

EXERCÍCIO DE PROJETO BIOCLIMÁTICO NO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA - AUT/FAUUSP

Denise Duarte, Joana Carla Soares Gonçalves

Universidade de São Paulo/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / Dep. Tecnologia (AUT)
Rua do Lago, 876 Cidade Universitária 05508-900 São Paulo – SP Brasil
tel.: 55 11 3818-4571 fax: 55 11 3818-4539 dhduarte@terra.com.br jocarch@usp.br

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato da disciplina AUT 256 – Conforto Ambiental Interdisciplinar II (Confortão II) do Departamento de Tecnologia da FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, oferecida no 4ºano do curso de graduação. Além das questões de conforto térmico, de iluminação, de acústica e de ergonomia, a disciplina aborda a evolução das questões de conforto para as de sustentabilidade ambiental, incluindo essas variáveis no projeto de arquitetura. Para o exercício do semestre letivo 2000/2, a disciplina explorou alternativas ambientalmente mais conscientes ao atual padrão dos edifícios escolares públicos na cidade de São Paulo.

ABSTRACT

This paper presents the report of the course AUT 256 – Interdisciplinary Environmental Comfort II from the Technology Department of FAUUSP - Faculty of Architecture and Urbanism of the University of Sao Paulo, offered to the 4th grade in the undergraduate programme. Besides thermal comfort, daylighting, acoustics and ergonomics issues, this discipline embraces the evolution of environmental comfort to sustainability, including these variables in the architectural design process. To the students' design project of 2000/2 term, the discipline explored environmentally conscious solutions, which were taken as alternatives to the current standard of public school buildings in Sao Paulo.

1. INTRODUÇÃO - PROPOSTA DA DISCIPLINA

Este trabalho apresenta um relato da disciplina AUT 256 – Conforto Ambiental Interdisciplinar II (Confortão II) do Departamento de Tecnologia da FAUUSP, oferecida no 4ºano do curso de graduação, no semestre 2000/2. Complementando as questões de conforto térmico, iluminação e acústica e ergonomia, a disciplina abordou a evolução das questões de habitabilidade para as de sustentabilidade ambiental, tratando essas variáveis no projeto de arquitetura de edifícios e nos espaços abertos (fig.1, equipe Alessandra Vieira, Estela Alves, Isadora Tsukumo, Natasha Menegon, Renato Baldin).

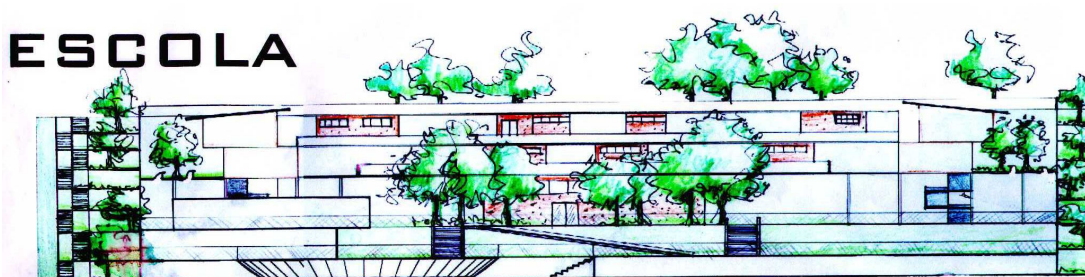


Figura 1 - Vista frontal de uma das propostas apresentadas pelos alunos.

Dentro da grade curricular do Curso de Graduação, o Grupo de Conforto Ambiental do Departamento de Tecnologia da FAUUSP oferece seis disciplinas obrigatórias, sendo quatro disciplinas básicas (iluminação, ergonomia, conforto térmico e acústica) e duas de integração disciplinar, com projeto e avaliação de desempenho, conhecidas na faculdade como Confortão I e II, de 90h cada, incluindo o trabalho de ateliê fora do horário de aula. O Confortão I visa diagnosticar as condições climáticas e de ruído urbano, propondo soluções de projeto que vão do meio externo até a envoltória do edifício. O Confortão II conclui o processo de projeto, incluindo a avaliação de desempenho interno.

