



III ENCONTRO NACIONAL I ENCONTRO LATINO-AMERICANO

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

LEGISLAÇÃO CONSTRUTIVA E POLUIÇÃO SONORA EM BELO HORIZONTE, MG

Victor M. VALADARES; Roberta V. G. de SOUZA; Arqs., mestrandos
Curso de Pós-Graduação em Eng. Civil - Centro Tecnológico da UFSC - Campus Trindade -
Cx. Postal 476 - CEP 88.049 - Florianópolis, SC - Tel.: (048) 231.9272 - Fax: (048)231.9770
Andréa Z. SILVA; Isabel C. F. COURA & Paula V. B. PINHEIRO; estudantes
Depto. de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo - Escola de Arquitetura da UFMG.
R. Paraíba, 697 - CEP 30.130-140 - B. Horizonte - MG. Tel.: (031)261.6841 Fax: (031)261.7286

RESUMO

Este trabalho, extraído da monografia vencedora do 1 Concurso de Monografia Ambiental Prof Marcus Pereira de Meio" de Belo Horizonte, faz uma breve análise da qualidade da legislação construtiva (Código de Obras e Lei de Uso e Ocupação do Solo) em vigor, para verificar se o edifício e o meio urbano, contribuem para um ambiente acústico dentro dos limites de conforto preconizados por resoluções e normas técnicas. A análise crítica da eficiência dos parâmetros urbanísticos partiu de questionamentos que geraram um *checklist* contendo itens de conforto acústico que a legislação pertinente deveria possuir. Foi, então, avaliado o desempenho da legislação construtiva, no processo de aprovação de projetos pela Prefeitura Municipal

ABSTRACT

This paper is a summary of the winner monography of the first contest of environmental monography of Belo Horizonte". It presents an analysis of the constructive laws of the city aiming to verify if the buildings and the city help to create an acoustically comfortable environment according to the limits determined in the legislation. The analysis of the efficiency of the urban parameters came from a series of questions raised in relation to items to be tested when the project of a new building is analyzed by the City Hail. From this questioning the performance of the legislation was analysed and tested in its efficiency.

PALAVRAS CHAVE

Conforto acústico, legislação construtiva, acústica urbana e poluição sonora

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise da qualidade da legislação construtiva em vigor em Belo Horizonte, para verificar se o processo de aprovação de projetos assegura ao cidadão um ambiente acústico dentro dos limites de conforto.

Com o Código de Defesa do Consumidor, a sociedade brasileira vem se conscientizando de seus direitos e, sua exigências também se estenderão ao âmbito do produto arquitetônico e urbano. O ambiente urbano deve ser capaz de apresentar um desempenho que atenda às necessidades de seus usuários. No caso do edifício, o conforto acústico é citado como um dos itens a serem atendidos por uma edificação de acordo com a CIB/83 e ISO/84 (citado em ORNSTEIN, 1992), envolvendo procedimentos para *controle do ruído, contínuo ou intermitente; inteligibilidade do som e tempo de reverberação*, preocupações deste trabalho em relação à legislação que orienta a produção do ambiente construído de Belo Horizonte.

METODOLOGIA

A realização da análise crítica da eficiência dos parâmetros urbanísticos e construtivos a partir da escala do edifício teve início nas seguintes questões: **a.** que tipos de ruído devem ser levados em conta numa avaliação desta natureza?; **b.** quais parâmetros da legislação explicitam os requisitos para assegurar conforto acústico no edifício? **c.** existe coerência na legislação construtiva em vigor com relação aos ambientes sonoros presentes na cidade?; **d.** existe relação entre a legislação construtiva e outras legislações, resoluções ou normas técnicas referentes ao condicionamento acústico dos ambientes urbano e do edifício?; **e.** existe relação entre os parâmetros de conforto e as tendências de apropriação do solo?

Tais questões deram origem a uma série de itens que a legislação deveria abordar a fim de que contribuir para o conforto acústico dos ambientes. A partir destes itens, que constituem a base de um *checklist* de avaliação, a legislação construtiva foi analisada. Após a elaboração dos questionamentos e itens de análise, fez-se um levantamento de dados, a partir do qual pôde se chegar a algumas conclusões.

