

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO ISOLAMENTO SONORO DE FACHADAS RESIDENCIAIS. ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS

Cintia S. de Queiroz (1); Elvira B. Viveiros (2)

GAAMA – Grupo de Acústica Arquitetônica e do Meio Ambiente
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

(1) e-mail: cintiaserra@yahoo.com

(2) e-mail: elvira@pesquisador.cnpq.br

RESUMO

A história das cidades vem mostrando uma tendência mundial de agrupar diferentes atividades nos centros urbanos, tais como trabalho, moradia, comércio, lazer, etc. Isso inflaciona o valor dos imóveis nessas áreas o que, por sua vez, induz à concentração de uma tipologia arquitetônica de edifícios residenciais multifamiliares. Em paralelo, o volume de tráfego aumenta continuamente e estudos, em diferentes partes do mundo, demonstram que essa é a maior fonte de ruído urbano. Em outras palavras, existem mais fontes sonoras permeando o tecido urbano, que está cada vez mais adensado. Por outro lado, a indústria da construção civil utiliza-se de novos materiais e usufrui do aprimoramento de técnicas construtivas, reduzindo o tempo de obra e minimizando custos. No entanto, no Brasil, tal evolução não se refletiu em melhor qualidade das edificações no que se refere o conforto acústico das habitações. Este trabalho confronta a evolução do ruído urbano com o desempenho do isolamento acústico das fachadas de edificações residenciais multifamiliares. A partir do estudo de caso da Avenida Beira Mar Norte, em Florianópolis, foi estimado o volume de tráfego ao longo dos anos e projetada a emissão sonora de veículos automotores a partir de métodos analíticos. Das edificações dessa via, os parâmetros arquitetônicos das fachadas frontais foram levantados e, seqüencialmente, inseridos no programa *Acoubat Sound*, para simulação do índice de redução sonora dessas componentes das edificações. Os resultados do modelo computacional foram correlacionados aos anos de construção dos edifícios, concluindo-se que o isolamento sonoro médio das fachadas das edificações pouco se alterou ao longo dos anos, mesmo com toda evolução tecnológica no setor da construção civil. Na verdade, a proteção sonora oferecida pelas edificações deteriorou-se em torno de 3 dB, enquanto que o ruído urbano aumentou, pelo menos, 6 dB(A).

Palavras Chave: Isolamento Acústico, Desempenho Acústico de Fachadas, Conforto Acústico, Redução Sonora, Ruído Urbano.

ABSTRACT

There is a world wide trend to concentrate activities such as business, living, pleasure, etc. in urban city centres, increasing the land value in these areas. Therefore, multi-storey residential buildings are becoming widely spread. At the same time the road traffic volume has continually increased and studies around the world show that it is the major contribution to urban noise. In other words, there are more sound sources in urban environment and they are closer to the dwellings. On the other hand, the building industry is taking advantage of new materials and construction techniques to accelerate construction time and lower its costs. However, in Brazil, as far as acoustic comfort is concerned, such evolution has not brought a more quality to the buildings, despite all the knowledge acquired over the years on the subject of building acoustics. This study draws a parallel between the growing level of urban noise and the sound insulation performance of the façades of multi-storey dwellings. From the case study of Beira Mar Norte Avenue, in Florianópolis, Southern Brazil, the road traffic volume over the years was estimated and the sound emission calculated by analytical methods. In sequence, the architectural parameters of the front façade of the buildings on that same avenue were obtained, which formed the input data to the *Acoubat Sound* computer program, in order to generate the sound reduction index. The results were analysed, chronologically and it was concluded that the sound insulation of the façades has decreased 3 dB over the years, while the urban noise is 6 dBA higher.

Key Words: Building Acoustics, Acoustic Performance of Façades, Urban Noise, Sound Insulation, Sound Reduction.

1 INTRODUÇÃO

Devido à escassez de terrenos e ao aumento da densidade demográfica nas grandes cidades, os edifícios multifamiliares se transformaram na principal tipologia habitacional. A título de ilustração, a concessão de pedidos de alvará em Florianópolis, no ano de 2004, foi de 507.750,79 m² em área para residências, segundo dados fornecidos pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON, 2007). Do total, 343.342,695 m² foram para residências multifamiliares, ou seja, 67,62%.