O tema do projeto é diferenciado a cada semestre. No período 2000/2, o Confortão II tratou o edifício escolar, motivando a incorporação de tecnologias ecologicamente mais conscientes, e questionando o atual padrão arquitetônico dos edifícios escolares públicos na cidade de São Paulo. Nesse semestre foram abertas duas turmas de 60 alunos cada, com 2 horas/aula semanais, além das atividades extra-classe. Os professores envolvidos no curso foram: Prof. Dra. Anésia Barros Frota, Prof. Dr. Moacyr Cordeiro, Prof. Dra. Denise Duarte e Prof. MA. Joana Carla Soares Gonçalves, além de alguns professores e profissionais convidados.

2. PROGRAMA DA DISCIPLINA NO SEMESTRE LETIVO 2000/2

CONFORTÃO II SEQUÊNCIA DAS AULAS EXPOSITIVAS E ATELIÊS	Apresentação do curso	2h
	Aula temática sobre edifícios escolares 1	2h
	Aula temática sobre edifícios escolares 2	2h
	Ateliê – atendimento. Concepção do projeto: croquis	2h
	Ateliê – atendimento. Concepção do projeto: croquis	2h
	Revisão de iluminação com ênfase em edifícios escolares	2h
	Revisão de conforto térmico com ênfase em edifícios escolares	2h
	Softwares (Arquitrop/CTCA/Luz do Sol/Daylight/DLN)	2h
	Revisão de acústica com ênfase em edifícios escolares	2h
	Revisão de ergonomia com ênfase em edifícios escolares	2h
	Aula temática sobre sustentabilidade em arquitetura	2h
	Ateliê – atendimento. Estudo preliminar e simulações.	2h
	Ateliê – atendimento. Estudo preliminar e simulações.	2h
	Ateliê – atendimento. Estudo preliminar e simulações.	2h
	Seminário: anteprojeto, avaliação de desempenho, cálculos, simulações.	2h
	Seminário: anteprojeto, avaliação de desempenho, cálculos, simulações.	2h
Entrega do trabalho para exposição	2h	

Além das aulas expositivas e dos ateliês, como atividades extra-classe foram realizadas visitas e palestras de professores convidados, além de um seminário para apreciação e avaliação das propostas. As palestras versaram sobre técnicas construtivas específicas, como construção com terra (Prof. MSc. Reginado Ronconi, do AUT) e madeira (Arq. MSc. Roberta Kronka, doutoranda no AUT), e sobre comunidades sustentáveis (Prof. Dr. Ualfrido Del Carlo, do AUT); essas palestras foram proferidas fora do horário de aula e abertas a todos os interessados.

Ao final, com a conclusão dos projetos dos alunos, foi feito um seminário, também aberto à comunidade FAU. Esse evento de encerramento contou com a apreciação e a avaliação de professores convidados: Prof. Minoru Naruto, do Departamento de Projeto da FAUUSP, Prof. Nelson Solano, ex-professor da FAUUSP, atualmente professor da UniABC, e Arq. Nilva Friedman, formada pela FAUUSP, e atualmente consultora do Ministério da Educação para edifícios escolares.

3. TEMA DO PROJETO

No semestre letivo 2000/2 a disciplina tratou o edifício escolar como tema de projeto, motivando a pesquisa e a incorporação de tecnologias ecologicamente mais conscientes, e questionando o atual padrão dos edifícios escolares públicos na cidade de São Paulo. Com esse intuito, foi incentivada a exploração de técnicas vernaculares vinculadas ao emprego de sistemas industrializados.

