

MAPA DE RUÍDO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA: ESTUDO DE CASO DE ÁGUAS CLARAS - DF

S. L. Garavelli, A. C. M. Moraes, J. R. R. Nascimento, P. H. D. P. Nascimento, A. M. Maroja

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de um estudo dos ruídos gerados pelo tráfego veicular na cidade de Águas Claras, DF, Brasil. O mapa de ruído foi elaborado usando modelagem computacional através do software SoundPLAN. Os dados, coordenadas geográficas, número de faixas da via, largura média das faixas, velocidade média na via, fluxo e composição do trânsito, foram coletadas em 41 pontos da cidade. Através do mapa foi possível a localização de pontos críticos e regiões que apresentam desconformidade em relação à legislação local referente a poluição sonora. Foram avaliadas as alterações do clima acústico da cidade provocadas pelas mudanças do tráfego implantadas em 2009. Simulações de cenários futuros apontaram que o crescimento de Águas Claras, vai alterar a situação atual, elevando os níveis em alguns pontos a valores muito acima do estabelecido pela legislação local.

1 INTRODUÇÃO

A poluição sonora está cada vez mais presente na paisagem ambiental dos grandes centros urbanos. A origem deste tipo de incômodo ambiental tem como principal fonte o tráfego veicular. Quando esta componente não é devidamente levada em consideração no planejamento das cidades os problemas ambientais são potencializados, por exemplo, avenidas com várias faixas de rolamento limitadas por calçadas estreitas deixam a fachada de casas e edifícios a poucos metros do fluxo de veículos. Os espaços entre os edifícios são transformados em campo sonoros fechados, *corredores acústicos*, onde as reflexões múltiplas das ondas sonoras e a falta de áreas de dispersão elevam o nível de pressão sonora (NPS) a valores acima dos limites estabelecidos pela legislação (GUEDES, 2005).

A cidade de Águas Claras, DF, é um exemplo dessa situação, apesar da cidade ter sido planejada recentemente, década 1990, e localização próxima a Brasília, cidade patrimônio cultural da humanidade e exemplo de planejamento urbano, a fachada dos edifícios está a menos de 10m das principais avenidas da cidade, Castanheiras e Araucárias, que cruzam a cidade paralela a linha do metrô. Áreas destinadas a praças no planejamento inicial do arquiteto e urbanista Paulo Zimbres, regiões de dispersão das ondas sonoras, tiveram o gabarito alterado para construção de edifícios, postos de gasolina e outros empreendimentos comerciais. Mesmo o gabarito inicial de 12 andares previsto para os prédios foi alterado, hoje existem gigantes com mais de 30 andares autorizados pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT) de 1997.

Outro fator agravante no aumento da poluição sonora é crescimento da frota de veículos observado no Brasil nos últimos anos a uma taxa superior ao crescimento populacional. O

Distrito Federal (DF) possui a maior taxa de crescimento anual da frota de veículos, superior a 8% ao ano, causando a diminuição da taxa de motorização (TM), número de pessoas por veículo. No DF a TM variou de 3,5 em 2000 para 2,3 em 2009 (DETRAN-DF, 2010; IBGE, 2010). Em poucos anos a taxa deve atingir o valor observado na cidade de São Paulo, de um carro para cada 1,6 habitantes (DETRAN-SP, 2010; IBGE, 2010), demonstrando claramente a opção pelo transporte individual em detrimento ao transporte coletivo. O aumento exagerado do número de veículos conduz a situações críticas como a da cidade de Tainan, capital de Taiwan onde as reclamações para redução da poluição sonora já são maiores que as referentes à poluição do ar. (TSAI *et al.*, 2009).

Assim é cada vez maior a necessidade de mensurar este problema de forma a quantificar a situação atual bem como prever ações que permitam o planejamento futuro. O mapa de ruídos coloca-se como ferramenta adequada para estudo do problema, pois mostra a distribuição geográfica da poluição sonora, indicando a localização das principais pontos críticos, possibilitando a introdução de medidas de gestão e de redução de ruídos em espaços urbanos.

Nesse sentido, foram aprovadas legislações nacionais e municipais em vários países em anos recentes. O maior avanço na gestão, controle e avaliação do ruído ambiental foi dado pelos países europeus com a Diretiva Européia 2002/49/EC, que requer a avaliação acústica através da elaboração de mapas estratégicos de ruído em aglomerados com mais de 250.000 habitantes bem como dos correspondentes planos de ação. Um adequado plano de gestão de ruído urbano tem de contabilizar diversos fatores de ordem técnica, funcional, urbanística, temporal e financeira. A frágil correlação entre os mapas de ruído e a percepção sonora pelos cidadãos em grandes cidades têm, ainda, dado origem a nova investigação sobre mapas qualitativos e paisagens sonoras no sentido de melhor traduzir o fenômeno sonoro em espaço urbano e melhor desenhar soluções de controle de ruído (BENTO COELHO e ALARCÃO, 2004).

