

MAPA DE RUÍDOS COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO URBANO ESTRATÉGICO: ESTUDO DE CASO NO SETOR BUENO, GOIÂNIA-GO

L. A. Correia, F. C. Curado, C. A. Maciel, J. L. G. Pires

RESUMO

Por abrigar a maior parte da população mundial, o espaço urbano concentra também muitos dos problemas sociais e econômicos decorrentes de sua acelerada urbanização, gerando muitas vezes uma grande degradação e desconforto ambiental. Teorias urbanas defendem que cidades compactas se aproximam mais do modelo de cidade sustentável, pois podem proporcionar a redução dos percursos diários, favorecendo o acesso de maior número de pessoas à infraestrutura urbana de maneira geral. Assim, a multiplicação do solo urbano e o aproveitamento intensivo da terra urbana, aliados ao desenvolvimento tecnológico do século XX, geraram uma forte relação entre verticalização e adensamento no contexto de algumas cidades brasileiras. As moradias verticais surgiram como uma forma de controle dos governos municipais no zoneamento da cidade, tornando-se um marco na reestruturação e expansão urbana. O adensamento traz como consequência, dentre outras, o incremento significativo no tráfego rodoviário, especialmente em regiões com população de maior poder aquisitivo. Estes dois fatores – verticalização e aumento de tráfego – impactam diretamente a poluição sonora urbana, visto que a acústica urbana sofre influência direta do traçado, da densidade de uso e ocupação do solo, da volumetria e tipologia dos edifícios, entre outros. Este trabalho buscou, assim, demonstrar as contribuições do mapeamento de ruídos no processo de planejamento estratégico de adensamentos urbanos, permitindo a identificação e avaliação das configurações urbanas que mais favorecem o conforto acústico humano e qualidade sonora do espaço urbano. Foi realizado um estudo de caso na cidade de Goiânia-GO, no Setor Bueno, bairro de classe alta que vem passando por um forte processo de verticalização. A metodologia esteve baseada em simulação computacional com mapeamento de ruídos, medições *in loco* e análise de mapas e plantas da cidade de Goiânia. O mapeamento de ruídos se mostrou um instrumento interessante não só para avaliar as formas de ocupação do espaço urbano ocorridas ao longo dos anos, mas também para prever situações futuras no planejamento da expansão e adensamento da cidade. Vimos nesse instrumento grande potencial para análise e proposição das possibilidades de configuração espacial tanto na escala da uma cidade quanto do edifício, e seus reflexos na questão acústica.

1 INTRODUÇÃO

Por abrigar a maior parte da população mundial, o espaço urbano concentra também muitos dos problemas sociais e econômicos decorrentes de sua acelerada urbanização, gerando muitas vezes uma grande degradação e desconforto ambiental. A atuação do homem no meio ambiente antrópico traz uma interação mútua, na qual ao mesmo tempo em que a natureza é transformada pelo homem, também age sobre ele. A relação harmônica do homem com o meio requer, portanto, planejamento tanto na escala do edifício quanto da cidade, para que os estímulos sensoriais criem o máximo de reações positivas no homem que a vivencia.

O aumento da população urbana e o adensamento das cidades vêm sendo objeto de estudo de urbanistas, administradores e planejadores das mais diversas áreas. Teorias urbanas defenderam que cidades compactas se aproximam mais do modelo de cidade sustentável, pois podem proporcionar a redução dos percursos diários, favorecendo o acesso de maior número de pessoas à infraestrutura urbana de maneira geral (FERREIRA e FERRARA, 2012). Com base em tal ponto de vista, planos de desenvolvimento urbano de capitais brasileiras têm utilizado como diretriz a verticalização de áreas centrais e eixos urbanos já dotados de maior infraestrutura.

Segundo Somekh (1997), a multiplicação do solo urbano e o aproveitamento intensivo da terra urbana, aliados ao desenvolvimento tecnológico do século XX, geraram uma forte relação entre verticalização e adensamento. As moradias verticais surgem como uma forma de controle dos governos municipais no zoneamento da cidade, tornando-se um marco na reestruturação e expansão das cidades. Apesar de ser um atualmente um fenômeno presente em todo o mundo, em especial nas capitais latino-americanas e no leste europeu, a verticalização brasileira se destaca em relação ao que é a outros locais. Para Souza (1994), aqui o ritmo é mais acelerado e prioritariamente destinado à habitação, diferente de outras realidades.