O projeto destinava-se a atender a São Remo, comunidade carente vizinha ao *campus* da USP, e deveria abranger não só o contexto ambiental - sempre visando o conforto e o menor consumo de energia - como também o contexto social, usando técnicas e materiais condizentes com a realidade local, o que resultou em uma rica variedade de propostas de menor impacto ambiental. Exemplificando, uma característica presente em diversas propostas apresentadas pelos alunos foi a busca de identificação com a comunidade, usando os mesmos materiais, mas de um jeito bem resolvido, com propostas usando material reaproveitado e/ou reciclado.

De início foram feitas visitas à comunidade São Remo e ao Circo-Escola do ICC – Instituto CESP Criança, entidade privada sem fins lucrativos da Companhia Energética de São Paulo, que está em pleno funcionamento, vizinho à área de intervenção. Contudo, uma das carências da comunidade continua sendo uma escola de ensino fundamental e médio, além de serviços de apoio, tais como creche e equipamento de lazer.



Figura 2 – A comunidade São Remo e o circo-escola (fotos: J. Gonçalves).

Complementando o trabalho de campo, foi feita uma visita técnica orientada ao Colégio Sidarta, em Cotia, caracterizado pelos espaços que satisfazem as exigências de conforto ambiental e pelo projeto pedagógico diferenciado, seguindo os estudos realizados pela Escola do Futuro da Universidade de São Paulo, cada vez mais liberto do ensino tradicional.

3.1 Área de Intervenção

O terreno é bastante acidentado, com aproximadamente 4000m², situado entre o Hospital Universitário e a comunidade São Remo, a uma quadra da Av. Corifeu de Azevedo Marques. Atualmente, além de servir como passagem de pedestres, o local vem sendo utilizado como depósito de lixo e entulho, comprometendo a qualidade de vida da comunidade.

Considerando as condições de exposição do local, os problemas acústicos ficaram restritos à compatibilidade das diferentes atividades a serem organizadas no projeto. A declividade foi favorável ao auto-sombreamento do terreno e ao aproveitamento dos ventos predominantes.

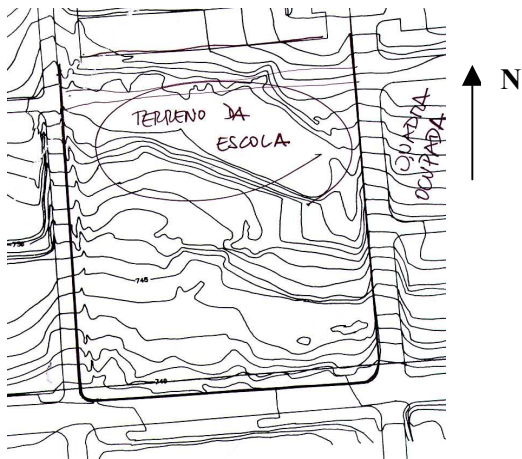


Figura 3 – Área de intervenção, com terreno de aproximadamente 200 x 200m.

4. ALGUMAS PROPOSTAS APRESENTADAS

Ilustrando, a proposta abaixo optou por implantar os edifícios nas partes mais acidentadas do terreno, preservando as áreas com menor declividade para os pátios, evitando grandes movimentações de terra. O projeto aproveita a passagem naturalmente utilizada pelos moradores do bairro como acesso principal, criando um pequeno espaço de recreação para a comunidade, onde se propõe uma nova área para o circo-escola, com um pátio sombreado (fig.2, equipe Chen Yen Kuang, Érica Takeuti, Emília Hayashi, Gérson Uchida, Leonardo Shieh, Marcelo Senday)..

