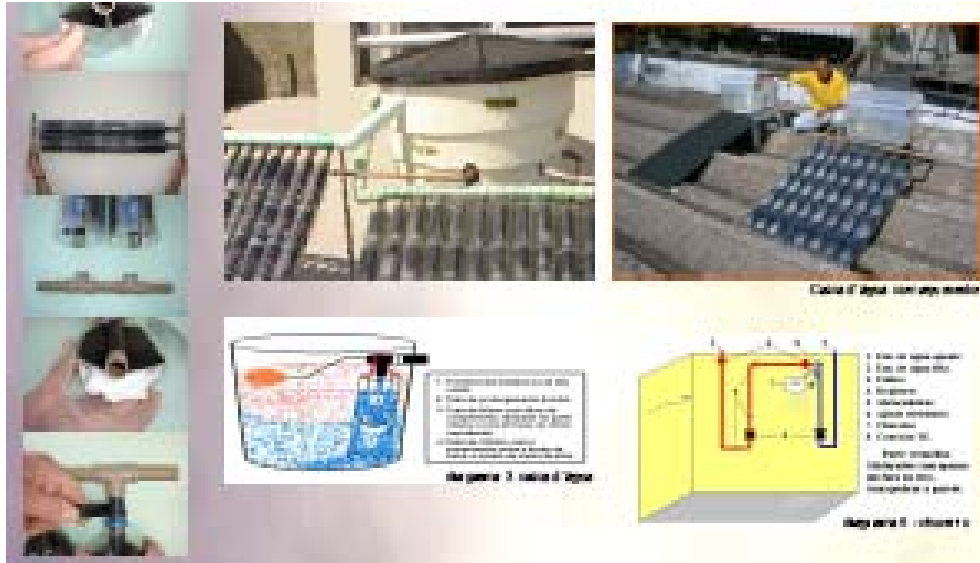



Figura 6 - Viabilidade da energia solar para aquecimento da água, Dalva Vieira e Carlos Porfírio, 2006/2.


ED. YERVANT KISSAJIKIAN
 Cidade: São Paulo
 Ano de Execução: 2005
 Empresa Responsável pela atualização da fachada: Klir



Características:
 É a primeira construção comercial a utilizar um sistema de recuperação de fachadas que prevê a instalação de perfis de alumínio sobre a antiga caixilharia, resgatando sua qualidade estética e aumentando a eficiência do sistema de isolamento acústica e de condicionamento artificial. Renovação também dos sistemas de telefonia, elétrica e elevadores.

Economia:
 A solução adotada, de revestimento dos perfis da caixilharia por novos perfis renovou a fachada, solucionou problemas técnicos e gerou uma economia de 65%, em comparação com o custo que corresponderia à integral substituição de todos os caixilhos. O desempenho do sistema de condicionamento artificial também foi otimizado, pois optou-se por fechar todas as janelas maxim-air, o que evitou a perda de eficiência do ar-condicionado.

CEPAM - Centro de Estudos e Pesquisa da Adm. Municipal
 Cidade: São Paulo
 Ano de Execução: 2005
 Iniciativa Pública



Características:
 Foram estudadas novas propostas nas seguintes áreas: reforma física, projeto elétrico, projeto LUMINOTÉCNICO, ventilação e cobertura, piso, arranjo do mobiliário, descupinização, sanitários, recuperação do concreto armado, acessibilidade.

	1978		2003		2005		de ocupação	de abertura	de cobertura
	Jan	Jul	Jan	Jul	Jan	Jul			
Ocupação	46.029	46.029	56.674	56.674	56.674	56.674	56.674	56.674	56.674
Ventos	-3.589	-4.233	-41.619	-36.077	-47.625	-36.936			
Vidros	13.727	13.083	147.19.722	16.785.19.473	16.797.6.398				
Opaco	2.732	4.027	78.064	32.282	48.115.328	987	24.357	19.868	
Cobertura	251	485	16.343	19.107	46.304	33.828	24.716	16.744	
Fachada	2.974	5.012	1.724	3.175	1.641	3.159	1.647	1.164	
TOTAL	63.022	63.022	117.331	117.331	117.331	117.331	117.331	117.331	117.331

