

ESTUDO DA DISCIPLINA DE ACÚSTICA AMBIENTAL PARA ENGENHEIROS.

José Elias Laier – jelaier@sc.usp.br
Escola de Engenharia de São Carlos USP
Departamento de Engenharia de Estruturas
Av. Trabalhador São-carlense 400.
1566-590 – São Carlos - SP

Resumo: *As preocupações com problemas relacionados com acústica ambiental têm merecido crescente interesse em nosso meio, particularmente os problemas relacionados com poluição acústica. O enfoque mais ambiental da engenharia tem sido notório no meio internacional, pois até no nome atual dos cursos, notadamente de engenharia civil, tal fato pode ser observado, ou seja, muitos cursos são agora intitulados “Civil and Environmental Engineering”. Assim sendo, começam a ser implantadas em nosso meio novas disciplinas com tais enfoques, e a de acústica ambiental é uma delas. Uma exposição da experiência com essa disciplina na Escola de Engenharia de São Carlos da USP é o objetivo do artigo em questão.*

Palavras-chave: *Disciplina de graduação, Acústica ambiental, Poluição sonora, Normas de silêncio urbano.*

1. INTRODUÇÃO

Os dicionários ao discorrerem sobre o significado da palavra engenharia esclarecem o assunto da seguinte maneira: engenharia é a arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos, e certas habilitações específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos, que são utilizados para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas. A engenharia, como os dicionários estão registrando, é, por conseguinte, uma arte antes de tudo; e uma arte voltada para a criação, mediante conversão de produtos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas. Nessa tarefa criadora, como os dicionários complementam, são empregados conhecimentos científicos e empíricos, acrescidos de certas habilitações específicas. A comparação da definição acima com a descrição dada ao termo tecnologia, ou seja, conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade, evidencia não haver completa identidade entre os termos engenharia e tecnologia, como a sabedoria dos dicionaristas implicitamente está mostrando. Cabe registrar que muitas vezes tal fato não vem sendo assim entendido em nosso meio por alguns desavisados pesquisadores de alguns ramos das ciências básicas, gerando-se então um emaranhado de confusões. No sentido de aclarar vários aspectos da abordagem de engenharia, especialmente dos problemas ambientais, algo da história recente precisa ser apresentado.

2. A QUESTÃO AMBIENTAL

Até meados dos anos setenta do século passado, a qualidade dos produtos e processos da engenharia era considerada por meio de um conjunto de códigos de construção e

procedimentos, com dispositivos voltados exclusivamente para a garantia de integridade e bom desempenho dos sistemas materiais e dos processos envolvidos tendo-se em conta apenas o período de vida útil, sem contar ser também uma regra a desatenção com o destino dado às sobras – lixo – decorrentes das atividades da engenharia. A realização pelas Nações Unidas do memorável evento de Estocolmo em 1972, tendo por tema exclusivo de sua agenda um conjunto de preocupações de ordem ambiental, despertou nos governantes do mundo inteiro a consciência de que já era a hora de se começar a cuidar com mais atenção do nosso mais que mal tratado meio ambiente (de certo modo já estavam convencidos de que não há outro planeta viável para a vida como conhecemos, a não ser a nossa querida terra!). A enorme repercussão das conclusões desse evento resultou numa série de atitudes em relação ao tema, e as preocupações passaram a contemplar especialmente todas as formas de poluição, como todas as formas de lixo, ruído acústico e demais agentes potencialmente poluidores, inclusive todos os produtos após seu período de vida útil, em sua grande maioria produtos da engenharia, como se sabe.

Tendo-se em vista que cabe à engenharia o atendimento das necessidades humanas por meio da conversão de recursos naturais, a maior tarefa no controle das fontes de poluição passa a ser também um problema de e da engenharia, não só pela maior responsabilidade para com o destino dos próprios recursos naturais envolvidos, mas principalmente em relação à destinação dos produtos da engenharia, após esgotarem suas vidas úteis, ou seja, após o encerramento do período no qual cumpriam as funções para as quais foram projetados. Com esse novo enfoque sendo incorporado ao universo da engenharia, é bastante notável o fato de as mais prestigiadas escolas de engenharia do mundo passarem a incluir na denominação de seus cursos de engenharia civil a palavra ambiental, ou seja, intitulando-as agora como Engenharia Civil e Ambiental (“Civil and Environmental Engineering”).