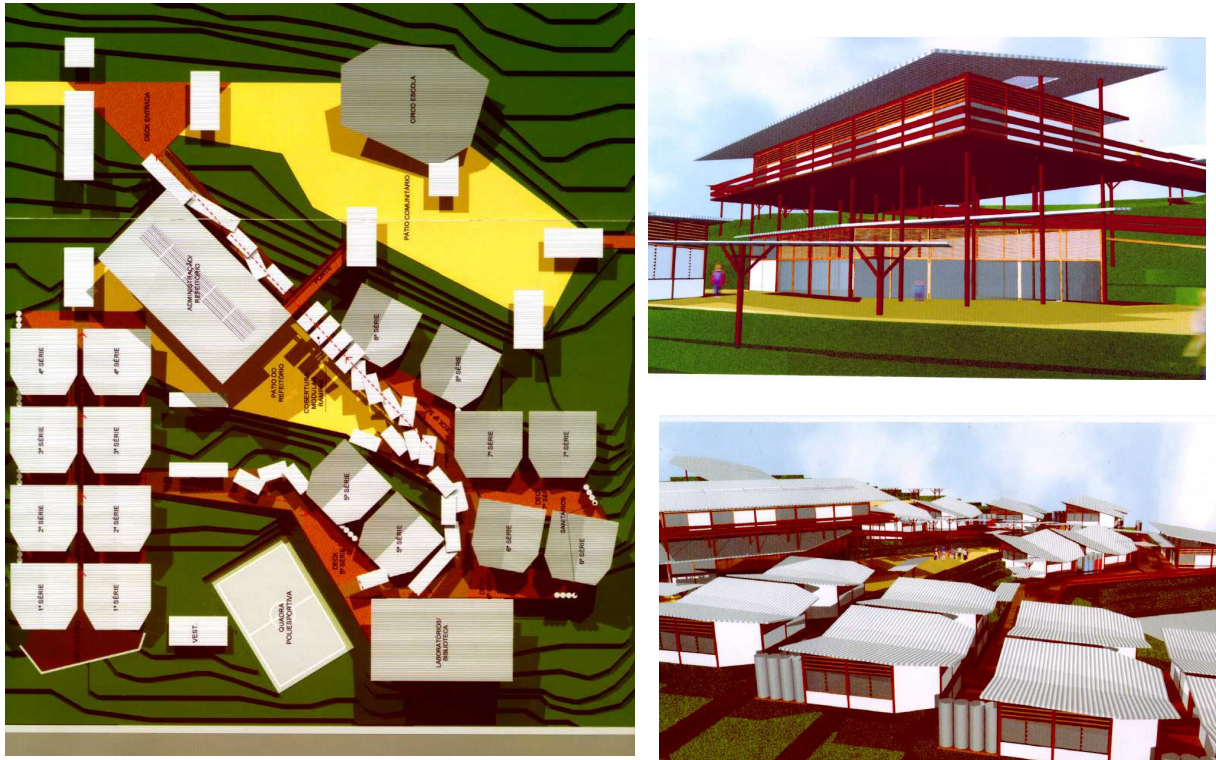


Figura 4 – Implantação à esquerda. À direita, no alto, vista do edifício da administração, do refeitório e do pátio central. À direita, abaixo, em primeiro plano, salas de aula.

A proposta a seguir (fig.3, equipe Alessandra Vieira, Estela Alves, Isadora Tsukumo, Natasha Menegon, Renato Baldin) foi pensada para aproveitar a declividade do terreno e, dessa forma, suas funções se organizam verticalmente em três níveis. Os sheds, além de levar iluminação natural para os níveis inferiores do edifício, agregam também a função de composição dos espaços externos de estar.

