

AUT0286 – Conforto Ambiental 3: Termoacústica**Unidade: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo****Departamento: Tecnologia da Arquitetura**

Créditos Aula: 4. Créditos Trabalho: 1. Carga Horária Total: 120h.

Professores Ministrantes 2019/2º semestre: Profa. Dra. Alessandra Prata Shimomura, Profa. Dra. Denise Helena Silva Duarte; Prof. Dr. Leonardo Marques Monteiro; Profa. Dra. Ranny Loureiro Xavier Nascimento Michalski.**Monitores:** Eduardo Gasparelo Lima (PAE); Laís de Gusmão Coutinho (PAE voluntária); Dra. Cristiane Mitiko Sato Furuyama; Jessica Mari Hanao, Letícia Kamitsuji e Luiza de Oliveira Chiachiri (PEEGs voluntárias).**Ementa:** Clima e arquitetura. Diagnóstico climático. Acústica arquitetônica e urbana. Mapeamento sonoro. Exigências humanas de conforto térmico e acústico. Grandezas envolvidas no comportamento térmico e sonoro. Absorção sonora. Transmissão sonora e acústica de edificações. Desempenho térmico e acústico de materiais e componentes construtivos. Ganho/perda de calor pela envoltória. Balanço térmico da edificação. Inércia térmica. Insolação e entorno construído. Ventilação natural. Índices de conforto térmico e acústico.**Objetivos:** Instrumentar o aluno para a avaliação de desempenho térmico e acústico de edifícios de forma empírica e analítica, com verificação qualitativa e quantitativa.**Método:** Aulas expositivas. Medições. Exercícios analíticos e projetuais para o teste de alternativas de melhoria do desempenho térmico e acústico dos edifícios (trazer calculadora para as aulas).**Avaliação:** Método e critério: a avaliação será composta por um trabalho (conceitual e exercícios), desenvolvido em equipes compostas por até 5 alunos, com duas partes: a primeira para a avaliação de desempenho de um ambiente construído e a segunda para a proposição e avaliação de desempenho térmico e acústico de intervenções com diferentes estratégias de projeto. Detalhes sobre os procedimentos de avaliação serão discutidos em sala de aula, com os alunos. Vistas de prova e trabalho: apenas em horário e local a serem divulgados, quando da publicação das notas da avaliação. Presença mínima obrigatória: 70%. Norma de Recuperação: prova escrita individual sobre todo o conteúdo do semestre. A nota final será a média aritmética entre a nota da prova de recuperação e a média final do semestre.**Programa**

1	AGO	06	PARTE I - FUNDAMENTOS Apresentação do curso - Objetivos, Método, Avaliação, Bibliografia Clima e arquitetura - Diagnóstico Climático Acústica arquitetônica e urbana - Urbano, Edifício, Salas - Paisagem Sonora	9		08	Inércia térmica - Método Simplificado Condições climáticas e do ambiente interno - Exercícios: verificação das condições internas
2		13	Som, ouvido humano e percepção sonora dB, pressão sonora, potência sonora e intensidade sonora - Exercícios: quantificação	10		15	Índices de conforto térmico - Modelo adaptativo Compatibilização da insolação - Insolação x iluminação
3		20	dB, pressão sonora, potência sonora e intensidade sonora Comportamento sonoro - Exercícios: medição e percepção	11		22	Ventilação natural - Ação dos ventos, efeito chaminé e combinado - Verificação de desempenho térmico - Exercícios: verificação da ventilação
4		27	Variáveis e trocas térmicas - Desempenho térmico de materiais e componentes construtivos Ganho/perda de calor pela envoltória - Soluções de projeto comparativas - Exercícios: k, ganho/perda de calor	12		29	PARTE III – APLICAÇÃO INTEGRADA Apresentação do trabalho - Trabalho Parte 01: avaliação de desempenho
	SET	03	SEMANA DA PÁTRIA	13	NOV	05	Desenvolvimento do trabalho - Trabalho Parte 02: proposição e avaliação de desempenho de intervenções
5		10	PARTE II - ESPECIFICIDADES Absorção sonora Acústica de recintos fechados - Exercícios: acústica de recintos	14		12	Fechamento do trabalho - Trabalho Parte 02: proposição e avaliação de desempenho de intervenções Entrega até 12/11 às 17h no AUT
6		17	Transmissão sonora e acústica de edificações - Exercícios: acústica de edificações	15		19	Encerramento da disciplina Retorno comentado dos trabalhos - Divulgação das Notas
7		24	Seminário Mapeamento Sonoro	16		26	Substitutiva/Recuperação Prova Individual
8	OUT	01	Balanço térmico da edificação - Ganhos de calor pela envoltória/internos - Perdas de calor pela envoltória/por ventilação - Exercícios: balanço térmico	17	DEZ	03	SEMANA DO TFG

