



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008  
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008- A210

## **Simulação do desempenho de isolamento acústico de fachadas de edificações residenciais multifamiliares de diferentes períodos arquitetônicos**

Cintia S. de Queiroz (a),  
Elvira B. Viveiros (b).

GAAMA – Grupo de Acústica Arquitetônica e do Meio Ambiente, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. (a) E-mail: cintiaserra@yahoo.com, (b) E-mail: elvira@pesquisador.cnpq.br

### **Abstract**

Brazilian type of urbanization has the tendency to concentrate different activities in city centres. These areas have been experiencing a boost of their real state value and multi-storey buildings became the most common architecture type for residential use. At the same time, traffic volume has increased over the last decades. It is possible to say that contemporary homes in urban areas became noisier due to roads with higher emission levels and closer to dwellings. On the other hand, building industry tends to incorporate novel materials and techniques in order to speed up the construction time and to lower the costs.

This study investigates the evolution of the Brazilian residential architecture and the sound insulation performance of their façades. A main road in Florianópolis, southern of Brazil, which was the site for the first high rise buildings in the city, had all façades of its buildings simulated. Therefore, some parameters, such as year of construction, architectural styles and sound insulation performance could be correlated. The results show that despite new technologies and materials incorporated to the building process, sound insulation has remained low and quite unchanged over the years.

### **Resumo**

A urbanização no Brasil evidencia uma tendência de concentrar diferentes atividades nos centros urbanos. Esse fenômeno inflaciona o valor dos imóveis nessas áreas o que, por sua vez, induz à concentração de uma tipologia arquitetônica de edifícios residenciais multifamiliares. Ao mesmo tempo, o volume de tráfego vem aumentando ao longo das décadas. É possível afirmar então que 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.

Este trabalho investiga a evolução da arquitetura residencial multifamiliar brasileira e o desempenho do isolamento acústico de suas fachadas frontais, a partir do estudo de caso da Avenida Beira Mar Norte, em Florianópolis. Os principais parâmetros arquitetônicos das fachadas frontais foram correlacionados com o índice de redução sonora. O resultado mostra que mesmo com toda evolução tecnológica no setor da construção civil o isolamento sonoro apresenta-se baixo com pouca variação.

## 1 Introdução

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

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 caso de estudo uma das principais avenidas residências 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.

## 2 Caso de Estudo

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.

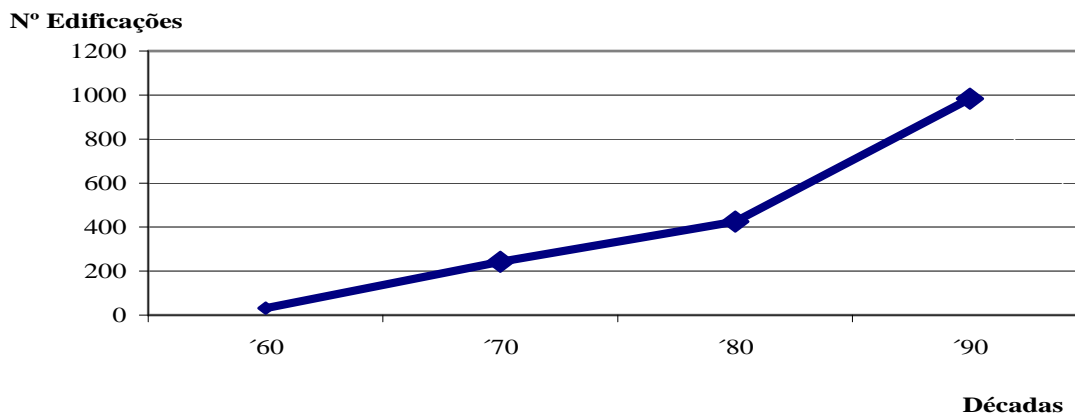
Com a aprovação da lei de criação da Universidade Federal de Santa Catarina, em 1960, foi necessária a abertura de uma moderna via de ligação entre o centro da cidade e o bairro Trindade (CORRÊA, 2005). Em 1976, as Centrais Elétricas do Sul do Brasil, empresa estatal, instalou-se na cidade, próxima à 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 caso de estudo 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 a Figura 1. A

quantidade de construções com alvará é apresentada 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.



**Figura 1.** Quantidade 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 que, portanto, 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.