O Brasil ainda não tem um programa de monitoramento da poluição sonora. Garavelli *et al.* (2005) realizaram levantamento de ruídos ambientais em Brasília, os níveis observados variaram entre 73 e 81 dB(A), com média de 76 dB, valores muito acima dos recomendados pela legislação. Existem também trabalhos pilotos na construção de mapas de ruídos. Pinto e Mardones (2009) elaboraram o mapa de ruídos do bairro de Copacabana na cidade do Rio de Janeiro utilizando o software de simulação CADNA-A. A validação realizada considerando a área central do bairro mostrou discrepâncias em relação aos valores calculados menores que 2 dB(A). Outro exemplo é o mapa de ruídos utilizando o software SondPLAN de algumas quadras da região central de Florianópolis (NARDI *et al.*, 2008) onde se verificou que os níveis sonoros chegam a ultrapassar em 25 dB(A) o limite estabelecido pela norma NBR101.51 (ABNT, 2000) em uma área escolar.

A vantagem da modelação está na precisão e no planejamento ambiental em longo prazo. O efeito da mudança do tráfego em uma avenida, a construção de um shopping ou de uma indústria pode ser simulado com facilidade uma vez que o mapa esteja pronto. Barreto e Freitas (2008) avaliaram o impacto ambiental relativo à poluição sonora na implantação do metrô da cidade de Salvador. Grande parte será de superfície em uma área densamente povoada e edificada. Foi utilizado o Sistema de Processamento de informações Georreferenciadas – SPRING, que é um GIS gratuito desenvolvido pelo DPI-INPE, associado à propagação sonora HarmoNoise. (apud. BARRETO e FREITAS, 2008).

2 OBJETIVOS

Os objetivos principais deste trabalho foram: elaborar o mapa de ruídos emitido pelo tráfego rodoviário da situação atual e cenários futuros; identificar as regiões críticas, locais em que os níveis de pressão sonora apresentam-se acima do limite estabelecido pela legislação; analisar as alterações no clima acústico da cidade provocadas pelas mudanças feitas no tráfego rodoviário da cidade; simular cenários futuros com base nos planos de crescimento e urbanização; simular a instalação de barreiras acústicas em pontos críticos encontrados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O mapa de ruído foi elaborado com o uso de modelagem computacional através do software SoundPLAN. Os dados de entrada foram obtidos através de visitas a campo onde foram coletadas: coordenadas geográficas, número de faixas da via, largura média das faixas, velocidade média da via, o fluxo e composição do trânsito, em 41 pontos distribuídos estrategicamente na cidade.

Os veículos foram divididos em quatro diferentes categorias: leves (carros de passeio), intermediários (caminhonetes, utilitários e vans), pesados (caminhões e ônibus) e motocicletas. As contagens foram realizadas duas vezes em cada ponto, uma pela manhã, entre 07h00min e 09h00min, e outra a noite, entre 17h30min e 19h30min, por períodos de 10 min. As coordenadas geográficas foram obtidas por meio de GPS. O modelo matemático para a previsão de ruídos foi o RLS 90 (norma alemã) e a metodologia para elaboração de mapas de ruído do Instituto do Ambiente do Ministério da Cidade – Portugal que rege conforme as Diretivas 2002/49 da Comunidade Européia.

Sobre uma planta em arquivo CAD foram inseridas as linhas de emissão referentes a cada ponto e os respectivos dados associados. Foram desenhados os prédios já construídos na cidade e inseridas suas alturas na base de dados do programa. Para os cálculos foi estabelecido o uso de dados de nível sonoro médio dos picos do dia, a resolução espacial de 1,0 x 1,0 m e altura de 2 m.

Após a realização dos cálculos obteve-se um mapa mostrando a propagação do som e o nível de pressão sonora equivalente Leq. Esse gráfico foi sobreposto na planta da cidade e então se gerou um mapa sonoro.

Os dados obtidos através da modelagem e dispostos na forma de mapa de ruído foram validados através de medições com o uso de medidor do nível de pressão sonora: SOLO da 01 dB, devidamente calibrado com o calibrador acústico TES 1356, aparelho esse calibrado pela CHORMPACK (NBR ISO/ITEC-17025) atendendo aos padrões IEC (*International Electrotechnical Commission*) e do ANSI (*American Standards Institute*). O medidor Solo foi ajustado na ponderação “A”, equalização que ajusta as medidas do ruído à sensibilidade do ouvido humano, a unidade de medida é dB(A), decibels na escala de ponderação “A”.

O medidor foi instalado em tripé de 1,2m de altura em 10 pontos aleatórios da área de estudo nos mesmos horários e pelo mesmo período de medição das contagens de veículos. As medidas foram realizadas em dias com baixa velocidade do vento e na ausência de fenômenos atmosféricos, chuvas e trovões. As regiões do mapa foram comparadas com a

legislação local que determina os valores de NPS a que as pessoas podem ser expostas para diferentes tipos de uso de solo e horários.

O estudo da influência das mudanças no tráfego da cidade sobre os níveis de ruído foi realizado através da comparação entre o mapa gerado nesta pesquisa com um mapa anterior às mudanças gerado datado de 2007 (CAVALCANTI, 2008). As diferenças entre as áreas de NPS equivalente permitiram a análise do impacto do planejamento do tráfego na poluição sonora e a visão sobre o impacto do crescimento da cidade.

Foi realizada a modelagem da construção de barreiras acústicas em pontos críticos (centros educacionais e administrativos). Dessa forma foi visualizada a redução obtida através dessas barreiras.