	1978		2003		2005	
	Jan	Jul	Jan	Jul	Jan	Jul
Ocupação	46.029	46.029	63.000	63.000	56.674	56.674
Ventos	-6.459	-7.979	-88.000	-72.000	-58.486	-51.253
Vidros	8.281	10.092	170.000	140.000	11.708	15.707
Opaco	2.936	5.812	136.000	30.000	6.751	68.121
Cobertura	669	14.224	135.000	125.000	74.792	54.697
Fachada	3.367	1.589	0	5.000	2.000	3.423
TOTAL	54.829	76.646	416.000	391.000	163.439	157.369

Figura 7 - Retrofit: Reabilitação Tecnológica de Edificações, Flávio Faggion e Maria Leticia Chirinéa, 2006/2.

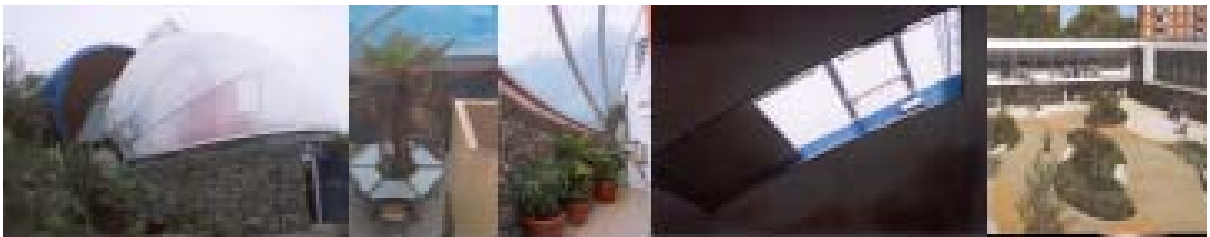
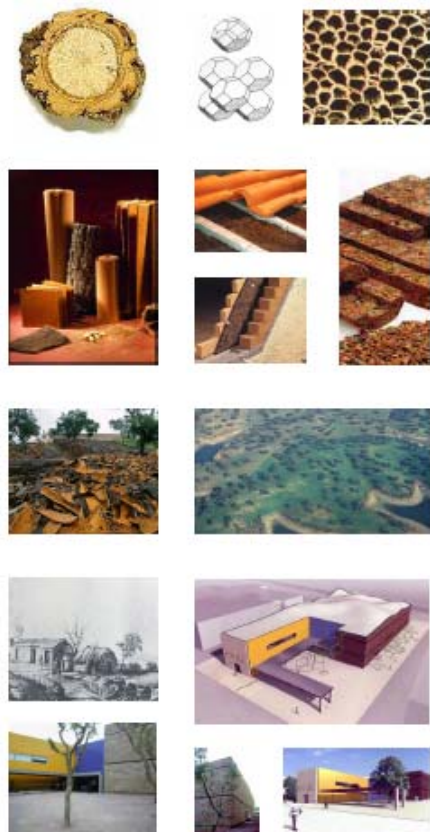


Figura 8 – Comportamento térmico de materiais translúcidos, Aline Barbieri e Rogério Takeuti, 2006/2.



Figura 9 – A reutilização de materiais na construção civil, Beatriz Fernandes e Marcela Teixeira, 2006/2.



O Consumo de Madeira no Estado de São Paulo

Do total de madeira extraída, o Estado de São Paulo, sozinho, consome 5,6 milhões de m³/ano, o equivalente a 20% do total, ultrapassando o volume de madeira tropical consumido pela França, Grã-Bretanha e Espanha juntas (fig. 5).

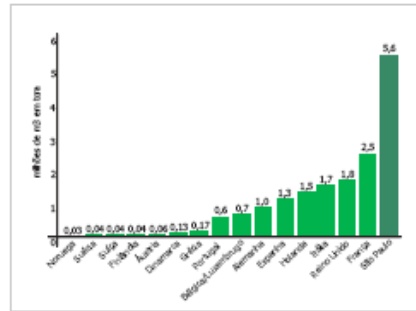


Figura 5 – Comparação do consumo de madeira tropical entre São Paulo e países europeus, 1997. Análise de Terra / IMAPLORA / AMAZON, 1999 – Fonte: ITTO / AMAZON (para São Paulo).



Figura 10 – À esquerda, Cortiça, produto natural por excelência, Gabriel Gutierrez e Hugo Santos; á direita, O mercado de madeira e a construção civil, Aline Sasse e Elaine Terrin, 2006/2.