Com intuito de diminuir o tempo da obra e o custo da construção, os materiais construtivos foram se tornando, ao longo dos séculos, cada vez mais leves, como afirmam Duarte e Viveiros (2004). Paredes, fachadas, divisórias de ambientes e lajes menos espessas e/ou constituídas de materiais menos densos, acarretam maior transmissão sonora entre os ambientes. O progresso, observado pelo ponto de vista da qualidade acústica das habitações, tem se oposto ao bem estar da população.

Segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2007), o número de veículos no Brasil praticamente dobrou em apenas treze anos, no período entre 1990 a 2003. O aumento de carros e ônibus circulando nas cidades acarreta aumento da poluição sonora, visto que é o tráfego rodoviário o maior emissor de ruído urbano.

Segundo Hammad e Gibbs (1983), o isolamento acústico é freqüentemente negligenciado no projeto, principalmente nos países de clima quente, onde fatores como proteção térmica, insolação e ventilação também precisam ser consideradas.

O panorama descrito reflete o conflito das edificações brasileiras da atualidade. Enquanto o ruído urbano aumenta continuamente, o isolamento sonoro perde eficiência (DUARTE, 2005). Este trabalho, tomando como estudo de caso uma das principais avenidas residenciais em Florianópolis, avalia a evolução do isolamento sonoro das fachadas das edificações residenciais ao longo dos anos. A partir do índice de redução sonora, obtido por simulação computacional, a evolução do ruído urbano e a qualidade das edificações são confrontadas. Este artigo é baseado na pesquisa desenvolvida por Queiroz (2007).

2 ESTUDO DE CASO – A AVENIDA BEIRA MAR NORTE

Florianópolis é composta por uma ilha e por uma parte continental. Sua população, segundo a pesquisa de 2006 do IBGE, é de 406.564 habitantes e em sua área metropolitana vivem mais de 821.423 habitantes, cidade considerada a capital do Brasil com melhor qualidade de vida (VEJA, 2006) e detentora do segundo maior índice de desenvolvimento humano dentre os mais de 5.000 municípios do país.

Com a aprovação da lei de criação da Universidade Federal de Santa Catarina, em 1960, foi necessária a abertura de uma moderna via de ligação entre o centro da cidade e o bairro Trindade. Em 1976, as Centrais Elétricas do Sul do Brasil, empresa estatal, instalou-se na cidade, próxima à UFSC, trazendo para a cidade mais de 2.000 engenheiros e suas famílias. Segundo Corrêa (2005), entre 1950 a 1960, a população florianopolitana cresceu de 48.264 pessoas para 72.889, um crescimento de 53,09%, o que pressionou o desenvolvimento da construção civil. Os edifícios passaram de oito para doze ou mais pavimentos.

O Governador Celso Ramos planejou executar a Avenida Beira Mar Norte, o estudo de caso deste trabalho, uma via de trânsito rápido, para melhorar o trajeto dos veículos que partiam da região central em direção aos demais bairros da ilha, que foi inaugurada em 1977 (MEDEIROS, 2007). A avenida atraiu grandes edifícios de apartamentos, constituindo-se na área mais nobre da cidade até os dias de hoje.

A Avenida Beira Mar Norte é a principal de Florianópolis, importante eixo residencial e tem o metro quadrado mais caro da cidade. É esperado, portanto, que as edificações aí localizadas apresentem boas condições de conforto, de um modo geral.

A Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos do Município de Florianópolis, SUSP, possui em seu arquivo os projetos arquitetônicos de todas as edificações regulares da cidade para fornecimento de alvará de construção. Com base em seus registros de março de 2007 foi possível constatar o processo de verticalização na cidade, conforme demonstra o Gráfico 1. O número de construções com alvará é

apresentado só até a década de 90, pois a SUSP ainda não finalizou o registro da década de 2000 tendo em vista que os processos ainda estão tramitando junto ao órgão. Mesmo sem os dados mais atuais, verifica-se que o número de edifícios residenciais multifamiliares tem aumentado consideravelmente com o passar dos anos.