A base de dados foi obtida através de:

1. Documentação indireta, envolvendo pesquisas documental e bibliográfica;
2. Documentação direta, por observação direta intensiva,
 - 2.1. realizada por entrevistas com técnicos envolvidos no processo de aprovação de projetos;
 - 2.2. realizando observação assistemática, baseada na vivência da equipe sobre a questão em enfoque.
3. Contato Global na unidade física de referência de uma área restrita da região da Savassi, representando uma amostra não probabilística intencional.

CONSIDERAÇÕES COM RELAÇÃO ÀS QUESTÕES LEVANTADAS

Baseando-se nas questões levantadas na metodologia, fez-se considerações procurando responde-las de forma a criar o *checklist* para orientar a análise.

O Ruído na Cidade - O ruído gerado no processo de desenvolvimento da sociedade industrial é resultado das sucessivas transformações energéticas e pode possuir níveis de pressão sonora suficiente para gerar incômodos à comunidade urbana, comprometendo, por vezes, a saúde e o comportamento das pessoas nela inseridas.

Os centros urbanos de médio e grande porte têm se tornado cada vez mais ruidosos, havendo necessidade, nos dias de hoje, da tomada de uma série de medidas atenuadoras para um amplo programa de conservação da audição, que deve também ser de responsabilidade do planejamento urbano. O ruído excessivo dos centros urbanos de alta polarização têm como fonte principal a circulação e as indústrias. O raio de abrangência espaço-temporal das fontes de ruído muitas vezes extrapolam os espaços físicos inerentes à sua atividade, infiltrando-se em ambientes que apresentam grande sensibilidade à exposição a certos níveis de ruído. É o que acontece quando o sistema viário retalha o tecido urbano edificável deixando a população diretamente exposta ao ruído de tráfego, que representa a maior contribuição ao ruído urbano (ALVARES & SOUZA : 1992). A própria forma de apropriação do solo urbano vigente envolve forte interação entre eixos viários e polarização de múltiplos usos a eles lindeiros, evidenciando uma tendência natural de exposição ao ruído de tráfego.

(ANDRÉS : 1975). Assim, em relação à primeira das questões, a equipe assumiu uma análise baseada na relação ruído de tráfego e os parâmetros legislativos.

Em Belo Horizonte, o ruído de tráfego, chega a valores médios de 69,5 dB(A) com valores extremos médios de 60 a 80 dB(A). Os valores do Índice de Ruído de Trânsito (TNI), que representam uma avaliação subjetiva do incômodo, apresentam valores entre 85 e 125 dB(A). Ao avaliar ambientes internos, também constatou-se níveis de ruído críticos: escolas com Leq de 51 a 68,2 dB(A), o Hospital das Clínicas com Leq de 63,2 a 68,4 dB(A), e uma residência situada na região sul da cidade com valores Leq de 67,6 dB(A), e TNI de 89 dB(A). O incômodo devido ao ruído gerado apenas pelo tráfego, ultrapassa os níveis máximos preconizados em lei. E os níveis de ruído de acordo com o TNI (embora seja um índice de medição de incômodo gerado em meio cultural diverso ao brasileiro) gerariam *incômodo* a toda a população e *incômodo elevado* a pelo menos 50% desta população (ALVAREZ & SOUZA: 1992)

Parâmetros que Contribuem para o Conforto Acústica na Cidade e no Edifício. Em nível urbano elegeu-se como parâmetros: (a) configuração dos edifícios e influência de sua volumetria na difusão de ruídos externos e grau de exposição dos ambientes internos ao ruído das vias; (b) capacidade de absorção sonora dos revestimentos externos e sua capacidade de atenuação das excessivas e sucessivas reflexões do ruído no meio urbano. E a nível do edifício: (a) características construtivas das paredes externas em termos de sua capacidade de isolamento sonoro e da absorção interna dos recintos, a fim de se obter o Índice de Redução Sonora Entre Ambientes; (b) materiais de revestimento das superfícies internas para controle o ruído e condicionamento acústico dos ambientes

Ambientes Sonoros Distintos em Belo Horizonte. Como as zonas de ocupação apresentem diferentes níveis de pressão sonora devido ao ruído de tráfego (ALVAREZ & SOUZA: 1992), o que a Lei de Silêncio municipal já leva em conta, há que se fazer considerações sobre que valor deve ser adotado como referência para análise do desempenho acústico dos elementos da edificação considerados significativos em termos de controle de ruídos no processo de aprovação de projetos: considerou-se que a legislação deve se basear em dados de ruído de tráfego de vias saturadas, que apresentam uma situação crítica com relação à produção de ruídos.