O adensamento urbano traz como consequência, dentre outras, o incremento significativo no tráfego rodoviário, especialmente em regiões com população de maior poder aquisitivo. Estes dois fatores – verticalização e aumento de tráfego – impactam diretamente a poluição sonora urbana, visto que a acústica urbana sofre influência direta do traçado, da densidade de uso e ocupação do solo, da volumetria e tipologia dos edifícios, e das características topográficas do lugar. O ruído de tráfego é considerado o maior poluidor sonoro da atualidade (WHO, 2009), sendo esse um problema crescente em especial nas grandes cidades. Dados de 2011 demonstram que, em dez anos, o número de veículos das principais cidades brasileiras aumentou em cerca de 100% (INCT, 2012), fazendo com que o dobro de veículos passasse a ocupar nossas vias e emitisse uma quantidade significativa de poluentes químicos e sonoros.

Em uma malha urbana consolidada, as vias de circulação cercadas por edifícios em ambos os lados terão uma ambiência sonora sempre diferenciada ao de uma estrada, ou de áreas com tecido urbano pouco denso. A forma de propagação do som em um espaço urbano depende diretamente da configuração do traçado e da característica dos conjuntos edificadas. A depender da forma de ocupação da cidade, essa propagação pode acontecer em campo aberto, com poucas reflexões, ou em campo reverberante (NIEMEYER, 2007; BISTAFA, 2001).

Em um espaço aberto, o nível sonoro que chega no receptor depende apenas da distância da fonte. Já em um espaço fechado o nível sonoro varia conforme as características geométricas e absorvas do meio: densidade e continuidade dos edifícios, altura e distância entre eles, da largura da via e dimensão das calçadas, característica das superfícies refletoras dos edifícios e do solo. Como em um espaço fechado o som resultante é um somatório do som direto – que sai diretamente da fonte – com o som reverberante – gerado a partir da reflexão nas superfícies, o som gerado em um campo fechado tende a ser mais intenso que em campo aberto. Para Bistafa (2001), quando há edificações com mais de 10m de altura em ambos os lados da rua, a reverberação gera amplificação sonora devido às múltiplas reflexões entre os edifícios, já que o som não consegue se dissipar tão fácil, tornando os a poluição sonora ainda mais incômoda.

O desenho das cidades deve considerar as barreiras e permeabilidades criadas pelos conjuntos edificados a esse tipo de poluidor sonoro.

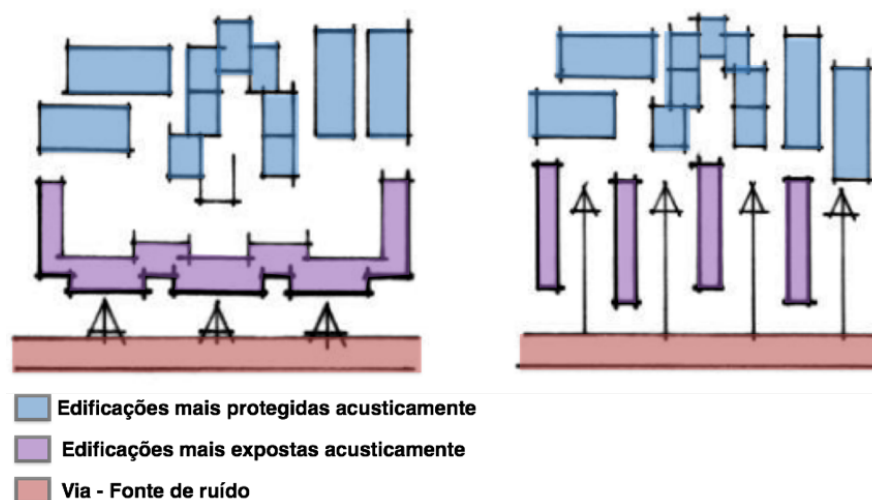


Figura 1 Configuração recomendada e não recomendada para edifícios próximos a via de tráfego intenso

Fonte: Adaptado de Niemeyer, 2007, p. 98

Recomenda-se, assim, que os edifícios próximos às principais vias de circulação, mais expostos ao ruído, abriguem atividades pouco sensíveis – comércio, lazer –, protegendo os edifícios com atividades mais sensíveis – residências, escolas, hospitais. O grau de proteção acústica irá depender também da maneira como os edifícios mais próximos estão implantados em relação à via, gerando barreiras ou pelo menos aumentando a distância da fonte, conforme se observa na Figura 1.