Ao se incorporar a palavra ambiental no nome dos cursos de engenharia civil, tais instituições não estavam praticando um gesto cosmético e de modismos, muito comuns em certas culturas atrasadas, mas algo provido de conteúdo. Como a prática internacional com essa nova configuração vem mostrando, nos países mais adiantados a engenharia passou a se ocupar responsabilmente dos problemas ambientais, conferindo-lhes tratamento científico, como vem permanentemente destinando a todos os problemas tradicionais de engenharia; não se esquecendo também da sempre indispensável abordagem empírica que decorre do conhecimento acumulado ao longo dos tempos, mediante códigos técnicos em matéria ambiental e códigos de impacto ambiental, que servem de base inclusive para a arbitragem de impostos e taxas de natureza ambiental (que visam cobrir e reparar o estrago ambiental eventualmente provocado). Os engenheiros dos países desenvolvidos estão mostrando esses caminhos e cabe agora aos engenheiros brasileiros se acharem nessa nova ordem mundial. A palavra nesse assunto agora está com a engenharia brasileira.

3. A ACÚSTICA AMBIENTAL EM NOSSO MEIO.

As preocupações com os ruídos do tráfego rodoviário, ferroviário e aeroviário, sem contar o fluvial, ainda embrionário em nosso meio, vêm de longa data. No Brasil é digno de nota que a cidade de São Paulo, já nos anos setenta, dispunha de um código de ruído urbano explicitado na Lei Municipal 8106 de 1974, LEI8106 (1974), com regulamentação pelo Decreto 11467 de 1974, DECRETO11467 (1974), contemplando, com notável qualidade técnica, um mapeamento detalhado da cidade no tocante aos níveis aceitáveis de ruído e em diversas horas do dia, penalizando-se competentemente os horários noturnos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas coloca o assunto em termos nacionais mediante as normas NBR 10151 (1987) e NBR 10152 (1987) no ano de 1987, ratificadas mais tarde pelas Resoluções de números 1 e 2 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, em 1990, Resolução N. 1 (1990) e Resolução N. 2 (1990), às vésperas da notável ECO/92 do Rio de Janeiro, onde se editou a popular agenda-21. No ambiente industrial, visando a saúde auditiva dos trabalhadores (ambiente do trabalho), o Ministério do Trabalho já dispunha da norma reguladora NR-15 (1973) “Atividades e Operações Insalubres”, na qual os níveis de fadiga ao ruído encontravam-se estabelecidos, no sentido de orientar ações nessa esfera de atividades.

Os primeiros cursos de acústica em nosso meio nasceram, é digno de registro, tendo-se por motivação primordial a questão trabalhista, como os trabalhadors mais permanentemente

pela FUNDACENTRO, órgão ligado ao Ministério do Trabalho, sem contar uma especial atenção dedicada à saúde pública, tarefa brilhantemente desempenhada pelo saudoso Prof. Lauro Xavier Nepomuceno, NEPOMUCENO (1977). Todavia, esse assunto ainda não está incorporado de modo permanente no elenco de disciplinas da graduação, como notado nas instituições universitárias dos países mais adiantados. Assim sendo, é objetivo do presente trabalho fornecer uma modesta contribuição para incorporar aos cursos de engenharia preocupações com a poluição acústica.

4. A DISCIPLINA OFERECIDA NA EESC-USP.

O objetivo da disciplina é basicamente fornecer aos alunos dos cursos de arquitetura, engenharia civil, mecânica e elétrica as noções básicas de acústica ambiental, as grandezas importantes, como intensidade sonora, pressão sonora, energia e potência propagada, bem como técnicas de medição e níveis de conforto, via direta com decibelímetros e via digital, mediante o emprego de micro-computador provido de placa A/D, com taxa de amostragem mínima acima de 50 khz.

O conteúdo contempla de início uma introdução à poluição ambiental por ruído e vibração, e seus níveis de tolerância, segundo as principais normas internacionais (inglesa, australiana e americana), LAWRENCE (1989) e DAVIS (1985). Noções básicas de mecânica e sistemas vibrantes de um grau de liberdade, com destaque para o comportamento distinto associado à massa, amortecimento e rigidez, bem como propagação de ondas unidimensionais e parâmetros fundamentais (intensidade, energia, pressão e rigidez acústicas), DAVIS (1982). As principais fontes de ruído e vibração, bem como as técnicas de atenuação (mitigação), são abordadas em seus aspectos essenciais, como o caso de barreiras acústicas, FOREMAN (1980). As principais grandezas acústicas e seus dispositivos de medição e procedimentos pertinentes encerram o temário HARRIS (1981).

As aulas teóricas são do tipo expositivo, e seguidas de aulas práticas envolvendo exemplos de aplicação e também estudo de casos, com a respectiva análise e discussão.

5. A DISCIPLINA OFERECIDA NA EESC-USP

A bibliografia básica empregada na disciplina, bem como um comentário sobre cada texto, é o assunto apresentado no que se segue.