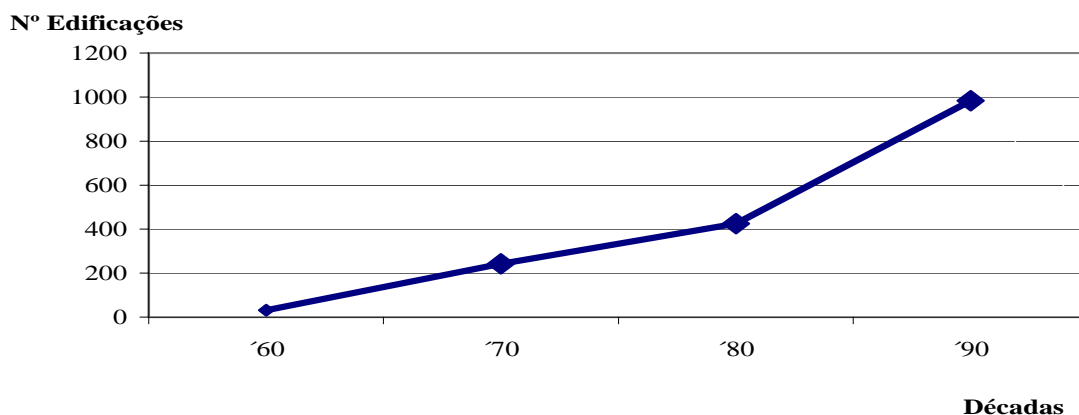


Gráfico 1 – Número de edifícios residenciais multifamiliares de Florianópolis, com alvará, ao longo das últimas décadas (SUSP, 2007).

Para a pesquisa, os dados de todos os alvarás emitidos até hoje pela SUSP, para edificações residenciais multifamiliares, foram separados por região da cidade. A partir daí foi possível identificar o bairro em que o fenômeno da verticalização foi mais significativo - o do Centro, com as edificações concentrando-se, mais especificamente, ao longo da via selecionada, a Avenida Jornalista Rubens de Arruda Ramos, mais conhecida como Avenida Beira Mar Norte. O processo de urbanização da cidade reflete-se nessa área, sendo possível encontrar ali exemplos de edificações residenciais de todos os anos, desde o primeiro edifício da cidade até os diversos prédios ainda em construção nos dias de hoje. Dessa forma, a pesquisa focou seu estudo nessa avenida, cujas edificações são representativas da evolução do processo construtivo da arquitetura residencial. Ainda, por se tratar de bairro valorizado economicamente, as edificações tendem a empregar os métodos e materiais construtivos mais modernos de cada época, além de, pelo nível de renda do local, ser esperado que espelhem maior nível de exigência quanto ao padrão de conforto (POLLI, 2007).

Metodologicamente, o estudo envolveu o levantamento de todas as edificações atualmente existentes na avenida, através dos registros oficiais do município. A partir daí, também, criou-se um banco de imagens desses edifícios. A pesquisa envolveu, ainda, a coleta de informações in-loco, bem como levantamento nas construtoras e/ou administradoras de condomínios, elaborando-se, ao final, um quadro com as principais características das edificações, a saber:

- Ano de aprovação dos projetos;
- Relação entre a área de abertura e de vedação nas fachadas frontais;
- Gabarito das edificações;
- Espessura de parede das fachadas frontais;
- Materiais componentes das vedações;
- Tipo de esquadrias;
- Geometria das fachadas.

No que diz respeito o tráfego urbano, foram coletados dados oficiais de volume de tráfego nos diferentes períodos em estudo, o que possibilitou estimar o crescimento do ruído urbano.

Para quantificar o índice de redução sonora das fachadas frontais dos edifícios multifamiliares adotou-se o programa *Acoubat Sound*, que permite a simulação computacional do desempenho da fachada através da inserção de dados dos diversos elementos que a compõe.

As características levantadas, através das plantas dos edifícios e das visitas in loco, foram inseridas como dados de entrada para a simulação computacional do desempenho do isolamento da fachada.

Os resultados obtidos através da simulação foram comparados e analisados em ordem cronológica permitindo, dessa forma, observar o comportamento histórico do índice de redução sonora das

fachadas frontais das edificações, um importante parâmetro de isolamento no desempenho acústico das fachadas.

3 PREDIÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO URBANO

Diversos estudos no mundo (STEPHENSON; VULKAN, 1968) (BARRY; REGAN, 1978) (GARCIA; FAUS, 1991) têm focado interesse em modelos de predição do ruído urbano, cuja principal variável é a densidade de tráfego automotivo. Um modelo de cálculo, simplificado, do nível sonoro ponderado proveniente do tráfego veicular, que é adotado nesta pesquisa, foi proposto por Nunes et al (1999), e é dado pela seguinte expressão:

$$LAeq = 8,0176 \log (q) + 51 \quad (\text{eq.1})$$

onde $LAeq$ é o nível ponderado de ruído equivalente em dB(A) e q é o volume de tráfego em veículos/hora.