No âmbito da acústica urbana, o mapeamento de ruídos tornou-se um excelente instrumento para diagnóstico e previsão dos níveis de emissão e exposição sonora nas cidades, caracterizando o comportamento acústico de diferentes conjuntos urbanos. O mapa de ruído é a representação gráfica dos níveis sonoros de um espaço geográfico. Os níveis representados podem referir-se a uma situação existente ou simulada, através de metodologias de cálculos consolidadas e normatizadas internacionalmente.

Desde 2007 a Comunidade Europeia (CE) utiliza o mapa de ruído como uma ferramenta no sistema de gestão e combate da poluição sonora nas áreas urbanas (SURIANO e SOUZA, 2014). Essa ferramenta é muito útil no planejamento estratégico, pois consegue apresentar dados sobre exposição da população a níveis de pressão sonora de forma gráfica, e é facilmente compreensível mesmo para pessoas que não possuem nenhuma formação em acústica ambiental, o que facilita o debate sobre a poluição sonora entre técnicos das diferentes áreas do planejamento, autoridades competentes e a comunidade em geral. Além disso, o mapa de ruídos pode ser utilizado na simulação de cenários para verificação de alteração do campo sonoro com inserção ou mudança de diferentes fontes, como construção de viadutos, novas avenidas ou parque industrial. Ou ainda pode simular cenários para o combate à poluição sonora, verificando o quanto uma alteração ou tratamento pode resultar em redução de ruído, como na redução de velocidade de uma via de trânsito, instalação de barreira acústicas ao longo de uma ferrovia, entre outros.

A Agência Portuguesa do Meio ambiente determina, no documento Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (GTIC, 2011), que a depender do objetivo os mapas devem

ser elaborados em diferentes escalas, como *mapas estratégicos* e *mapas de pormenores*. Para Bento Coelho (2014), o mapa estratégico objetiva fazer uma análise macroscópica afim de auxiliar o ordenamento territorial e a gestão global do ambiente sonoro, enquanto o mapa de pormenor tem por objetivo a análise de incomodidade e exposição da população ao ruído, auxiliando a gestão e planejamento urbano e dos sistemas de transporte. Assim, o mapa de pormenor é o mais indicado para estudos de cenários alternativos para gestão do ambiente sonoro. No Brasil, há ainda poucas cidades com mapas estratégicos de ruído; já os mapas de pormenores já vêm sendo mais amplamente utilizados, auxiliando na verificação da compatibilidade entre o cenário brasileiro e as metodologias adotadas e desenvolvidas por outros países.

No sentido de verificar as contribuições do mapeamento de ruídos na previsão de cenários e na discussão sobre a melhor forma de adensamento de conjuntos urbanos, realizamos um estudo de caso em Goiânia-GO. A partir dos estudos realizados, foi possível identificar o impacto de algumas configurações espaciais no conforto acústico humano e qualidade sonora do espaço urbano, conforme apresentaremos a seguir.

2 METODOLOGIA

2.1 Contextualização do Estudo de Caso

Convergindo com a proposta de cidades compactas, o planejamento urbano de Goiânia tem como um ponto forte o adensamento das vias estruturais, contrapondo-se ao espalhamento da cidade. O adensamento está centrado especialmente em bairros residenciais, originalmente horizontais e com baixa taxa de ocupação do solo. Tal solução foi adotada por acreditar-se que a dispersão levaria a população para locais cada vez mais distantes do trabalho e dos serviços públicos e, conseqüentemente, causaria maior congestionamento.