As projeções futuras foram realizadas com base nos atuais planos de crescimento considerando-se a total ocupação da cidade e um aumento proporcional no fluxo de veículos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Conformidade com a Legislação

No Distrito Federal a questão da poluição sonora e os problemas decorrentes são abordados pela Lei Distrital 4.092, de 30 de janeiro de 2008, que dita uma série de limites, imposições e punições em função do ruído de diferentes fontes de emissão. A Tabela 1 mostra os limites do NPS para áreas externas do DF.

Tabela 1: Limites de NPS para áreas externas

Tipo de área	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais, escolas e bibliotecas	50	45
Área mista, predominantemente residencial e de hotéis	55	50
Área mista com vocação comercial, administrativa ou institucional	60	55
Área mista com vocação recreativa	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Lei Distrital nº 4.092, de 30 de janeiro de 2008.

Por meio do mapa gerado, apresentado na Figura 1, é possível observar, através da variação de cores, a intensidade e do ruído nas diversas áreas da cidade. As cores mais escuras representadas pelos tons de laranja, vermelho e roxo representam os valores de Leq acima do permitido pela legislação, variando entre 65 e 95 dB(A). Já os tons mais claros do mapa, como os tons de verde ao de amarelo, representam os níveis mais toleráveis, indicando valores menores de 35 dB(A) a 60 dB(A). Os níveis mais elevados estão localizados ao longo das avenidas Araucárias, indicado no mapa da Figura 1, com o número 1 e Castanheiras (2) e principalmente em áreas próximas à EPTG (3). A localização das avenidas na cidade pode também ser visualizada na Figura 2.

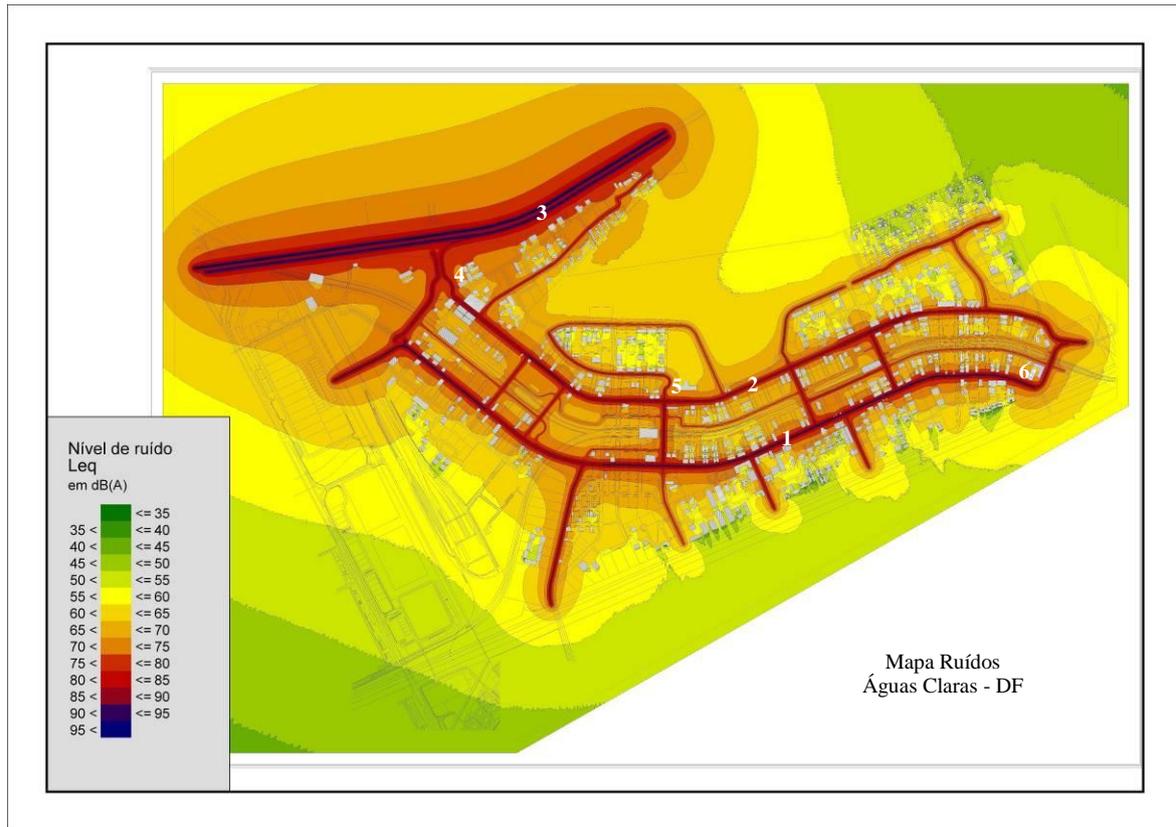


Fig. 1 Mapa do ruído rodoviário de Águas Claras - DF

Áreas residenciais ao longo das avenidas Araucárias e Castanheiras (1 e 2) são bastante afetadas, com NPS variando de 75 a 90 dB(A), muito superior aos 55-60 dB(A) que a legislação prevê, Tabela 1.