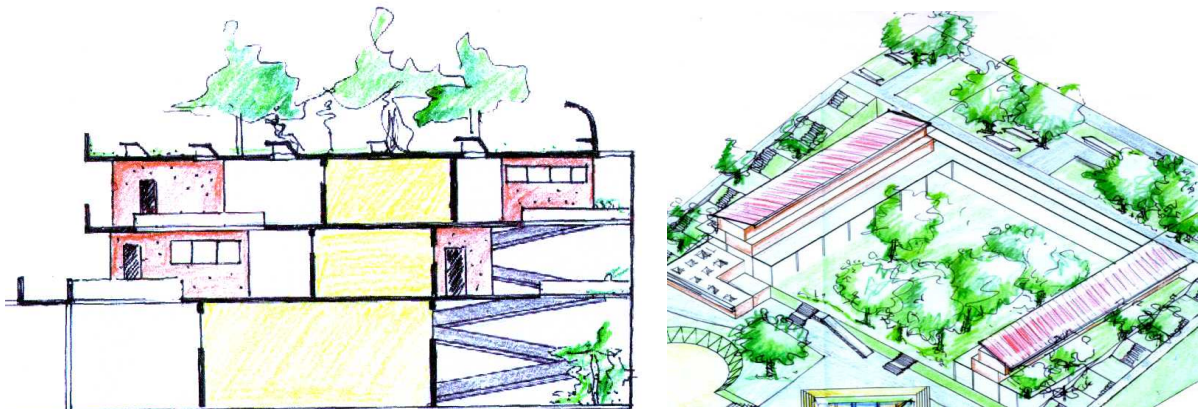


Figura 5 – Corte e perspectiva da proposta apresentada na figura 1.

O projeto abaixo (fig.6, equipe Fabio Okamoto, Leonardo Cadaval, Mariana Rial), definido como uma vila dentro da comunidade, priorizou a criação de espaços abertos de transição entre os edifícios que abrigam diferentes funções da escola.

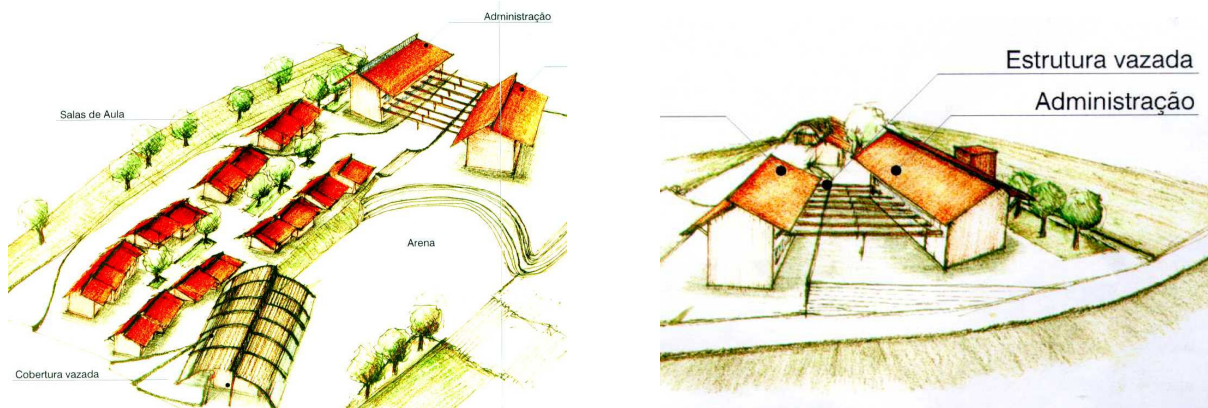
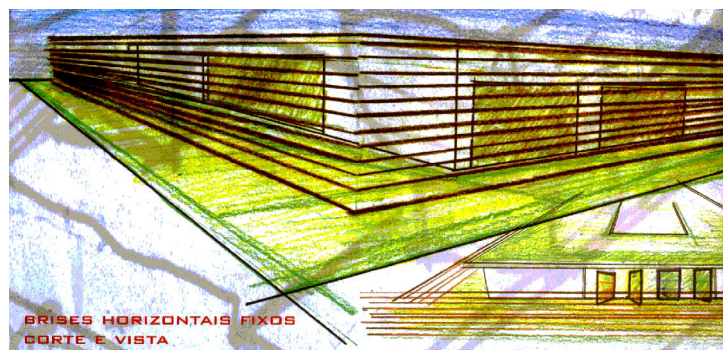


Figura 6 – Perspectivas da vila.

Já o projeto seguinte (fig.7, equipe Adriana Guimarães, Francis Vianna, Gustavo Picarelli, Milena Szafir) concentra as funções em um único bloco horizontal, localizado no centro do terreno, com espaços semi-confinados no interior e na periferia do edifício. Um fechamento de madeira, permeável ao vento e à luz, cerca o bloco, criando condições microclimáticas de transição entre o exterior e o



interior.