Bibliografia

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ACÚSTICA

1. BISTAFA, Sylvio R., *Acústica Aplicada ao Controle do Ruído*, São Paulo: Edgard Blücher, SP, 2ª edição revisada, 2011.
2. EGAN, M. David, *Architectural Acoustics*. New York: J. Ross Publishing, 2007.
3. GERGES, S. N. Y., *Ruído: Fundamentos e Controle*. 2ª Edição, Florianópolis: NR Editora, 2000.
4. SOUZA Léa Cristina Lucas de; *et al*, *Bê-á-bá da acústica arquitetônica ouvindo a arquitetura*. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

TÉRMICA

1. FROTA, Anésia B., SCHIFFER, Sueli T. *Manual de Conforto Térmico*. 8ed. reimpressão. São Paulo: Studio Nobel, 2012.
2. GIVONI, B. *Climate Considerations in Urban and Building Design*. New York: John Wiley & Sons, 1998.
3. GONÇALVES, Joana C. S., BODE, K. (ed). *Edifício Ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
4. LAMBERTS, Roberto *et al*. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 3 ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. (<http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>).
5. NICOL, Fergus; HUMPHREYS, Michael; ROAF, Susan. *Adaptive Thermal Comfort. Principles and Practice*. Oxon: Routledge, 2012.
6. SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. (ed). *Passive Cooling of Buildings*. London: James & James, 1996.
7. SZOKOLAY, Steven V. *Introduction to architectural science: the basis of sustainable design*. Oxford: Architectural Press; Elsevier, 2004.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ACÚSTICA

1. ASSELINEAU, Marc. *Building Acoustics*, CRC Press, 2015.
2. BRANDÃO, Eric. *Acústica de salas: Projeto e Modelagem*. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.
3. CARVALHO, Régio Paniago, *Acústica arquitetônica*. Brasília: Thesaurus, 2006.
4. COSTA, Ennio Cruz da. *Acústica técnica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
5. GRUNOW, Evelise, *Acústica Questão Ambiental: Akkerman Projetos Acústicos*, São Paulo: Editora C4, 2008.
6. KINSLER, L. E. et al, *Fundamentals of Acoustic*, John Wiley & Sons, 1982.
7. KUTTRUFF, H., *Room Acoustics*, Fourth Edition, Spon Press, 2000.
8. MARCO, Conrado Silva de. *Elementos de acústica arquitetônica*. São Paulo: Nobel, 1990.
9. MURGEL, Eduardo. *Fundamentos de Acústica Ambiental*, São Paulo: Editora Senac, 2007.
10. PATRÍCIO, J. V., *Acústica nos Edifícios*, Engebook, Sétima edição revista e aumentada, 2018.
11. ROSSING, Thomas D. et al, *The science of sound*. San Francisco: Addison-Wesley, 2002.
12. SANTOS, Jorge Luiz Pizzutti dos, *Estudo do potencial tecnológico de materiais alternativos em absorção sonora*. Santa Maria: Editora UFSM, 2005.
13. SANTOS, Jorge Luiz Pizzutti dos, *Isolamento sonoro de partições arquitetônicas*. Santa Maria: Editora UFSM, 2012.
14. SCHAFER, R. Murray, *O Ouvido Pensante*. São Paulo: Editora UNESP, 1991.
15. SCHAFER, R. Murray, *The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world*. Rochester: Destiny Books, 1994.
16. SILVA, Pérides, *Acústica arquitetônica & condicionamento de ar*. Belo Horizonte: Edtal, 2002.
17. KROPP, Wolfgang. *et al*. *Urban Sound Planning – the SONORUS project*. Sweden, 2016. Disponível em: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/242257/local_242257.pdf> Acesso em: 05 AGO. 2019.
18. VALLE, Sólón do. *Manual Prático de Acústica*. 3ª edição, Rio de Janeiro: Editora Música & Tecnologia, 2009.
19. VIGRAN, Tor Erik, *Building Acoustics*, Taylor & Francis Group, 2008.
20. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Community Noise*. 1999. Disponível em: <<http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>>. Acesso em: 20 JUL. 2015.