Áreas escolares como as que estão localizadas um Centro Universitário (4), Faculdade (5) na Avenida Castanheira e o Centro Educacional de Ensino Fundamental e Médio (6) na Avenida Araucárias, deveriam apresentar NPS entre 45 e 50 dB(A), mas foram observados valores superiores a 75 dB(A). Essas escolas são ambientes onde os estudantes passam grande parte do seu dia, a exposição a elevados níveis de ruídos pode comprometer o rendimento escolar além de potenciais danos à saúde. (ENIZ e GARAVELLI, 2006)

Em prédios residências próximos a EPTG, indicada com o número 3 na Figura 1, foram observados os maiores níveis de ruído, chegando a picos de 95 dB(A). Essa região pode ser considerada uma das mais críticas da cidade.

As medidas de validação do mapa de ruído confirmaram os níveis determinados através da simulação. A diferença máxima entre esses valores foi de 1,6 dB(A). Vale ressaltar que na escolha dos pontos para a validação do mapa foram evitados pontos próximos a outras fontes de ruídos que não eram objetos deste estudo, como por exemplo, os ruídos gerados pela construção civil, que nesta cidade são significativos, já que é considerada o maior canteiro de obras da América Latina.

4.2 Quadro evolutivo e mudança no tráfego

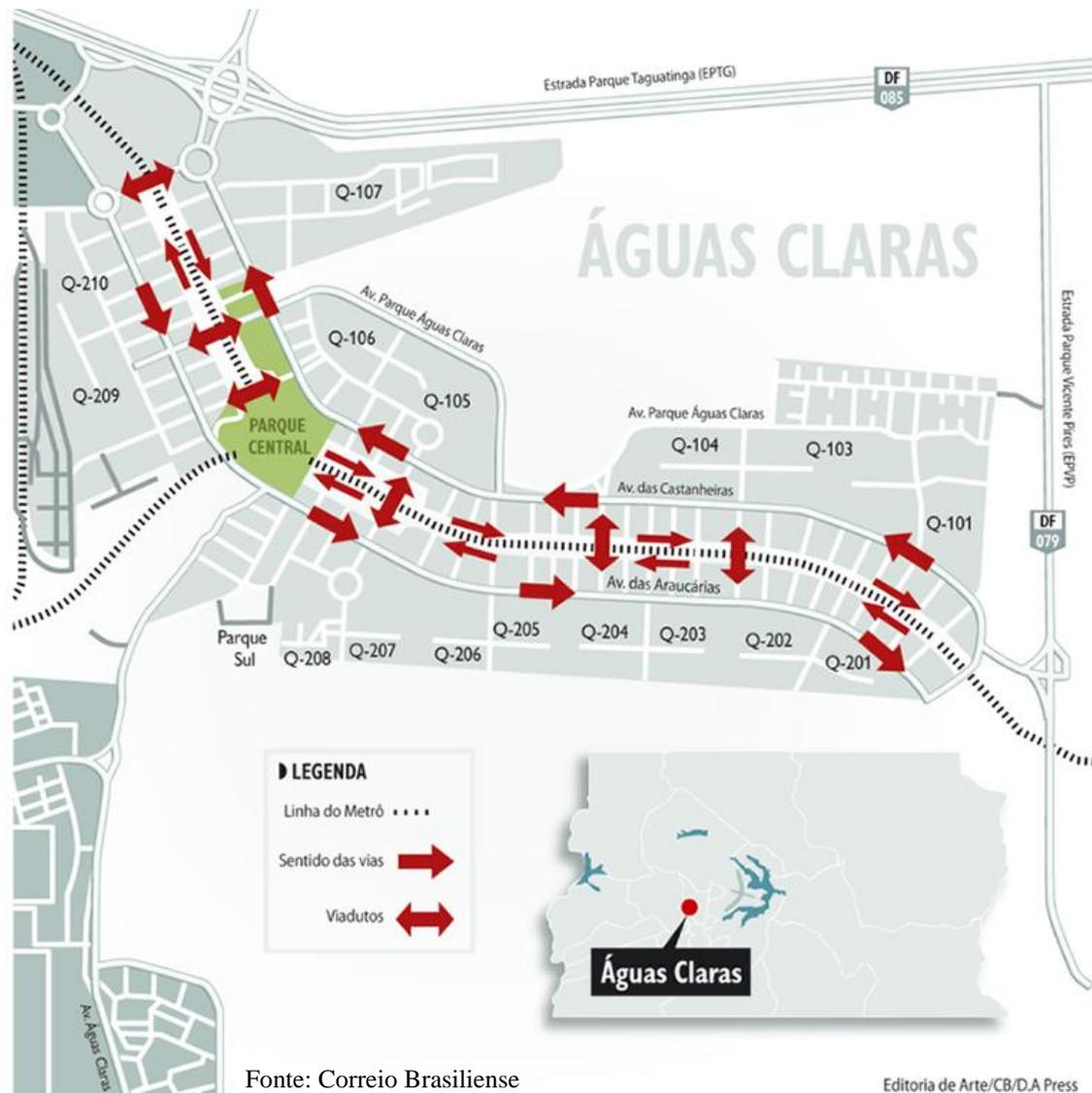


Fig. 2 Principais alterações no trânsito em Águas Claras - DF

No início do ano de 2009 a administração da cidade em conjunto com o DETRAN implantou mudanças radicais no sistema viário. A Figura 2 mostra as principais alterações efetuadas: adoção de sentido único nas vias principais, Avenidas Araucárias e Castanheiras. As Boulevards foram liberadas para o tráfego no sentido contrário à principal que acompanham. Foram construídos quatro viadutos sobre a linha do metrô ligando o lado norte da cidade ao lado sul.