Além da conexão entre alguns trabalhos no mesmo semestre letivo, outra característica desse conjunto apóia-se na proposta da disciplina de dar continuidade aos temas pesquisados, complementando-os nas turmas seguintes. A disponibilização dos trabalhos recentes no site da disciplina, bem como de TFGs – Trabalhos Finais de Graduação e ICs - Iniciações Científicas desenvolvidos no LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAUUSP², abordando temas ambientais, tem estimulado esse prosseguimento. A oportunidade de expor e discutir publicamente os trabalhos, em um seminário aberto de avaliação, também incentiva um maior envolvimento dos alunos e acaba atraindo novos inscrites (Figura 11).



Figura 11 – Seminário de apresentação e discussão dos trabalhos finais. Museu FAUUSP, 2006 (D. Duarte).

² <http://www.usp.br/fau/labaut>

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente a pesquisa, a prática de projeto e o ensino nas escolas de Arquitetura e Urbanismo têm como cenário algumas das grandes questões globais para a sustentabilidade: o aquecimento global de um lado e o consumo de energia de outro (BRUNDTLAND, 1987; IPCC, 2007), a qualidade da vida urbana e as necessidades e vantagens do adensamento (ROGERS; GUMUCHDJIAN, 1997; HEWITT; HAGAN, 2001), e o impacto ambiental das cidades versus a necessidade de se diminuir a pegada ecológica dos assentamentos humanos no planeta (GIRARDET, 2004).

O tema da arquitetura sustentável tem um papel de destaque nas áreas de pesquisa, prática e crítica em vários centros de excelência no cenário internacional. Todo esse investimento inclui questões de ordem técnica, como os avanços sobre os modelos de ciclo de vida útil de materiais e componentes da construção, como também outras de ordem prática, ilustradas no comprometimento profissional de especialistas da arquitetura e da engenharia mecânica sobre a operação de edifícios, visando ao menor impacto ambiental. O reconhecimento crescente do tema também acontece por parte do poder público (reconhecimento esse que é visto em obras e instrumentos da legislação) e pela valorização pelo mercado e pela indústria da construção civil, sendo este um cenário ainda distante da realidade brasileira (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Por outro lado, observa-se nos últimos anos uma crescente procura por parte dos alunos pelos temas da arquitetura e da construção sustentáveis, apesar das poucas referências nacionais teóricas e projetuais. São também muito comuns as interpretações e pré-concepções totalmente equivocadas sobre a arquitetura sustentável (KRONKA MÜLFARTH, 2003; 2006), mostrando que ainda há uma carência na abordagem do tema em outras disciplinas do curso. Dessa forma, a inserção dessa discussão nos currículos das escolas de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil deve ser amplamente incentivada.

Após três anos consecutivos, é nítido o interesse e o envolvimento dos alunos pelos temas propostos, e é sensível a melhora de qualidade dos trabalhos finais, abordando questões ligadas ao uso da água (macro e micro-drenagem, reúso de água de chuva), à inserção do verde na cidade (tetos verdes, paisagismo produtivo), ao aproveitamento da energia solar para aquecimento de água e geração de energia elétrica, a novos usos de materiais tradicionais, ao desempenho e o impacto ambiental de novos materiais disponíveis no mercado, à reabilitação tecnológica de edifícios e áreas urbanas degradadas, ao reúso de materiais de construção, dentre outros.

A experiência que vem sendo realizada na AUT 221 mostra que, pós a conclusão da disciplina, tem acontecido com certa frequência a retomada de trabalhos desenvolvidos nos semestres anteriores em diversos ateliês para revisão de conceitos e incorporação de novos parâmetros de sustentabilidade. Outras interações ao longo do semestre letivo acontecem, em especial, com as disciplinas da área de paisagem e ambiente, por iniciativa dos alunos e com o incentivo dos professores.