Relação entre a Legislação Construtiva e Outras Referentes ao Condicionamento Acústico dos Ambientes. A legislação construtiva, em termos de acústica do edifício e urbana, deve se relacionar com, resoluções do IBAMA (CONAMA-001) e normas técnicas geradas pela ABNT (NBR-10.152), além de leis municipais e federais, pertinentes ao assunto. Fazer referências a normas e/ou leis internacionais pode ser útil em certos casos, não se devendo deixar de fazer as devidas contextualizações culturais.

Tendências de Apropriação do Solo. Embora a cidade seja um fenômeno dinâmico, em constante transformação, pode-se considerar uma tendência de estabilização dos níveis de ruído de tráfego, uma vez que o trânsito tende a alcançar um certo nível de saturação (VAL : 1992), a menos que hajam mudanças estruturais no sistema viário. Havendo alteração das características de uso do solo, estes estarão sujeitos aos mesmos níveis de ruído de tráfego adotados, devendo tais usos se adaptarem a tais níveis sonoros. Em termos de ocupação do solo as volumetrias deveriam ser moldadas considerando-se, também, as formas de propagação do ruído em corredores críticos de tráfego.

ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO CONSTRUTIVA

Considerou-se, para fins de análise, o ruído do tráfego de veículos automotores. Os valores utilizados foram obtidos ora por dados oriundos de medições, ora obtidos do seguinte modelo matemático, conforme o ponto de observação:

$$L = 52 + 10 \cdot \log(Q/d) \quad [\text{dB(A)}] \quad [1]$$

para: L - nível de ruído do fluxo de tráfego

Q - n° de veículos por hora

d - distância do limite da via até o ponto de observação na calçada, [m],

sendo necessárias correções devido à porcentagem de veículos pesados, declividade média das vias e velocidade média do tráfego (JOSSE : 1975). Lembra-se aqui que os valores obtidos correspondem ao pavimento térreo e que, nos pavimentos superiores de edifícios lindeiros às vias podem estar sujeito a valores intensificados devido às múltiplas reflexões.

Verificou-se que os níveis de ruído são superiores aos preconizados em lei, devendo ser feitas mudanças de forma a diminuí-los, através da melhoria dos níveis e ruídos emitidos por veículos automotores (conforme resolução CONAMA 001 e 002 de 11/02/93), aperfeiçoamento da qualidade das vias e modernização dos meios de transporte (MOTA, 1974).

Ao se analisar o Código de Obras, verifica-se que o único item passível de ser considerado como controle de ruído é o relativo às paredes (artigos 307 e 315). O Código exige que as paredes externas nos edifícios comuns possuam a espessura mínima de "um tijolo", podendo chegar a "meio tijolo" em pequenas moradias na zona suburbana; o revestimento interno e externo de emboço e reboco, em argamassa apropriada, é obrigatório, a não ser quando o "estilo" exija material aparente, que dispense tal acabamento. Nestes artigos são feitas também exigências quanto a segurança estrutural e estanqueidade deste material.

Como o tijolo não é, hoje em dia, o único material utilizado para vedações externas e internas, verifica-se que o Código de Obras encontra-se defasado, além de não atender, necessariamente a requisitos de conforto acústico.

Em entrevistas com técnicos da "Secretaria de Atividade Urbanas" ligados à Aprovação de Projetos, foi afirmado que *é de praxe* que as espessuras sejam de 25 e 15 cm para paredes externas e internas, respectivamente, mas que se admitem paredes de 20 e 10 cm. Não há qualquer verificação ou arquivo da memória de cálculo do projeto quanto à acústica do mesmo, como é feito, por exemplo, para conferência de áreas. Quando o sistema construtivo não é previsto no regulamento em vigor, a Prefeitura remete a responsabilidade do desempenho da componente especificada (segundo exigências da ABNT), ao responsável técnico. Cabe ressaltar que, seguindo as exigências da ABNT sem estimar de forma conveniente o nível de ruído externo, não se tem garantias sobre o desempenho acústico dos materiais empregados. Constatou-se, que no procedimento de Habite-se e Baixa da construção, não se faz avaliações em campo do desempenho acústico da componente executada não existindo, também, procedimentos de Avaliação Pós-Ocupação.