Tais mudanças causaram grande impacto na dinâmica do tráfego rodoviário da cidade, como consequência direta alteração significativa na geração e propagação do ruído. Essas mudanças no tráfego associadas ao crescimento do número de prédios e de veículos resultaram em um aumento significativo nos NPS em várias regiões da cidade.

Os resultados indicam que houve aumento significativo dos níveis de pressão sonora num curto período de tempo, tanto nos níveis mínimos que apresentaram um aumento de cerca 10 dB(A) quanto nos máximos onde a aumento foi de 15 dB(A).

O tráfego nas Boulevards e nos viadutos sobre a linha do metrô passou a expor edifícios que antes ficavam em sombras acústicas a níveis de ruídos mais elevados. Em 2007 os edifícios eram expostos a ruídos entre 50 e 65 dB(A) (Figura 3A) e depois passaram a valorem entre 65 e 80 dB(A) (Figura 3B), existindo ainda áreas com picos de 85 dB(A), próximas a viadutos, como o da Rua Pitanguieras.

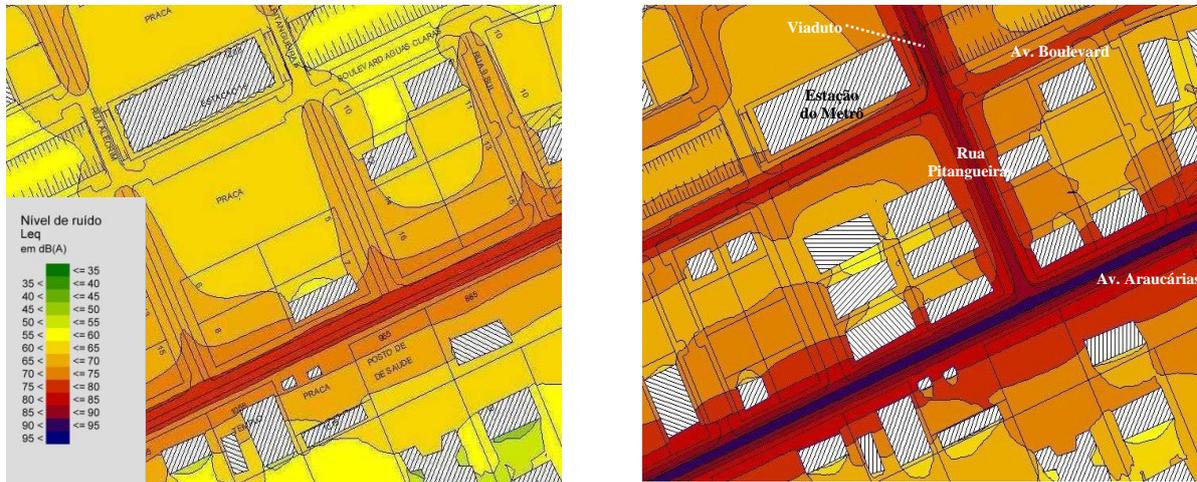


Fig. 3 (A) Antes (2007) e (B) depois da construção dos viadutos (2009)

Foi observada também uma intensificação na formação de *corredores acústicos*, principalmente nas margens das Avenidas Araucárias e Castanheiras. Tal efeito causa um aumento em torno de 15 dB(A) nos níveis de ruído, gerando picos de 95 dB(A). Estas áreas possuem maior índice de ocupação e são as mais movimentadas da cidade, o que provoca uma exposição maior da população.

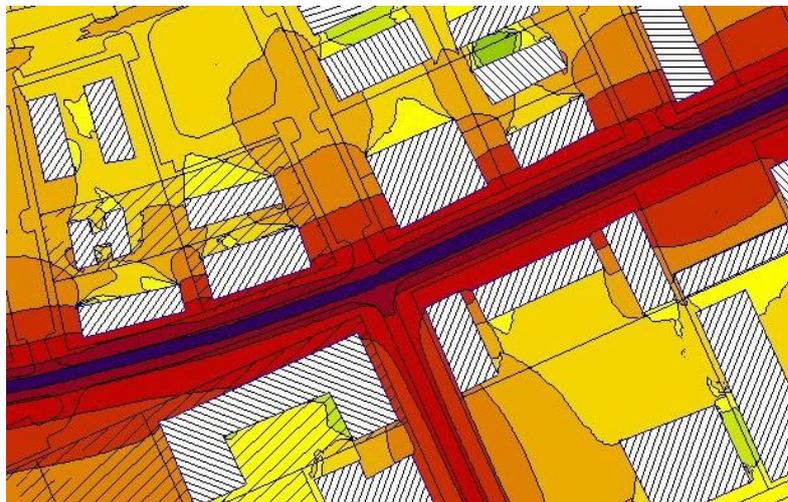


Fig. 4 Corredor formado em frente o Shopping de Águas Claras

Águas Claras é uma cidade nova e em construção onde existem muitos terrenos vazios, tendo em vista a possibilidade de edificação de prédios nesses locais e os transtornos hoje já vividos por essa população devido a exposição a níveis de ruídos elevados, foi utilizado o aplicativo SoundPLAN para simular os NPS quando a cidade tiver maiores níveis de ocupação, com seus prédios construídos e habitados No lugar de terrenos vazios foram acrescentados ao mapa os edifícios e o número de veículos em circulação de 40%, esse

valor foi atribuído devido ao fato de ser aproximadamente o mesmo percentual de prédios ainda não construídos. O resultado de uma região da cidade é apresentado na Figura 5, o referente a toda a cidade está na Figura 6.