A primeira fase de expansão da cidade de Goiânia aconteceu a partir de sua fundação, em 1933, com o plano de Atílio Corrêa Lima, modificado e ampliado por Augusto Armando de Godoy. Nesse período, o Estado exercia um rígido controle social para que o plano original fosse seguido. Os lotes eram vendidos a preços acessíveis ou doados a assentamentos de funcionários. A partir de 1950, ocorreu a ampliação na ocupação do espaço, com parcelamento extensivo das glebas pelos proprietários de terras. O Estado passa a não ter mais o controle sobre o crescimento urbano, sendo assumido pela iniciativa privada. As décadas de 1960 e 1970, por sua vez, são marcadas pela presença do governo federal com ações do BNH, favorecendo o crescimento da indústria da construção civil até os anos seguintes.

Especialmente a partir dos anos 1980, diversos vazios urbanos – lotes, glebas e terrenos – foram identificados nas áreas urbanizadas, dotados de infraestrutura ociosa, justificando a verticalização da cidade. Tanto o Estado quanto promotores imobiliários viram nesta uma boa alternativa na redução de custos de infraestrutura e ocupação das áreas centrais. Segundo Bellorio (2013), nesse período a expansão e adensamento da cidade se intensificou, com forte caráter de exclusão. As classes mais altas concentravam quase 50% da renda global, incrementando a construção de prédios de apartamentos, enquanto as classes mais baixas foram penalizadas com a ocupação de áreas menos favorecidas, distantes e com pior infraestrutura.

Em 1992 foi publicado um Plano Diretor (GOIÂNIA, 1992) no qual foi definida a Lei de Zoneamento do Município (GOIÂNIA, 1994). O Plano Diretor instituiu o Macrozoneamento, dividindo o município em Zona Urbana – área mais consolidada –, Zona de Expansão Urbana – áreas voltadas para futuras ocupações – e Zona Rural – áreas de uso agropecuário e de indústrias incompatíveis com o meio urbano. Já na Lei de Zoneamento foi proposta a criação de uma zona de predominância residencial de alta densidade, constituída por faixas bilaterais ao longo da Avenida T-63, incluindo os setores Pedro Ludovico, Bela Vista, Bueno, Nova Suíça e Vila Alpes, admitindo-se edifícios coletivos residenciais, comerciais e de serviços. A intensão era densificar a área em 690 hab/ha, contrapondo-se aos 46 hab/ha previstos no plano original da cidade (BELLORIO, 2013). Em 2007, a Secretaria Municipal de Planejamento aprovou o último e atual Plano Diretor (GOIÂNIA, 2007), sob consultoria de Luiz Fernando Cruvinel Teixeira. A Macrozona Construída foi dividida em unidades territoriais, de acordo com a capacidade de infraestrutura e do sistema viário, características do uso e ocupação do solo, além das especificidades do patrimônio histórico e das áreas ambientalmente sensíveis.

O setor Bueno, selecionado como estudo de caso, está entre os bairros mais verticalizados da cidade. Dados de 2008 (MOYSÉS e BORGES, 2008) demonstram que os setores Bueno, Jardim Goiás, Marista e Oeste concentravam especialmente os lançamentos para o segmento classe AA, edifícios de luxo com apartamentos grandes áreas e infraestrutura. A preferência por este e outros bairros da cidade deve-se ao fato de reunirem uma população com maior poder aquisitivo, além de contar com infraestrutura física e social. A região do setor Bueno abriga escolas, universidades, flats, hotéis, edifícios de escritórios e comércio diversificado, voltado para pessoas de renda alta. Além disso, os órgãos públicos também têm se deslocado no eixo de expansão sudeste, afastando-se do centro da cidade, contribuindo para a periferização das áreas centrais e criação de uma nova centralidade (MOYSÉS e BORGES, 2008).

Como reflexo direto do adensamento de uma área específica da cidade por pessoas de alto padrão (com elevado número de veículos por residência) e concentração de órgãos públicos e empresa na região, houve crescimento significativo no congestionamento. Nos últimos anos foram realizadas grandes intervenções no sistema viário, com a construção de viadutos e passagens subterrâneas, para facilitar o escoamento de veículos. A frota de automóveis da Região Metropolitana de Goiânia duplicou de 2001 a 2012, segundo dados do Observatório das Metrôpoles (INCT, 2012). O crescimento de 117,1% neste período está acima da média das metrôpoles brasileiras (90,2%) e entre os maiores do país para o mesmo período. Além disso, apenas em 2012 o crescimento observado foi de 8,3%, o maior índice entre as metrôpoles analisadas. Esses dados demonstram um crescimento destacado na frota de veículos, interferindo diretamente na poluição sonora.