O primeiro livro, que serve de balizamento para a disciplina, é de autoria de Nepomuceno, L.X., intitulado “Acústica”, editado pela Editora Edgar Blucher, em 1977, NEPOMUCENO (1977). Trata-se de um texto pioneiro em nosso meio, escrito por um autor dos mais respeitados, e o conteúdo, com nível invejável mesmo em termos internacionais, porem ainda pouco conhecido fora dos militantes na área. Poucos livros tratam com tanta competência e profundidade científica os vários assuntos da acústica. Em seguida vem Davis, M.L. e Cornell, D.A. com o texto “Introduction to Environmental Engineering”, PWS Publisher, 1985, DAVIS (1985), que consiste num texto clássico e também pioneiro na abordagem enfocando os temas da acústica como uma forma de poluição. Novamente Davis, M.L. e Cornell com o livro “Fundamentals of Acoustics”, John Wiley & Sons, DAVIS (1982), que já é um texto muito conhecido internacionalmente como um texto de enfoque mais teórico.

Destaque especial merece o livro Lawrence, A. “Acoustics and the Built Environment”, Elsevier Applied Science”, LAWRENCE (1989), que tem na simplicidade de exposição, sem contar virtuosa objetividade na apresentação mesmo de assuntos de natureza mais intrincada. Finalmente, vale registrar o texto de natureza mais de consulta, que é o manual Harris, D. A. “Noise Control Manual: Guidelines for Problem-Solving in Industrial, Comercial Acoustic Environment”, Van Nostrand Reinhold N.Y., HARRIS (1991), e ainda o livro Foreman, J.E.K. “Sound Analysis and Noise Control”, Van Nostrand Reinhold N.Y., FOREMAN (1990).

Agradecimentos

O autor gostaria de agradecer o apoio que vem merecendo do Conselho Regional de Engenharia do Estado de São Paulo (CREA-SP) na divulgação do esforços lá desenvolvidos,

através do Fórum das Instituições de Ensino, para o aperfeiçoamento dos cursos de engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEI MUNICIPAL 8106, “Dispõe sobre sons urbanos, fixa níveis e horários em que será permitida a sua emissão nas diferentes zonas de uso e atividades, e dá outras providências”, **Prefeitura de São Paulo**, 1974.

DECRETO MUNICIPAL 11.467, “Regulamenta a Lei 8106 de 30 de agosto de 1974 que dispõe sobre sons urbanos”, **Prefeitura de São Paulo**, 1974.

NR-15, “Atividades e operações insalubres”, Ministério do Trabalho, 1978.

NBR 10151, “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando a Conforto da Comunidade”, **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 1987.

NBR 10152, “Níveis de Ruído para Conforto Acústico”, **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 1987.

RESOLUÇÃO CONAMA N.1, “Poluição Sonora – Estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades”, **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 1990.

RESOLUÇÃO CONAMA N.2, “Poluição Sonora – Institui, em caráter nacional, o Programa Silêncio, visando o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população”, **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 1990.

NEPOMUCENO, L.X. “**Acústica**”, Ed. Edgar Blucher, 1977

DAVIS, M.L. e CORNELL, D.A. “**Introduction to Environmental Engineering**”, PWS Publisher, 1985

DAVIS, M.L. e CORNELL, D.A. “Fundamentals of Acoustics”, John Wiley & Sons, 1982.

LAWRENCE, E.K. e outros “Acoustics and the Built Environment”, Elsevier Applied Science, 1989

LAWRENCE, A. “Acoustics and the Built Environment”, Elsevier Applied Science, 1989.

HARRIS, D. A. “Noise Control Manual: Guidelines for Problem-Solving in Industrial, Comercial Acoustic Environment”, Van Nostrand Reinhold N.Y., 1991.

FOREMAN, J.E.K. “Sound Analysis and Noise Control”, Van Nostrand Reinhold N.Y., 1990.

AN STUDY OF THE ENVIRONMENTAL ACOUSTIC DISCIPLINE FOR ENGINEERS DISCIPLINE

Abstract: *Acoustic problems have recently been treated with especial attention in our country, particularly questions related with noise pollution. The environmental focus of the engineering science has internationally been noted in the modern denomination of the Civil Engineering courses now referred as Civil and Environmental Engineering. Nowadays we can observe many new disciplines related with environmental problems that are being*

implemented in Civil Engineering Faculties. Environmental acoustic discipline is one of them. This paper presents the environmental acoustic discipline that is being worked at Engineering School of São Carlos, University of São Paulo.

Key-words: *Environmental acoustic, Civil Engineering, Noise pollution, Acoustic annoyance.*