Fig. 5 Mapa de ruído de uma região (A) situação atual, (B) após a ocupação total

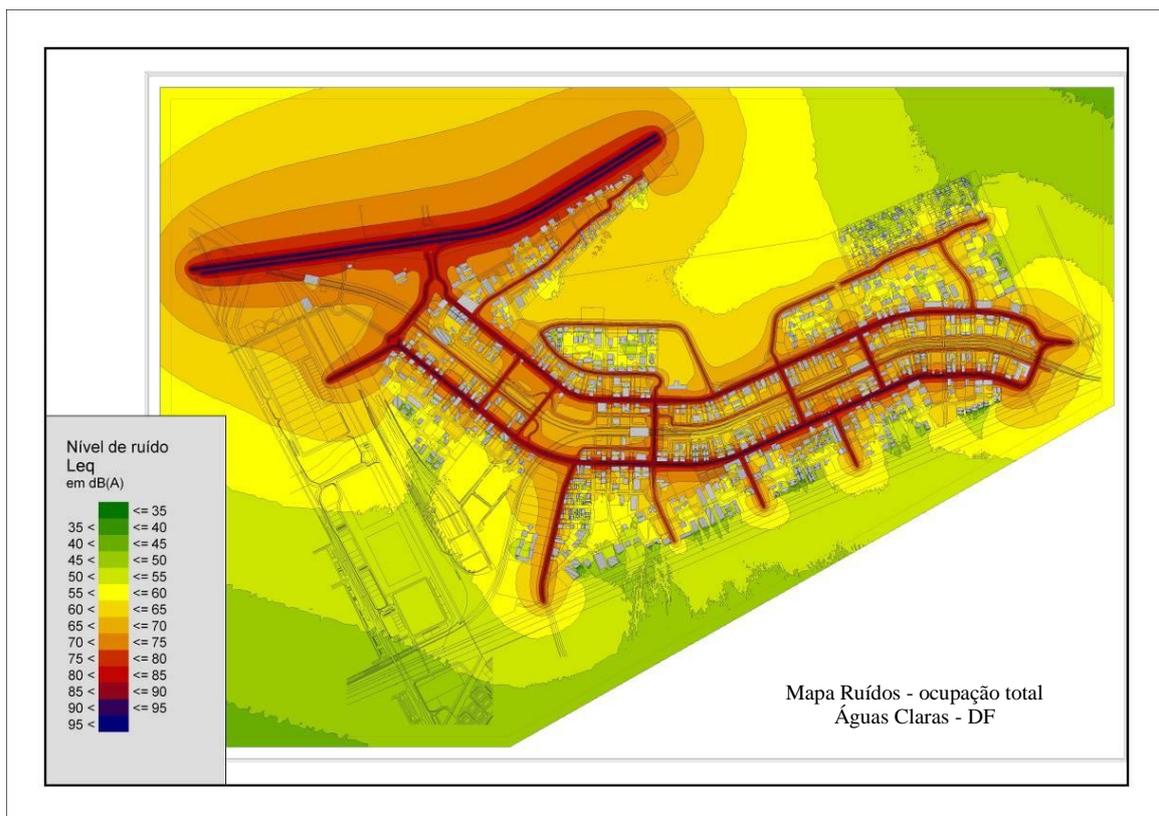


Fig. 6 Mapa de ruído rodoviário de Águas Claras - DF com ocupação total

A presença de barreiras físicas ao ruído, além de possibilitar a formação de corredores, também propicia a formação de sombras, que são apresentadas como um rastro com cores mais claras tendendo ao verde atrás dos edifícios, conforme pode ser observado no mapa. Esse fenômeno ocorre devido à presença de barreiras físicas para o ruído rodoviário, no

caso os edifícios marginais as principais avenidas (Castanheiras e Araucárias), que bloqueiam o som, essas sombras de ruído propiciam que os edifícios presentes nas avenidas internas apresentem níveis de pressão sonora inferiores aos outros edifícios. Os edifícios marginais exercem o papel de barreira acústica.

O mapa simulando a ocupação da cidade (Figura 6) mostra a intensificação de corredores de ruído, principalmente nas Avenidas Castanheiras e Araucárias. Em contrapartida, pode-se notar a formação de sombras de ruído nas áreas onde não circulam tantos veículos, nessas áreas inclusive ressalta-se que o ruído rodoviário diminuiu apesar do acréscimo de veículos circulando nas vias da cidade.

4.4 Construção de barreiras acústicas

O uso de barreiras acústicas pode amenizar os transtornos causados à população pelo excesso de ruído presentes em algumas situações apontadas pelo presente mapa, no caso, principalmente centros de ensino e residências as margens das duas principais avenidas da cidade (Castanheiras e Araucárias), regiões críticas em relação as condições de conforto acústico.