Não se verificou qualquer referência oficial aos distintos ambientes acústicos da cidade ou sobre as diversas exigências acústicas que cada contexto urbano requer em termos do desempenho das componentes, sejam elas externas ou internas, havendo necessidade de se criar índices para avaliação da redução acústica destas componentes. Os níveis de ruído externo irão influenciar de forma significativa a definição da componente a ser especificada para cada edificação, devendo-se levar em conta, ainda, a volumetria e dimensões da referida edificação.

Com o advento da Arquitetura Moderna, as fachadas dos edifícios têm se tornado mais despojadas e lisas com materiais de revestimento bastante reflexivos como as cerâmicas, mármore, granitos e vidro, amplificando os níveis de ruído oriundos do tráfego através das reflexões sucessivas do som. Nota-se também a ausência de sistemas ou materiais absorvedores sonoros para atenuação dos ruídos do meio externo.

A atual lei de Uso e Ocupação do Solo, a partir das características dos Modelos de Assentamento, tem propiciado o aparecimento de edifícios verticalizados muito próximos às vias; os pavimentos superiores expostos a níveis mais acentuados, pela característica da propagação de ondas por isófonas, proveniente da fonte linear do fluxo de veículos e pela ausência de barreiras que possam atenuar o som pelos fenômenos de isolamento e difração sonora. Os modelos de assentamento em vigor propiciam implantação de volumetrias rígidas. Afastamentos escalonados e reentrâncias, podem auxiliar na proteção dos pavimentos superiores, muitas vezes sujeitos a níveis de ruído mais intensos.

A título de exemplo tem-se que, para uma sala de reuniões em um edifício comercial, a NBR 10.152/87 estabelece um valor máximo de 40 dB(A) ou curva NC 35 para os ambientes internos de permanência prolongada. A perda por transmissão composta de um parede externa de um edifício exposto a um nível de ruído de tráfego de 74 dB (nível a que se chega facilmente na região central da cidade), deveria ser de 34 dB. Supõe-se que a parede da fachada da sala possua as seguintes características: alvenaria de 12m² de 25 cm de espessura, rebocada e pintada e ambos os lados, na qual existe uma janela de 4,00 x 2,00 m, conjunto este com Perda por Transmissão Composta para 500 Hz de 29 dB e absorção total da sala de 14 sabines para frequência de 500 Hz.

O Índice de Redução Sonora Entre Ambientes obtido para esta parede é de 29,5 dB, valor insuficiente para se atingir o grau de conforto preconizado pela NBR. O índice de redução sonora foi calculado pelo seguinte modelo matemático (EGAN, 1972):

$$R = TLc + 10 \cdot \log (A/S) \quad [dB(A)] \quad [2]$$

para: R - índice de redução sonora da parede;
TLc - perda por transmissão composta;
A- absorção total do recinto;
S- área da parede exposta ao ruído.

Pela equação acima podemos observar que os materiais de revestimento das superfícies internas podem incrementar o valor da perda por transmissão, melhorando o índice de redução sonora da componente em avaliação. Desta forma torna-se importante o conhecimento dos valores de absorção interna dos recintos, úteis também ao cálculo do tempo de reverberação, para que se faça uma avaliação do desempenho acústico o mais completa possível.

WATERHOUSE (citado em HARRIS, 1977) apresenta requisitos de controle de ruído para os códigos de construção, chamando atenção para a necessidade desses requisitos, uma vez que os ruídos têm se intensificado. Também salienta que técnicas modernas de construção com ênfase na rapidez e economia, têm gerado edificações com capacidade de isolamento reduzido: a necessidade de isolamento sonoro é diretamente proporcional à densidade da população. Desde de 1938, países da Europa e América do Norte, tais como Alemanha, Inglaterra, Suécia, Noruega, Holanda e Canadá têm introduzido requisitos de controle de ruído em seus códigos de obra, tais como:

1. valores aceitáveis de isolamento sonoro em paredes e pisos das edificações em termos do ruído transportado por ar e por ruído de impacto;
2. situação aceitável dos edifícios em relação às fontes de ruído, como o de tráfego, por exemplo

CONCLUSÃO

Existem procedimentos inconsistentes e descontextualizados na legislação construtiva referente à aprovação e execução de projetos. A legislação construtiva atual fundamenta-se em parâmetros frágeis do ponto de vista do conforto acústico, sendo necessário um processo de atualização sistemático da mesma.