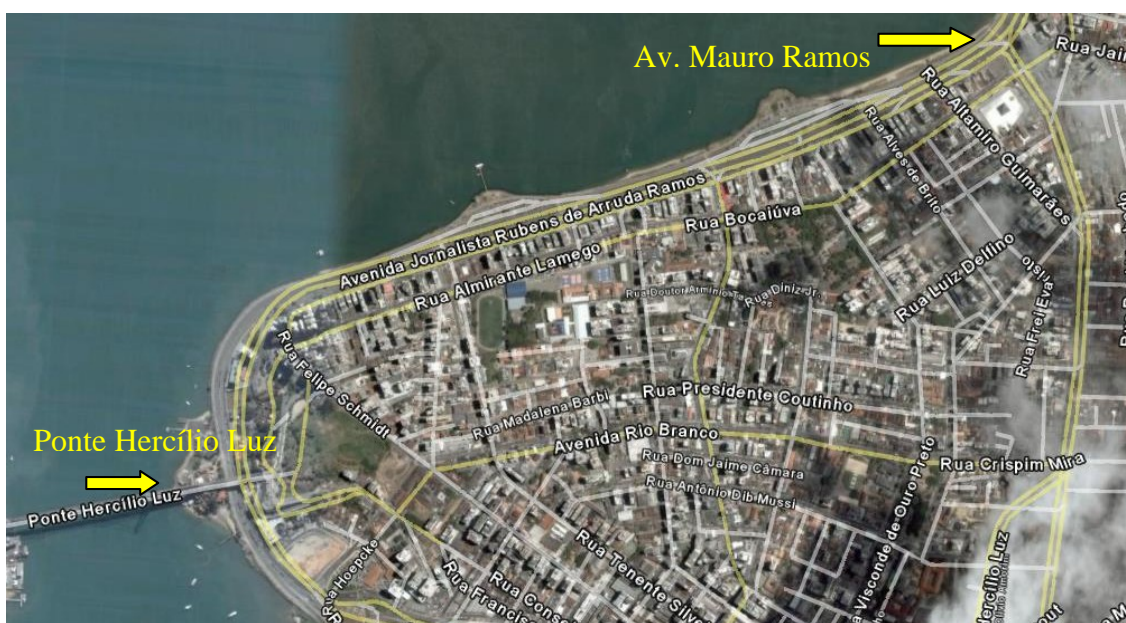
Para quantificar o índice de redução sonora das fachadas frontais dos edifícios multifamiliares utilizou-se o programa *Acoubat Sound*, que permite a simulação computacional do desempenho da fachada através da inserção de dados dos diversos elementos que a compõe.

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 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, conforme assinalado na Figura 2, 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.



**Figura 2.** Foto aérea da região em estudo.

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 metros, 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 3.



**Figura 3.** 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 4. Algumas edificações apresentaram, também, o concreto aparente como forma de adorno das fachadas, como mostra a edificação da Figura 5. A espessura das paredes diminuiu um pouco, variando entre 20 a 12 centímetros. As esquadrias passaram a exibir vidro com coloração fume, 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 6. 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 7.



**Figura 4.** Edificação residencial, construída em 1984, com varandas em toda a fachada, revestimento cerâmico e esquadrias com vidro *fumê*.



**Figura 5.** Edificação residencial, construída em 1980, em concreto aparente como elemento compositivo das fachadas.



**Figura 6.** Edificação residencial, construída em 1997, com esquadrias sem caixilho e vidro colorido verde.



**Figura 7.** 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*.

#### 4 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  $R_w$ .

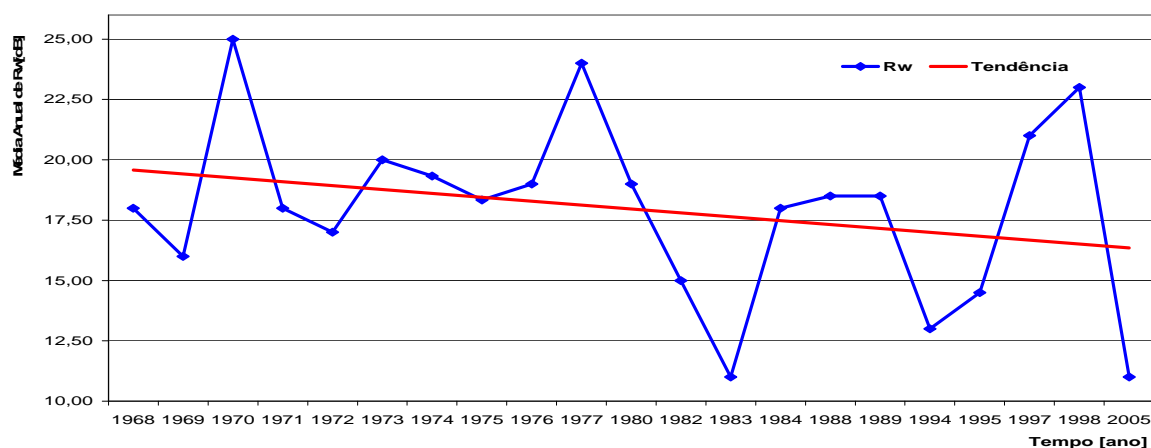
A versão do programa utilizada apresenta algumas limitações, destacando-se a impossibilidade de inserção de volumetrias variadas na fachada, sendo só permitida a inserção de fachadas planas. Tal fato impossibilitou a verificação dos efeitos dos balcões no desempenho do isolamento acústico das fachadas. No entanto, o índice de redução sonora, parâmetro escolhido para avaliação do isolamento acústico da fachada, 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.