As imagens a seguir, Figuras 7 e 8 mostram uma vista de dois locais onde a instalação de barreiras acústicas poderia reduzir os NPS e com isso amenizar seus impactos sobre a população. A redução observada está entre 5 e 15 dB(A), sendo que isso ainda não é o suficiente para se alcançar a faixa estabelecida pela Lei Distrital 4092. Na Administração Regional o nível sonoro está entre 60 e 70 dB(A) enquanto no Centro Educacional a situação é mais grave, os níveis atingem de 75 a 80 dB(A) e mesmo a barreira planejada não soluciona o problema, pois a redução para níveis de 65 a 70 dB(A) proporcionada pela barreira ainda está bem acima dos 50 dB(A) previstos no período diurno para área escolar.

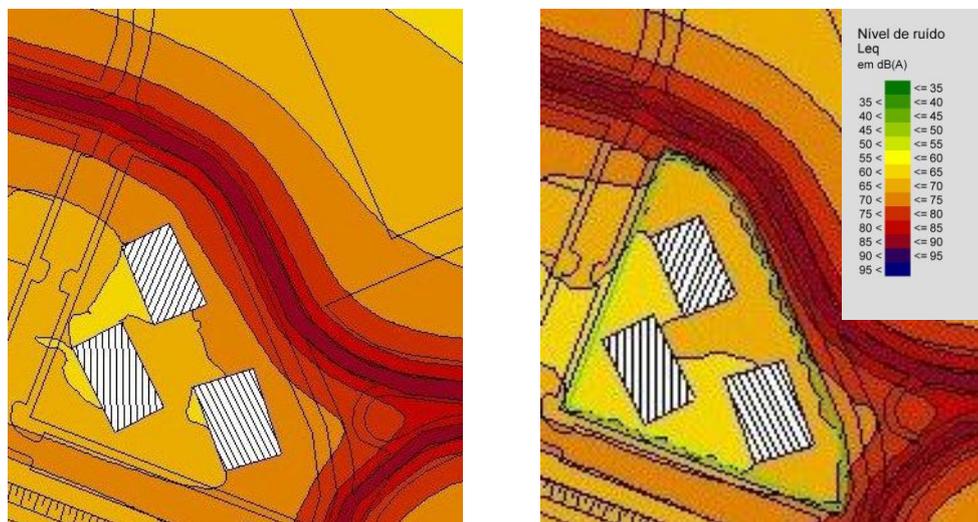


Fig. 7 Administração Regional sem barreira e com barreira

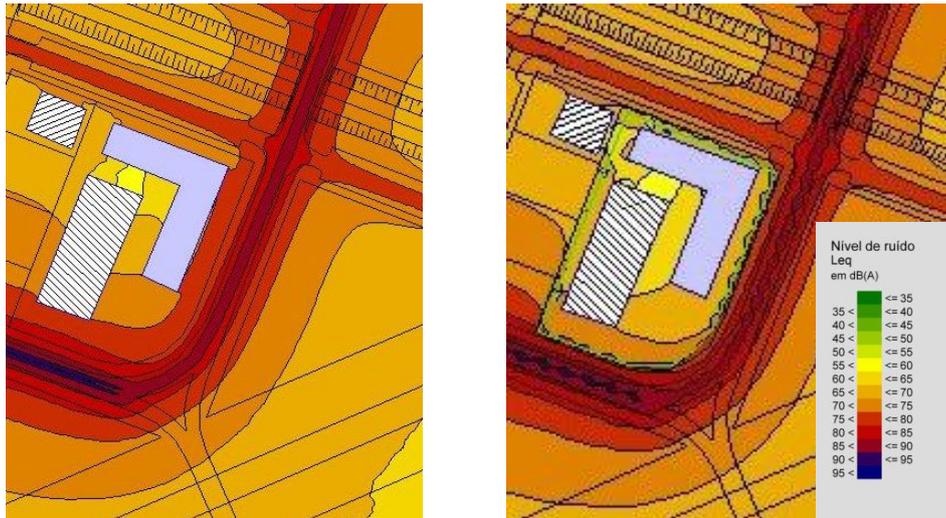


Fig. 8 Centro Educacional sem barreira e com barreira

Para a gestão adequada da poluição sonora, é importante que no planejamento territorial, leve-se em consideração além de aspectos relacionados às características futuras da região, equacione conflitos relacionados ao uso do solo e que forme locais apropriados a boa distribuição da energia sonora.

4.5 Cenários futuros: ampliação da via EPTG

As obras hoje realizadas na via EPTG são um empecilho para a grande maioria da população, que prefere utilizar cominhos alternativos para se deslocar até Brasília. Porém quando as obras na via estiverem concluídas existirão seis faixas em cada sentido, e não três como na época das medidas do fluxo de veículos para elaboração do mapa. Espera-se assim um aumento no número e na velocidade média dos veículos trafegando pela via. Baseando-se nessas considerações estimou-se o crescimento no número de veículos que trafegariam na via, utilizando o mapa gerado pela simulação anterior. A simulação é apresentada na figura 9.