De acordo com a equação 1, é necessário ter o volume de tráfego ao longo dos anos como dado para a estimativa da evolução do ruído. Para o caso em estudo, o registro do volume de tráfego de diferentes pontos da cidade foi obtido através do IPUF, Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis, conforme assinalado no mapa da Figura 1, ao longo da Avenida Beira Mar.



Figura 1 – Localização dos pontos de medição de volume de tráfego (IPUF, 2007).

O primeiro registro realizado pelo IPUF foi no ano de 1987, quando foi produzido um mapa com a estimativa de volume de tráfego em vários pontos da cidade. Esse mapa foi atualizado em 1997, por ocasião do projeto de alteração do sistema de transporte coletivo. Atualmente existem equipamentos de controle de trânsito instalados nos principais semáforos da cidade, que permitem a contagem eletrônica dos veículos por dia em cada ponto (MEDEIROS, 2007). Cabe ressaltar que as contagens eletrônicas são precisas, por fazerem o registro total de cada dia e não apenas uma estimativa em função de contagens manuais, de 1 hora, em diversos períodos do dia, conforme método anterior utilizado.

A Tabela 1 mostra os dados de volume de tráfego fornecidos pelo órgão municipal, obtidos nos diferentes pontos da avenida, conforme identificados na Figura 1. Destaca-se a significativa diferença de volume de tráfego registrado nas diferentes estações do ano, já que o verão é de alta temporada

turística e, o inverno, de baixa temporada. Para efeito de análise calculou-se a média aritmética entre as medições de cada ano.

Tabela 1 – Evolução do volume de tráfego na Avenida Beira Mar Norte em Florianópolis (IPUF, 2007).

ANO	1987		1997		2006							
Local	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7		Ponto 8	
Estação do ano					verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
Automóvel	17.159	27.359	32.267	19.666								
Ônibus	400	372	346	346								
Caminhão	1.083	1.092	1.031	382								
Total	18.642	28.823	33.644	20.394	54.712	47.757	47.624	34.888	60.000	54.113	56.367	49.544
Média estação					51.235		41.256		57.057		52.956	
Média Ano	23.733		27.019		50.626							

Desses dados verifica-se que o volume de tráfego urbano na região praticamente dobrou no período de 20 anos. Segundo avaliação do órgão, o volume de tráfego em Florianópolis cresce a uma taxa de 3,8% ao ano (MEDEIROS, 2007).

A estimativa, através da regressão de dados, é que o volume de tráfego em 1977 era de 16.345 veículos por dia, que em 1966 era de 11.257 veículos por dia, que em 1955 era de 7.753, e assim por diante. No entanto, cabe a ressalva que, para o caso da avenida em estudo, o volume de tráfego anterior a 1977 era muito menor do que esse estimado, visto que naquele ano houve a inauguração das pistas expressas, já mencionado, que duplicou o número de faixas de rolamento e, por conseguinte, aumento o fluxo. Também, é preciso ter em vista que a estimativa adotada é uma aproximação, muito provavelmente superestimada, pois nos anos anteriores a 1950 o automóvel era luxo para poucos.

Aplicando-se os valores de volume de tráfego, obtidos por regressão e do IPUF, à equação 1, tem-se a estimativa da evolução do ruído urbano na Avenida Beira Mar Norte para as últimas décadas, apresentada no Gráfico 2. O segmento da curva à esquerda, na cor rosa, foi obtido com os valores presumidos através da regressão do volume de tráfego utilizando-se a taxa de crescimento indicada pelo IPUF.