Outra constatação é que boa parte dos Trabalhos Finais de Graduação dos alunos egressos da AUT 221 têm refletido essas novas idéias, motivados pelos temas da agenda da arquitetura de baixo impacto ambiental. A vivência no contexto local, neste caso uma megacidade com quase 19 milhões de habitantes na região metropolitana de São Paulo, desperta ainda mais o interesse dos alunos na busca de soluções. Para diferentes tipologias arquitetônicas e projetos urbanos, considerações quanto ao conforto ambiental e a eficiência energética tornaram-se ponto de partida, juntamente com as preocupações sobre adensamento versus qualidade ambiental, diversidade de usos e mobilidade. Paralelamente, as propostas trazem, ainda, um reconhecimento do papel da arquitetura e do projeto urbano na formação de uma consciência ambiental.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUT 221 – Arquitetura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. AUT/FAUUSP Disponível em: <<http://www.usp.br/fau/aut221>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

BRUNDTLAND, Gro Harlem (1987). *Our Common Future. The World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press. (versão em português, *Nosso Futuro Comum*. São Paulo: FGV, 2001).

DUARTE, Denise, GONÇALVES, Joana (2001). Exercício de Projeto Bioclimático no Departamento de Tecnologia - AUT/FAUUSP. In:VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro. Campinas: ANTAC.

DUARTE, Denise, PRATA, Alessandra R. (2003). Sustentabilidade ambiental urbana: projetos no Departamento de Tecnologia - AUT/FAUUSP. In:VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO E EDIFICAÇÕES, 2003, Curitiba. Curitiba: ANTAC.

EDWARDS, Brian, HYETT, Paul (colab.) (2002). *Rough Guide to Sustainability*. London: RIBA. (versão em espanhol *Guia Básica de la Sostenibilidad*, Gustavo Gili e 2 ed. em inglês, RIBA, 2005).

GIRADET, H. (2003). *Creating Sustainable Cities*. Schumacher Briefings n.2. Bristol: Green Books.

GIRARDET, H. (2004). *Cities People Planet: Livable Cities for a Sustainable World*. Wiley-Academy.

GONÇALVES, Joana, DUARTE, Denise (2006). Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. (no prelo).

HAGAN, Susannah (2001). *Taking Shape. A new contract between architecture and nature*. Oxford: Architectural Press.

HAWKEN, Paul, LOVINS, Amory, LOVINS, Hunter (2000). *Capitalismo Natural. Criando a próxima revolução industrial*. São Paulo: Cultrix.

IPCC (2007). Climate Change 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

KRONKA MÜLFARTH, Roberta Consentino (2003). *Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental*. Tese (Doutorado em Arquitetura). São Paulo: FAUUSP.

KRONKA MÜLFARTH, Roberta (2006). A Sustentabilidade e a Arquitetura. São Paulo, *AU*, n.147, jun.2006, p.70-73.

ROAF, Susan *et al.* (2001) *Ecohouse. A Design Guide*. New Delhi: Architectural Press. (versão em português *Ecohouse - A Casa Ambientalmente Saudável*. São Paulo: Artmed, 2006).

ROGERS, Richard (chairman) (1999). *Towards an Urban Renaissance. Final Report of the Urban Task Force*. DETR - Department of the Environment, Transport and the Regions of London. London: E & FN SPON.

ROGERS, Richard, GUMUCHDJIAN, Philip (ed.) (1997). *Cities for a Small Planet*. London: Faber and Faber,. (versões em espanhol *Ciudades para un pequeño planeta* e português *Cidades para um pequeno planeta*, Gustavo Gili).

YANNAS, Simos (2006). Sustainable Design in Architecture. The environment as form generator - not a waste bin. (Apres. Joana Gonçalves). São Paulo, *Pós*, n.19, jun.2006.

YEANG, Ken (2000). *The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Prestel. (versão em espanhol *El rascacielo ecológico*, Gustavo Gili).

Agradecimentos aos ex-alunos da disciplina, aos professores Dr. Phillip Gunn (*in memoriam*), Dr. Ualfrido Del Carlo, Dr. Geraldo Serra e Dr. Marcelo Roméro, aos alunos de pós-graduação estagiários no programa PAE – Programa de Aperfeiçoamento de Ensino/USP e às diversas pessoas que colaboraram como palestrantes convidados ou como debatedores nos seminários: Arq. MSc. Doutoranda Karin Marins, Arq. MSc. Andréa Bazarian Vosgueritchian, Arq. MSc. Doutoranda Patricia Samora, Arq. Doutorando Leonardo Monteiro, Arq. Dra. Cláudia Ruberg e Arq. Dra. Alessandra Prata.