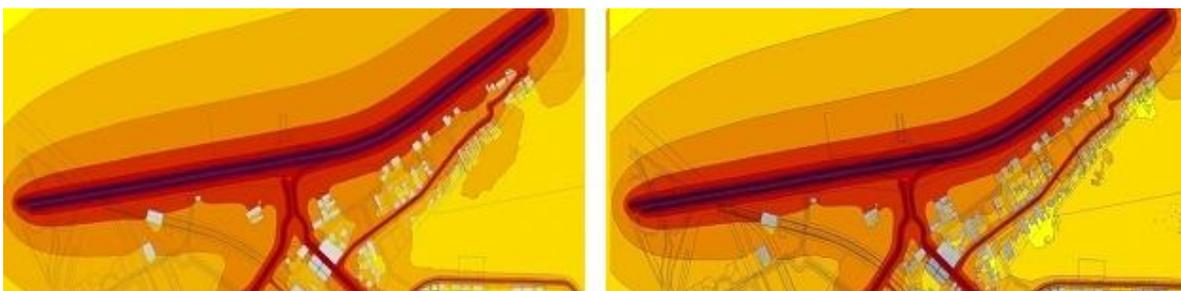


Fig. 9 EPTG antes e depois da ampliação

O resultado dessa simulação explicitou o que já era esperado, o efeito sonoro em Águas Claras como um todo não foi significativo, e localmente também não houve um aumento considerável do nível de ruídos conforme pode ser observado na figura acima. No Centro Universitário o efeito não alterou substancialmente o nível de ruídos embora o padrão apresentado não atenda a legislação para a finalidade proposta, mas tal efeito pode ser atenuado com o uso de barreiras acústicas.

5 CONCLUSÃO

A confecção do mapa de ruídos permitiu a identificação dos principais pontos críticos em relação aos ruídos gerados pelo tráfego veicular. Pode-se constatar que a cidade analisada sofre com a contaminação da poluição sonora. Foi observada a formação de corredores de ruído onde os níveis de pressão sonora nas fachadas dos prédios apresentaram valores 20 dB(A) acima do limite estabelecido pela legislação local assim como os recomendados pela Organização Mundial de Saúde.

As mudanças no sentido do tráfego em Águas Claras foram bastante significativas, a intensificação do corredor de ruído foi clara, o que comprova que embora as condições para os motoristas tenham melhorado, o mesmo não aconteceu para os moradores. Ambientes que antes apresentavam menores níveis de ruído rodoviário por estar em sombras acústicas, com a mudança do tráfego implantadas na cidade, passaram a ser expostos à níveis mais elevados.

A construção e ocupação do restante da cidade causarão impactos ambientais consideráveis, as simulações realizadas apontam que os níveis de pressão sonora aumentarão em muitas áreas provocando uma exposição ainda maior da população.

O uso de barreiras acústicas mostrou-se uma alternativa possível, com a redução entre 10 e 15 dB(A), a solução teve sua eficiência testada nas simulações em centros de ensino e centros administrativos, porém custo financeiro da implantação das barreiras não foi analisado.

Agradecimentos: Agradecemos a FAP-DF, Fundação de Ampara à Pesquisa do Distrito Federal, pelo apoio financeiro através do processo no. 193.000.248/2007. Agradecemos ao Engenheiro Ambiental Márcio M. Cavalcante pela colaboração na coleta de dados e nas simulações com o software e ao Prof. Edson Benício pela colaboração na coleta de dados.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151:** Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

Barretto, D. M. e Freitas, I. M. D. P. (2008) Importância de mapas de ruído na análise do planejamento dos transportes, **Anais do XXII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica**, Belo Horizonte, 26-29.

Bento Coelho, J. L. e Alarcão, D. (2004) Cartografia de Ruído em Grandes Cidades, **Acústica 2004**, Guimarães, Portugal.

Cavalcanti, M. M. e Cortez Jr., A. P. (2008). Mapa de Ruído da Cidade de Águas Claras – DF, **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental)**, Universidade Católica de Brasília, Brasília.

DETRAN-DF (2010) <http://www.detran.df.gov.br/>, acesso em 06/04/2010.

DETRAN-SP (2010) <http://www.detran.sp.gov.br/frota/frota2009.asp>, acesso em 06/04/2010.

Lei Nº. 4092 de 30 de janeiro de 2008 (2008) **Diário Oficial do Distrito Federal**. 23, sexta-feira, 1º de setembro de 2008, Brasília.

Directiva 2002/49/EC. Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:PT:PDF>, acesso em 06/04/2010.

Eniz, A; Garavelli, S. L. (2006) A contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil, **HOLOS Environment**, 2, 137-150.

Garavelli, S. L., Rodrigues, E. S., Costa, C. A., Maroja, A. M., Noronha, E. H., Roldão, C. D., Sousa, D. R. Alves, P. R. P.(2005) Estudos dos ruídos ambientais em Brasília, Brasil, **1º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, São Carlos, 28-30 setembro 2005.

Guedes, I. C. M. (2005) Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro: Um estudo do Bairro Jardins em Aracaju (SE). **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)** Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

IBGE (2010), <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>, acesso em 06/04/2010.

Nardi, A. V., Viveiros, E. B., Coelho, J. L. B. (2008) Uma contribuição para o aprimoramento do Estudo de Impacto de Vizinhança: a gestão do ruído ambiental por mapeamento sonoro, **Anais do XXII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica**, Belo Horizonte, 26-29 novembro 2008.

Pinto, F. A. N. C., Mardones, M.D.M. (2008) Mapa de rudo de barrios densamente poblados - Ejemplo de Copacabana, Rio de Janeiro - Brasil. **VI Congresso Iberoamericano de Acústica - FIA**, Buenos Aires 5-7 novembro 2008.

Tsai, K., Lin, M. e Chen, Y.(2009) Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. **Applied Acoustics** 70(7), 964-972.