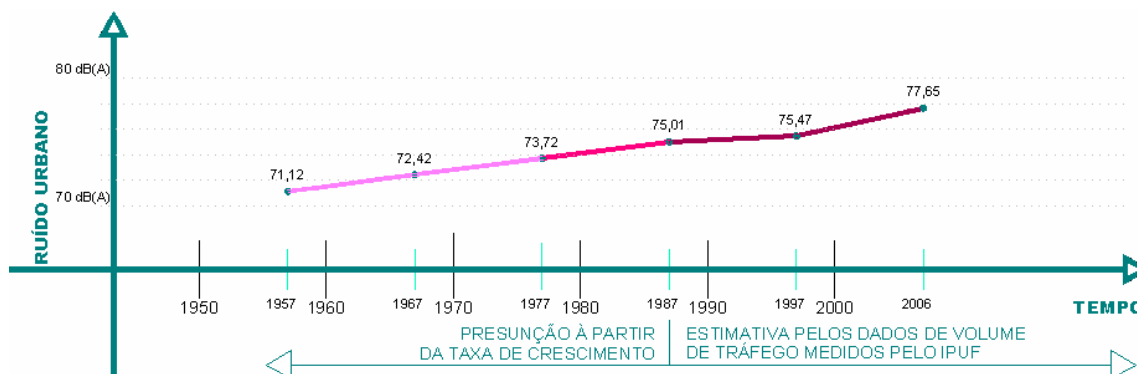


Gráfico 2 – Evolução do nível de ruído emitido pelo tráfego na Avenida Beira Mar Norte.

Conclui-se que o nível sonoro urbano na região aumentou, pelo menos, 6 dB(A) em 50 anos. Esses níveis são comparáveis aos de Copacabana no Rio de Janeiro ou aos de Madrid, Barcelona e Valencia na Espanha (NUNES, 1999), por isso podemos considerá-los muito altos, principalmente por serem valores médios, que não levam em conta o efeito dos horários de pico, onde o volume de tráfego é maior que no restante do dia e, por isso, com maior emissão sonora.

4 EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA NA AVENIDA BEIRA MAR NORTE

O total de edificações multifamiliares na avenida em estudo com registro na SUSP é de 63 unidades. Dessas, foram selecionadas para o estudo aquelas edificações que se localizam entre a Avenida Mauro Ramos e a Ponte Hercílio Luz, entre os pontos um e cinco no mapa da Figura 1, por ser o trecho com mesmo tipo de zoneamento no plano diretor municipal. Também foram excluídos da pesquisa os cadastros que não apresentavam endereço ou nome da edificação, porque a ausência dessas informações impediria a localização e visita para coleta de dados. O universo pesquisado foi de 40 edifícios, de diferentes anos de construção.

Os primeiros registros de construção de edificações multifamiliares na Avenida Beira Mar Norte datam de 1968. Na década de 70 aconteceu o maior número de construções, um total de 18 edifícios, e as construções permaneceram em ritmo acelerado até os anos 90, quando, talvez pela escassez de terrenos disponíveis, o número de construções voltou a ser de um ou dois por ano, até a presente data.

Através do levantamento feito verificou-se que as alterações nas características arquitetônicas das fachadas nos diferentes períodos foram meramente plásticas, ou seja, houve mudança de revestimentos e estilos, mas as características físicas e estruturais permaneceram basicamente inalteradas. Em todas as edificações pesquisadas as paredes eram de alvenaria de tijolos cerâmicos furados, rebocados dos dois lados.

Até década de 80 pode-se constatar que as fachadas dos edifícios eram planas em sua maioria. As varandas existentes eram tímidas, marcadas por pintura colorida, com profundidade em torno de 1,5 m, ocupando apenas uma pequena parte da fachada. A espessura das paredes variava entre 25 a 15 cm. As esquadrias eram compostas por vidro transparente de 6 a 8 milímetros, com caixilho de alumínio e sistema de abertura de correr, como exemplificado na edificação mostrada na Figura 2.



Figura 2 – Edificação multifamiliar construída em 1968, onde é possível observar a presença de pequenas varandas e esquadrias de correr. Fonte: Fotos do autor.

A década de 80 foi marcada pela utilização do revestimento cerâmico, em substituição à pintura colorida na marcação das varandas, que passaram a ter 2 metros de profundidade em média, tornando-se a configuração predominante em toda a extensão da fachada, conforme exemplo apresentado na Figura 3. Algumas edificações apresentaram, também, o concreto aparente como forma de adorno das fachadas, como mostra a edificação da Figura 4. A espessura das paredes diminuiu um pouco, variando entre 20 a 12 centímetros. As esquadrias passaram a exibir vidro com coloração *fumê*, mas as espessuras, caixilho e sistema permaneceram sem alteração ao do período anterior.