Também, o programa limita a largura das esquadrias em até 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 e verificar a evolução desse componente da edificação ao longo dos anos, alguns parâmetros foram mantidos constantes, possibilitando a comparação entre os dados tais como, por exemplo, a profundidade do ambiente interno e o valor do ruído urbano.

Com a inserção dos dados da amostra selecionada no programa *Acoubat Sound*, a variação do coeficiente de redução sonora  $R_w$  é calculada e está apresentada no Figura 8, onde em vermelho é a curva de tendência linear verificada e em azul os valores do índice de redução sonora  $R_w$  encontrados. Quando havia mais de um exemplar por ano, o  $R_w$  apresentado é o médio entre os valores.



**Figura 8.** Valor médio do índice de redução sonora  $R_w$ , por ano de construção, dos edifícios residenciais multifamiliares da amostra selecionada.

## 5 Análise dos Resultados

Observando o Figura 8 percebe-se que a curva de tendência, no período de tempo estudado, indica que a medida que os anos passam, as edificações construídas foram reduzindo a qualidade do isolamento, pois o índice de redução sonora das fachadas frontais das edificações da amostra decresce continuamente.

É importante constatar que a arquitetura das edificações estudadas não variou muito. As alterações observadas restringiram-se 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, única da amostra que apresentou algum cuidado de projeto em relação 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 a usualmente encontrada de 25 centímetros. Essa edificação 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 há um decréscimo na qualidade do isolamento das fachadas frontais das edificações com o passar do tempo.

## 6 Referências

- Acoubat Sound, “Manel du Program” (2007). Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, France.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito (2007) . Disponível em: <[www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br)> Acesso: 13 de junho de 2007.
- Duarte, Elizabeth (2005). “Estudo do Isolamento Acústico de Paredes de Vedação da Moradia Brasileira ao Longo da História”. Dissertação de Mestrado - PósARQ/UFSC, Florianópolis.
- Duarte, Elizabeth; Viveiros, Elvira (2004). “Relation between acoustic degradation of sound insulation and historical evolution of architecture”. Proc. of the International Conference On Noise Control Engineering, Praga.
- Hammad, R.N.S.; Gibbs,B.M. (1983). “The acoustic performance of building façades in hot climates: Part 1 – Courtyards”. Applied Acoustics, 16, 121-137.
- ISO 717-1: 1996, Building Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation
- ISO 15712-3: 2005, Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound.
- IPUF, Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (2007). “Registros anuais de volume de tráfego”.
- Medeiros, Carlos Eduardo (2007). Engenheiro diretor de operações do Instituto de Planejamento Urbano do Município de Florianópolis, IPUF. Entrevista pessoal.



Polli, Taiana (2007). “O Isolamento Acústico Comparado aos Investimentos financeiros em edifícios multifamiliares de Florianópolis”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Queiroz, Cintia Serra de (2007). “Avaliação do Isolamento Sonoro nas Fachadas de Edifícios Residenciais. Estudo de caso: O Processo Evolutivo na Avenida Beira Mar / Florianópolis”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Sistema SINDUSCON – Grande Florianópolis (2007). Disponível em [www.sinduscon-fpolis.org.br/retorno\\_area2.asp](http://www.sinduscon-fpolis.org.br/retorno_area2.asp). Acesso em: 13 de junho de 2007.

SUSP (2007), “Relação de edificações na cidade de Florianópolis”.

VEJA (2006). “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](http://www.veja.abril.com.br/070499/p_100.html)>. Acesso em: 07 de dezembro de 2006.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.