TÉRMICA

1. BAKER, Nick. *The Handbook of Sustainable Refurbishment. Non-domestic Buildings*. London: Earthscan, 2009.
2. BAKER, Nick; STEEMERS, Koen. *Energy and environment in architecture. A technical design guide*. New York: E&FN Spon, 2000.
3. BANHAM, Reyner. *The architecture of the well-tempered environment*. 2ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
4. BITTENCOURT, Leonardo, CÂNDIDO, Chisthina. *Introdução à Ventilação Natural*. Maceió: EDUFAL, 2005.
5. COFAIGH, Eoin O. et al. *The climatic dwelling. An introduction to climate-responsive residential architecture*. London: James & James, 2000.
6. CORBELLA, Oscar, YANNAS, Simos. *Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos*. Rio de Janeiro: FAPERJ, Revan, 2003.
7. EGAN, M. D. *Concepts in thermal comfort*. New Jersey: Prentice-Hall, 1975.
8. FROTA, Anésia. *Geometria da Insolação*. São Paulo: Geros, 2004.
9. GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. London: Elsevier, 1976.
10. GIVONI, Baruch. *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
11. GONÇALVES, Helder et al. *Edifícios Solares Passivos em Portugal*. Lisboa: INETI, 1997.
12. GONÇALVES, Joana; DUARTE, Denise; MOURA, Norberto. *Arquitetura, clima e desempenho ambiental*. In: DIAS, M. A (Org.). *Arquiteturas em Contextos de Inovação: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento na Cidade Universitária da UFRJ*. Rio de Janeiro: Petrobras Cenpes, 2010, p. 188-221.
13. GONÇALVES, Joana; UMAKOSHI, Érica (colab). *The Environmental Performance of Tall Buildings*. London: Earthscan, 2010.
14. GOULDING, John R., LEWIS, J. Owen, STEEMERS, Theo C. (ed.). *Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook*. Batsford for the Commission of the European Communities. London, 1994.
15. GOULDING, John R., LEWIS, J. Owen, STEEMERS, Theo C. (ed.). *Energy Conscious Design*. Batsford for the Commission of the European Communities. London, 1993.
16. HAWKES, Dean. *The Environmental Tradition*. Oxford: E & FN SPON, 1996.
17. HAWKES, Dean. *The Selective Environment*. London; New York: Spon Press, 2002.
18. HESHONG, Lisa. *Thermal Delight in Architecture*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1979.
19. KOENIGSBERGER, O. et al. *Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Madrid: Paraninfo, 1977.
20. MONTENEGRO, Gildo. *Ventilação e Cobertas*. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.
21. NICOL, Fergus. *Standards for thermal comfort. Indoor air temperature standards for the 21st century*. London: Taylor & Francis, 2006.
22. OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.
23. RIVERO, Roberto. *Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural*. Porto Alegre: LUZZATO; UFRGS, 1985.
24. ROAF, Susan et al. *Ecohouse. A Design Guide*. New Delhi: Architectural Press, 2001. (versão em português, *Ecohouse - A Casa Ambientalmente Saudável*. 2 ed. São Paulo: Artmed, 2006 e *Ecohouse – A casa ambientalmente sustentável*. 3 ed. São Paulo: Bookman, 2009).
25. SANTAMOURIS, M. *Advances in Passive Cooling of Buildings*. London: Routledge, 2007.
26. SANTAMOURIS, M. *Environmental Design of Urban Buildings: An Integrated Approach*. London: Routledge, 2006.
27. SCHMID, Aloísio. *A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído*. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.
28. STEEMERS, Koen, STEANE, Mary Ann. *Environmental Diversity in Architecture*. London: Spon Press, 2004.
29. YANNAS, Simos; ERELL, Evyatar; MOLINA, Jose Luis. *Roof Cooling Techniques. A Design Handbook*. London: Earthscan, 2006.

NORMAS TÉCNICAS

ACÚSTICA

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10151: Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2019.
2. _____. NBR 10152: Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.
3. _____. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
4. _____. NBR 16313: Acústica – Terminologia. Rio de Janeiro, 2014.
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION (ISO). ISO 10140: Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements. Genève.
6. _____. ISO 16283: Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Genève.
7. _____. ISO 717: Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Genève, 2013.
8. MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). NR15: Atividades e operações insalubres, Anexo 3 - Limites e tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Brasília: Ministério do Trabalho, 2017.

TÉRMICA

1. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.
2. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Handbook of fundamentals. Atlanta: ASHRAE, 2017.
3. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). ASHRAE 55-2017 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2017.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-1: Desempenho Térmico de Edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Janeiro, 2003.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-2: Desempenho Térmico de Edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Janeiro, 2003.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-3: Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Janeiro, 2003.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575:2013 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Brasília: ABNT, 2010.
9. CEN BRITISH STANDARD (BS) EN 15251: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. London, 2007.
10. INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION (ISO). ISO 7726: Ergonomics of the thermal environment: instruments for measuring physical quantities. Genève: ISO, 1998.
11. INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION (ISO). ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genève: ISO, 2005.
12. MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). NR15 Atividades e operações insalubres, Anexo 3 - Limites e tolerância para exposição ao calor. Brasília: Ministério do Trabalho, 2017.
13. MINISTÉRIO DO TRABALHO (Brasil). NR 17 - Ergonomia. Brasília: Ministério do Trabalho, 2015.

Periódicos e magazines

Acústica & Vibrações, Ambiente Construído, Energy and Buildings, Building and Environment, Solar Energy, CIBSE, Projeto, AU, Técnica, Finestra, Architectural Science Review, Architectural Record, Architectural Design, Detail, Monolito.

Sites

ASA – Acoustical Society of America (<http://acousticalsociety.org/>)
PROACÚSTICA – Associação Brasileira para a Qualidade Acústica (<http://www.proacustica.org.br/>)
FIA – Federação Iberoamericana de Acústica (<http://www.fia.ufsc.br/>)
NCEUB – Network for Comfort and Energy Use in Buildings (<http://nceub.commoncense.info/>)
PLEA International – Passive and Low Energy Architecture (<http://plea-arch.org/>)
PHDC – Passive and Hybrid Draught Cooling (<http://www.phdc.eu/>)
SOBRAC – Sociedade Brasileira de Acústica (<http://www.acustica.org.br/>)