A partir da década de 90 o sistema de fechamento de aberturas evoluiu para o vidro temperado com espessura entre 10 a 12 milímetros com diversas possibilidades de coloração, incluindo verde, azul e espelhado, sem caixilho, verificado na edificação da Figura 5. As paredes reduziram um pouco mais sua espessura, que variou entre 15 e 13 centímetros. Nesse período muitas edificações anteriores se aproveitaram da evolução da tecnologia das esquadrias para fazer o fechamento das sacadas, para proporcionar mais conforto no período de inverno ou mesmo para agregar a área da sacada aos ambientes internos, como aconteceu, por exemplo, na edificação registrada na Figura 6.



Figura 3 – Edificação residencial, construída em 1984, com varandas em toda a fachada, revestimento cerâmico e esquadrias com vidro *fumê*.



Figura 4 – Edificação residencial, construída em 1980, em concreto aparente como elemento compositivo das fachadas.



Figura 5 – Edificação residencial, construída em 1997, com esquadrias sem caixilho e vidro colorido verde.



Figura 6 – Edificação residencial, construída em 1972 e reformada nos anos 90, quando recebeu fechamento da sacada.

Apesar da constatação dessas alterações na arquitetura predominante, verificou-se que edificações com características do período anterior continuaram sendo erguidas nos períodos posteriores.

O pé direito tem, em média, altura de 2,80 metros e o percentual de aberturas varia numa relação de 50% da área total da fachada. A espessura das paredes da fachada principal apresentou leve decréscimo gradual ao longo do tempo, de 10 centímetros.

A variação desses parâmetros não foi uniforme em nenhum período, portanto, não foi possível determinar representantes dos diversos períodos de tempo. Optou-se por submeter a totalidade das edificações da amostra à ferramenta de cálculo de isolamento escolhida. Os 40 edifícios foram submetidos à simulação computacional do programa Acoubat Sound.

5 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Os cálculos executados pelo programa *Acoubat Sound* atendem ao conjunto de normas ISO 15712-3 e ISO 717 (ACOUBAT SOUND, 2007). Esse programa permite avaliação de isolamento sonoro aéreo e de impacto entre ambientes adjacentes e fachadas das edificações. A avaliação do isolamento acústico da fachada foi feita através da análise comparativa da variação dos valores do índice R_w .

O programa possui uma série de limitações, dentre elas, destaca-se a impossibilidade de inserção de volumetrias variadas na fachada, pois, só permite a inserção de fachadas planas, isto impossibilitou a verificação, através do *software*, dos efeitos dos balcões no desempenho do isolamento acústico das fachadas. No entanto, o índice de redução sonora, parâmetro escolhido para avaliação do isolamento acústico da fachada é intrínseco de sua composição e não depende da geometria da mesma.

Para os casos em que as fachadas possuíam paredes diagonais ou recuadas, optou-se por planificar a fachada aumentando sua largura total, mantendo assim, a área total de paredes e aberturas igual à original.

Outro entrave do programa é o limite do valor da largura das esquadrias em 5 metros. Sendo assim, em muitos casos, foi necessário inserir mais de uma esquadria para garantir que a área final de esquadria fosse a mesma que a real.

Para comparar a qualidade do isolamento entre diversas fachadas para verificar se esse componente da edificação contribuiu para o conforto acústico ao longo dos anos, alguns parâmetros foram mantidos constantes, para melhor comparação entre os dados, como, por exemplo, a profundidade do ambiente interno e o valor do ruído urbano.

Após a inserção dos dados da amostra selecionada no programa *Acoubat Sound*, a variação do coeficiente de redução sonora R_w se deu como mostra o Gráfico 3, em vermelho está a curva de tendência linear verificada. No eixo Y estão os valores do índice de redução sonora R_w encontrados, quando houve mais de um exemplar por ano foi apresentada a média logarítmica entre os valores.