Figura 7 – Croqui de uma das propostas apresentadas.

A avaliação de desempenho foi uma ferramenta de estudo incorporada ao processo de projeto, auxiliando a tomada de decisões, tais como o posicionamento e o dimensionamento das aberturas para iluminação e ventilação, bem como a avaliação de desempenho térmico e acústico (fig.8, à esquerda, simulação de iluminação da equipe Chen Yen Kuang, Érica Takeuti, Emília Hayashi, Géron Uchida, Leonardo Shieh, Marcelo Senday e, à direita, projeto de brise da equipe Andréa Villela, Cátia Vicentini, Marcio Luiz, Paula Suiama, Thais Oliveira).

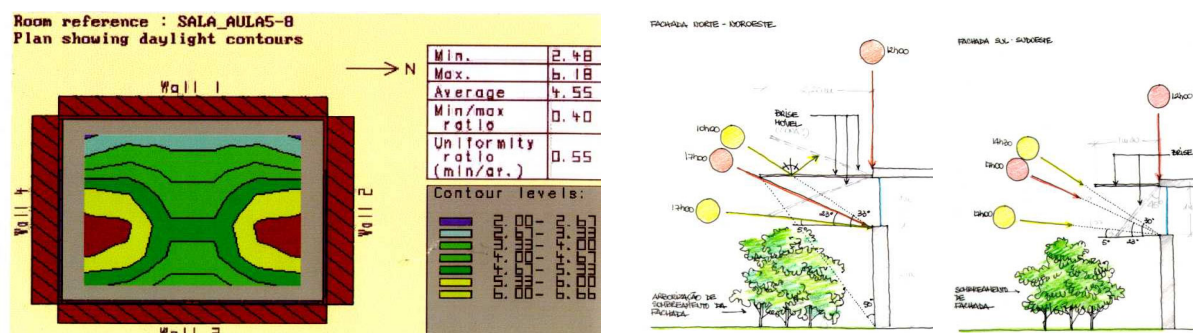


Figura 8 – À esquerda, estudo de iluminação natural nas salas de aula.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram uma grande variedade de propostas arquitetônicas e tecnológicas. Parte delas trataram o tema sob uma ótica predominantemente vernacular, caracterizando a escola como uma vila dentro da comunidade; outras trabalharam com uma ótica mais cosmopolita, explorando uma imagem mais contemporânea do objeto arquitetônico, incorporando aspectos estéticos de uma arquitetura minimalista. Ambas as vertentes exploraram diferentes possibilidades de uso de materiais ambientalmente mais adequados, muitas vezes reciclados ou reaproveitados, coleta de água da chuva, coberturas verdes, coberturas ventiladas, dentre outras.

O envolvimento dos alunos durante todas as atividades do curso foi fundamental para a implementação das atividades propostas e para o resultado de sucesso dos trabalhos apresentados. Muitos alunos acabaram por trazer questões para discussão em sala de aula, tais como novas técnicas didáticas que requerem espaços diferenciados, enriquecendo o debate.

6. BIBLIOGRAFIA DO CURSO

A bibliografia, montada para atender as necessidades específicas do tema do projeto, foi discriminada segundo os tópicos abordados pela disciplina, desde as questões básicas de conforto até as leituras complementares, sempre buscando os títulos mais atualizados na área e os títulos de referência.

6.1 Acústica

ALUCCI, M. P., CARNEIRO, C., BARING, J. G. A. (1986). *A Implantação de Conjuntos Habitacionais*. Recomendações para Adequação Climática e Acústica. São Paulo: IPT, 1986.

AMBROSE, J., OLLSWANG, J. E. (1995) *Simplified Design for Building Sound Control*. New York: John Wiley, 1985.

CSTB Magazine /Centre Scientifique et Technique du Batiment. Paris: CSTB. ISSN: 0291-1299.

EGAN, David (1972). *Concepts in Architectural Design*. New York: McGraw-Hill, 1972.