A avaliação do desempenho acústico dos elementos abordados ao longo deste trabalho pode ser considerada como significativa para se assegurar que os projetos aprovados proporcionem conforto acústico aos usuários ou melhorem o desempenho acústico dos ambientes urbanos.

O processo de aprovação de projetos deve levar em conta os direitos dos usuários/consumidores, distribuindo adequadamente as responsabilidades sobre a qualidade do ambiente construído em termos de sua concepção, construção, manutenção e avaliação no processo de aprovação. A introdução de procedimentos de avaliação pós-ocupação que realmente o processo de projeto e aprovação também são úteis ao monitoramento da qualidade da edificação.

Atualmente, no Brasil possuímos a NBR 10.152/82 referente aos níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em diversos ambientes na qual os técnicos responsáveis em atualizar o Código de Obras local, devem se balizar.

Por fim, salientamos que este trabalho procurou desenvolver uma breve análise crítica, enfocando um dos aspectos que devem ser observados na implementação de um amplo Programa de Conservação da Audição visando atenuar os efeitos da poluição sonora no ambiente urbano de Belo Horizonte.

REFERÊNCIAS

1. ALVARES, Pedro A. S. e SOUZA, Fernando P. *A poluição sonora em Belo Horizonte*. Rev. Acústica & Vibrações, 10, Fev.
2. ANDRÉS, Maurício. *Notas sobre o corpo urbano de Belo Horizonte*. Revista Fundação João Pinheiro, out., 1975, v. 5.
3. ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152 - *Níveis de ruído para conforto acústico*. ABNT, Dez. 1987.
4. ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10151 - *Norma para Tratamento acústico em recintos fechados* (revisão). ABNT, 1971.
5. BELO HORIZONTE, Prefeitura (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano). *Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, SMIDU, 1985.
6. BELO HORIZONTE, Prefeitura (Secretaria Municipal do Meio Ambiente). *Lei do Silêncio*. Lei Municipal no. 4253, de 04 de Dez. de 1985, cap.III.
7. BRASIL. Leis, decretos, etc. Legislação federal: *Controle da poluição ambiental* (atualizado até fev. 1993). - São Paulo, CETESB, 1993.
8. DECRETO-LEI No. 84 DE 21 DE DEZEMBRO DE 1940. *Regulamento de construções da prefeitura de Belo Horizonte*. sd.
9. EGAN, M. David. *Concepts in architectural acoustics*. New York, Mc Graw-Hill Book Company, 1972.
10. GÉRGES, Samir N. Y. *Ruído: fundamentos e controle*. Florianópolis, UFSC, 1992.
11. HARRIS, Cyril M. et alii. *Manual para el control del ruido*. Trad. José Fidel R. Acosta, Isabel P. M. Ubago, Fernando C. Cano e Luis C. Cobral. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local, 1977.
12. JOSSE, Robert. *La acústica en la construcción*. Barcelona, Gustavo Gili, 1975.
13. MARCONI, Marina de Andrade. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. / Marina de Andrade Marconi e Eva Maria Lakatos. São Paulo, Atlas, 1986.
14. MOTA, Suetônio. *Planejamento urbano e preservação ambiental*. Fortaleza, UFCE, 1974.
15. ORNSTEIN, Sheila. *Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído* / Sheila Ornstein e Marcelo Romero (colaborador). - São Paulo, Studio Nobel / EDUSP, 1992.
16. SILVA, Pêndes. *Acústica arquitetônica*. Belo Horizonte, Edições Engenharia e Arquitetura, 1971.
17. VAI, Grazielle. *O ruído na cidade deve se estabilizar*. Folha de São Paulo, 28 de outubro de 1992.