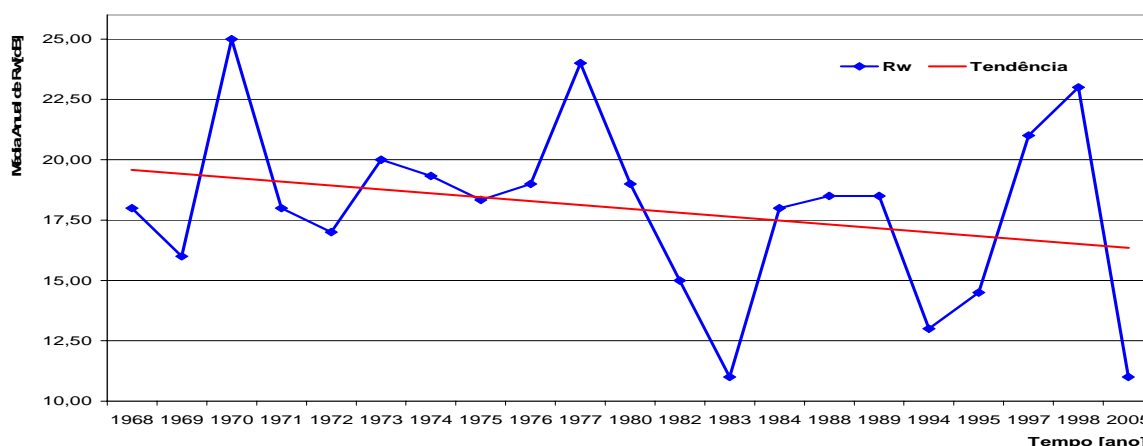


Gráfico 3 – Valor médio do índice de redução sonora R_w , por ano de construção, dos edifícios residenciais multifamiliares da amostra selecionada.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Observando o gráfico 3, percebe-se através da curva de tendência que, no período de tempo estudado, na medida em que os anos se passaram as edificações construídas foram reduzindo o isolamento de forma que o índice de redução sonora das fachadas frontais das edificações da amostra foi caindo.

A constatação do decréscimo na qualidade do isolamento das fachadas frontais somado à estimativa de crescimento do nível estimado de ruído urbano da região, demonstrado no Gráfico 2, fica mais evidente através da observação do Gráfico 4 onde em vermelho está a curva de tendência linear do índice de redução sonora e em verde a curva de tendência linear do nível de ruído urbano, ambos em função do tempo.

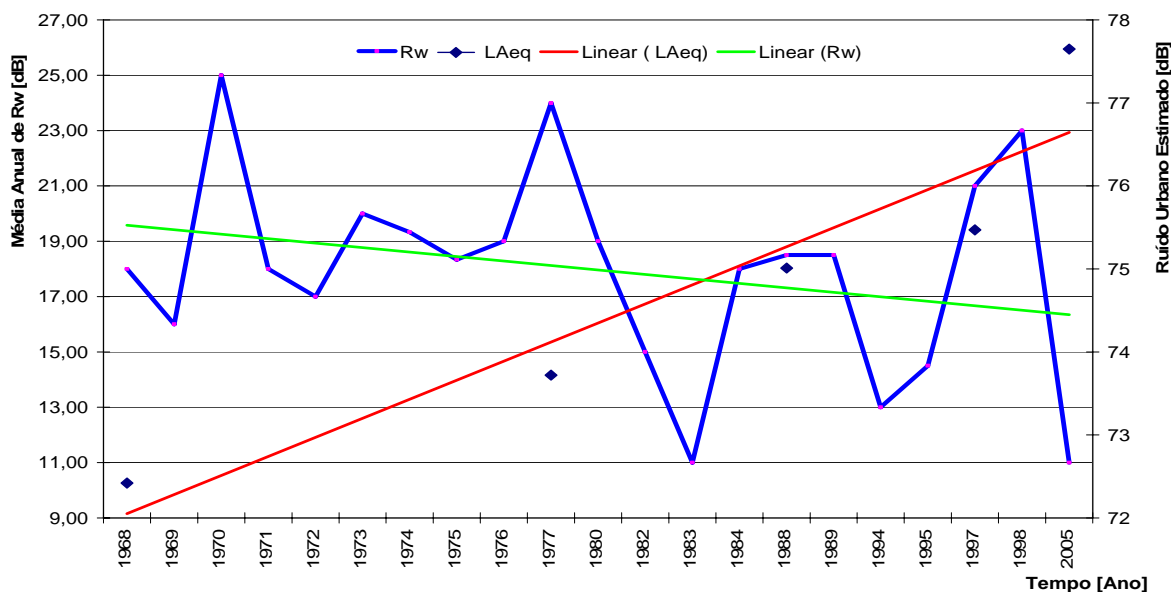


Gráfico 4 – Coeficientes de redução sonora, R_w , dos edifícios residenciais multifamiliares da amostra e valores estimados de ruído urbano na região, Leq .