FINESTRA. São Paulo: ProEditores. Trimestral.

GIBBS, Barry (1995). *Noise Control in the Built Environment*. Curso ministrado no III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Gramado, jul. 1995.

IPT (1988). *Tecnologia de Edificações*. Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI/IPT, Divisão de Edificações, 1988. Capítulo 5: Acústica. p.415-460.

JOSSE, Robert (1975). *La Acústica en la Construcción*. Barcelona: Gustavo Gili, 1975.

TÉCHNE. São Paulo: Pini. Bimestral. ISSN:0104-1053.

6.2 Diagnóstico Climático / Geometria Ótima

ALUCCI, Márcia P (1993). *Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica*. São Paulo: FAUUSP, 1993. Tese (Doutoramento em Arquitetura).

ALUCCI, Márcia P., CREMONESI, Fernando. CONFORTO AMBIENTAL. *Roteiro para o Exercício da Disciplina AUT 254*. Apostila.

6.3 Conforto Térmico, Geometria Solar e Conservação de energia

BITTENCOURT, Leonardo (1990). *Uso das cartas solares*. Maceió: EDUFAL, 1990.

FROTA, Anésia, SCHIFFER, Sueli (1987). *Manual de Conforto Térmico*. São Paulo: Nobel, 1987.

GIVONI, B. (1998) *Climate Considerations in Urban and Building Design*. New York: J.Wiley, 1998.

GIVONI, Baruch (1994). *Passive Cooling of Buildings*. New York: John Wiley & Sons, 1994.

LAMBERTS, Roberto, et al.(1997) *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW, 1997.

- MOORE, Fuller (1993). *Environmental Control Systems*. New York: McGraw-Hill, 1993.
- RIVERO, Roberto (1985). *Arquitetura e Clima. Condicionamento Térmico Natural*. Porto Alegre: Luzzato, 1985.
- SZOKOLAY, Steven (1996). *Solar Geometry*. University of Queensland: Queensland, 1996. PLEA Notes. Passive and Low Energy Architecture International. Design Tools and Techniques.

6.4 Iluminação

- ANDER, Gregg (1995). *Daylighting. Performance and Design*. New York: Van Nostr.Reinhold, 1995.
- MAJOROS, András (1998). *Daylighting*. University of Queensland: Queensland, 1998. PLEA Notes. Passive and Low Energy Architecture International. Design Tools and Techniques.
- MOORE, Fuller (1991). *Concepts and Practice of Architectural Daylighting*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1991.
- STEEMERS, K., BAKER, N., FANCHIOTTI, A. (ed).(1993) *Daylighting in architecture: a European reference book*. London: James & James, 1993.

6.5 Edifícios escolares

- BRUBAKER, C. Willian (1998). *Planning and Designing Schools. Architecture for Education by Perkins & Will*. United States: McGraw-Hill, 1998.
- FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Programa Arquitetônico e especificações de edificação escolar de 1º grau.
- FERRAZ, Marcelo (ed.), LATORRACA, Giancarlo (org.). (2000) *João Filgueiras Lima. Lelé*. São Paulo: Blau/Inst. Lina Bo P. M. Bardi, 2000.
- GONÇALVES, Helder *et al.* (1997) *Edifícios Solares Passivos em Portugal*. Lisboa: INETI, 1997. Cap.2: Escolas.
- HERZOG, Thomas (ed.). (1996) *Solar energy in architecture and urban planning*. Munich: New York: Prestel, 1996.
- LIMA, Mayumi Watanabe de Souza (1995). *Arquitetura e Educação*. São Paulo: Nobel, 1995.
- Mader Usscheallr (A primeira Eco-Escola de 1ºGrau em Vorarlberg). Número Esp.Ano 20. Maio 1999.
- Nova Escola. A Revista do Professor*. São Paulo: Fundação Victor Civita. (www.fvc.org.br)
- ORNSTEIN, Sheila, MARTINS, Cláudia (1997). *Arquitetura, Manutenção e Segurança de Ambientes Escolares: Um estudo aplicativo de APO. Ambiente Construído*. Junho 1997.
- ORNSTEIN, Sheila (1995). Avaliação Pós Ocupação aplicada ao conforto Ambiental: o caso das escolas de 1º e 2º graus da grande São Paulo. In: III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. *Anais*. Gramado, 4 a 7 jul. 1995. p.637-642.
- ORNSTEIN, Sheila (1997). Postoccupancy Evaluation Performed in Elementary and High Schools of Greater São Paulo, Brazil. The Occupants and the Quality of the School Environment. *Environment and Behavior*, vol. 29, n.2, March 1997, p.236-263.
- SCHILD, Goran (1996). *Alvar Aalto, Obra Completa: Arquitectura, Arte y Diseño*. Barcelona: Gustavo Gili, 1996. Cap. V: Edificios Culturales.
- YANNAS, Simos (ed.) *Design of Educational Buildings. Climate-Responsive Architectural Design Portfolios*. London: European Commission, [s.d.].