É importante constatar que a arquitetura das edificações estudadas não variou muito. As alterações observadas se restringiram ao material de revestimento e à coloração dos vidros e da pintura. Em termos volumétricos as variações foram praticamente desprezíveis.

Cabe destacar a edificação construída em 1998, que foi a única da amostra que apresentou preocupações quanto ao isolamento acústico. A planta baixa oferece zoneamento apropriado para garantir privacidade entre as unidades e a parede interna entre apartamentos distintos apresenta espessura maior que as demais com 25 centímetros. Apresentou como resultado das simulações um valor de R_w igual a 23 dB.

Através da comparação dos valores do número único dos índices de redução sonora das fachadas frontais das edificações multifamiliares estudadas, pode-se afirmar que houve decréscimo na qualidade do isolamento das fachadas frontais das edificações com o passar do tempo. Verificou-se também que, se o ruído urbano cresceu e o isolamento diminuiu, o conforto acústico do interior das edificações está diminuindo.

7 REFERÊNCIAS

ACOUBAT SOUND, **Manual do Programa**. Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, France 2007.

BARRY, T.M.; REAGAN, J.A. **FHWA highway traffic noise prediction model. Report no. FHWA-RD-77-108**, US Federal Highway Administration, Washington, DC, 1978.

DENATRAN – **Departamento Nacional de Trânsito**. Disponível em: <www.denatran.gov.br> Acesso: 13 de junho de 2007.

DUARTE, E. **Estudo do Isolamento Acústico de Paredes de Vedação da Moradia Brasileira ao Longo da História**. Dissertação de Mestrado - PósARQ/UFSC, Florianópolis, 2005.

DUARTE, Elizabeth e VIVEIROS, Elvira. Relation between acoustic degradation of sound insulation and historical evolution of architecture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NOISE CONTROL ENGINEERING, 2004, Praga. **Proceedings...** Praga: I-INCE, 2004.

GARCIA, A.; FAUS, L.J. Statistical analysis of noise levels in urban areas. **Applied Acoustics**, v.34, p. 227-47, 1991.

HAMMAD, R.N.S.; GIBBS, B.M. The acoustic performance of building façades in hot climates: Part 1 – Courtyards. **Applied Acoustics**, no. 16, p 121-137, 1983 a.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Building Acoustics – **Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation**. 2nd ed. ISO 717-1. Switzerland, 1996.

_____. Building Acoustics – **Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound**. 1st ed. ISO 15712-3. Switzerland, 2005.

IPUF, Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. **Registros anuais de volume de tráfego**. Fornecida em junho de 2007.

MEDEIROS, Carlos Eduardo. Engenheiro diretor de operações do Instituto de Planejamento Urbano do Município de Florianópolis, IPUF. Entrevista pessoal em 14 de junho de 2007.

NUNES, M.F.O. et al. Medidas de atenuação do ruído de tráfego urbano para o conforto acústico em áreas residenciais. V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza, 1999. **Anais...** Fortaleza: ENCAC, 1999.

POLLI, Taiana. **O Isolamento Acústico Comparado aos Investimentos financeiros em edifícios multifamiliares de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado, PósARQ/UFSC, Florianópolis, 2007.

QUEIROZ, Cintia Serra de. **Avaliação do Isolamento Sonoro nas Fachadas de Edifícios Residenciais. Estudo de caso: O Processo Evolutivo na Avenida Beira Mar / Florianópolis**. Dissertação de Mestrado, PósARQ/UFSC, Florianópolis, 2007.

Sistema SINDUSCON – Grande Florianópolis. Disponível em www.sinduscon-fpolis.org.br/retorno_area2.asp. Acesso em: 13 de junho de 2007.

STEPHENSON, R. J.; VULKAN, G.H. Traffic noise. **Journal of Sound and Vibration** no.7, pg 242–262, 1968.

SUSP, **Relação de edificações na cidade de Florianópolis**, fornecida em março de 2007.

VEJA. **Aqui se vive melhor: Florianópolis, a capital com jeito de cidade pequena, atrai cada vez mais migrantes**. Disponível em <www.veja.abril.com.br/070499/p_100.html>. Acesso em: 07 de dezembro de 2006.