6.6 Edifícios escolares – páginas na internet

Eficiência Energética em Escolas – programas para incentivar a construção de edifícios escolares energeticamente eficientes e para divulgar o ensino de questões ambientais nas escolas.

<http://www.eren.doe.gov/energysmartschools/>

<http://www.sea.vic.gov.au/schools/news/index.html>

<http://www.ecw.org/education/e2k.html>

<http://www.nrel.gov/>

Rebuild America - programa do governo americano para renovação de edifícios, visando economia do consumo de energia. Além dos edifícios escolares o programa abrange edifícios de escritórios, edifícios históricos, etc.

<http://www.rebuild.org/strategic/atschool/atschool.htm>

Green School Project

<http://www.ase.org/greenschools/>

California High Performance Schools Workshops

<http://www.sbicouncil.org>

6.7 Leitura Complementar: Energia, Arquitetura e Meio Ambiente Urbano

BEHLING, Sophia *et al.* (1996) *Sol Power. The evolution of solar architecture*. Munich: Prestel, 1996.

DANIELS, Klaus, SCHWAIGER, Elizabeth (1997). *The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas*. Birkhauser, 1997.

GOULDING, John R., LEWIS, J. Owen, STEEMERS, Theo C. (ed.). (1994) *Energy in Architecture. The european Passive Solar Handbook*. Batsford for the Comission of the European Communities. London, 1994.

GOULDING, John R., LEWIS, J. Owen, STEEMERS, Theo C. (ed.). (1993) *Energy Conscious Design*. Batsford for the Comission of the European Communities. London, 1993.

HERZOG, T., KAISER, N., VOLTZ, M. (ed.). (1996) *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*. Prestel, 1996.

HOUGH, Michael (1998). *Naturaleza y ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

MALDONADO, Eduardo, YANNAS, Simos (ed.). (1998) Environmentally Friendly Cities. PLEA'98. The 15th Passive and Low Energy Architecture Conference. Lisbon, 1998. *Proceedings*. London: James & James, 1998.

RUANO, Miguel (1999). *Ecourbanismo. Entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

SLESSOR, C., LINDEN, J. (1997) *Eco-Tech: Sustainable Architecture and High Technology*. Thames and Hudson, 1997.

SPIRN, Anne Whiston (1995). *O jardim de granito*. São Paulo: EDUSP, 1995.

STEEMERS, Koen, YANNAS, Simos (ed.). (2000) Architecture, City, Environment. PLEA2000. The 17th International Passive and Low Energy Architecture Conference. Cambridge, July, 2000. *Proceedings*. London: James & James, 2000.

SZOKOLAY, Steven (ed.) (1999) Sustaining the future. Energy-ecology-architecture. PLEA'99. The 16th International Passive and Low Energy Architecture Conference. Brisbane, Australia, 22-24 September 1999. *Proceedings*. Brisbane: University of Queensland, 1999. 2v.

Agradecimentos aos alunos do semestre 2000/2 e aos professores convidados.