Tendo em vista as características específicas do Setor Bueno apresentadas acima, e a existência de áreas ainda em fase de adensamento, optamos por realizar um estudo de caso em um trecho deste bairro, visando prever as possíveis modificações na paisagem sonora do lugar quando de sua total verticalização.

2.2 Procedimentos e instrumentos

Para o propósito deste trabalho, foi elaborado um mapa de pormenor de um trecho do Setor Bueno, sendo inicialmente desenvolvido o mapa acústico da situação existente (2015), também utilizado para calibração do modelo. Posteriormente foram simulados dois

cenários: um correspondente à década anterior (2005), quando a verticalização nessa área ainda era incipiente; e outro correspondendo a uma década posterior (2025), quando se estima que o adensamento tenha sido concluído integralmente.

A elaboração de um mapa de ruído esteve baseada nos dados de um dia típico, quando as características das fontes se aproximam das condições médias anuais. Como as fontes analisadas foram as vias de tráfego, os dados foram coletados fora de horário de pico, em dia útil no meio da semana. Para elaboração do mapa com o cenário atual, utilizamos os dados de curvas de nível, eixos de via, dimensões de lotes e outros, extraídos de mapas cartográficos fornecidos pela Prefeitura de Goiânia, em formato AutoCAD (GOIÂNIA, 2016). A posição e tamanho das edificações foram desenhadas a partir de registros fotográficos e imagens do StreetView (GOOGLE MAPS, 2016).

Dados relativos ao número de veículos (Tabela 1) foram coletados *in loco*, com contagem volumétrica manual a partir da marcação de traços a lápis para cada veículo, totalizada por sentido em 15 minutos e extrapolada para uma hora.

Tabela 1 Dados de contagem de veículos

Via	Sentido	Período	Data e Horário da coleta	Nº de Leves/hora	Nº de Pesados / hora
T-51	T30	Diurno	11/03/2015 - 15:50 às 16:05	148	1
		Noturno	11/03/2015 - 22:30 às 22:45	28	0
	T2	Diurno	11/03/2015 - 15:50 às 16:05	44	0
		Noturno	11/03/2015 - 22:30 às 22:45	28	0
T-50	Único	Diurno	11/03/2015 - 16:06 às 16:21	324	7
		Noturno	11/03/2015 - 23:20 às 23:35	56	1
T-30	T9	Diurno	11/03/2015 - 15:25 às 15:40	64	0
		Noturno	11/03/2015 - 22:30 às 22:45	16	0
	T8	Diurno	11/03/2015 - 15:25 às 15:40	100	0
		Noturno	11/03/2015 - 22:30 às 22:45	20	0
T-2	T8	Diurno	11/03/2015 - 16:26 às 16:41	684	28
		Noturno	11/03/2015 - 23:20 às 23:35	112	4
	T9	Diurno	11/03/2015 - 16:26 às 16:41	700	12
		Noturno	11/03/2015 - 23:20 às 23:35	128	4
T-28	Único	Diurno	28/01/2016 - 10:42 às 10:57	148	0
		Noturno	28/01/2016 - 00:22 às 00:37	4	0
T-9	Mutirão	Diurno	13/08/2015 - 10:02 às 10:17	700	24
		Noturno	13/08/2015 - 23:03 às 23:18	820	40
	Av. T-1	Diurno	13/08/2015 - 10:02 às 10:17	216	8
		Noturno	13/08/2015 - 23:03 às 23:18	364	4
Orestes Ribeiro	Único	Diurno	17/11/2015 - 09:16 às 09:31	84	4
		Noturno	17/11/2015 - 21:30 às 21:45	52	0
T-33	Único	Diurno	17/11/2015 - 09:45 às 10:00	48	0
		Noturno	17/11/2015 - 21:30 às 21:45	16	0

Fonte: Autores, 2016

A contagem esteve baseada nos parâmetros do DNIT (2006), e considerou a diferenciação em veículos leves – carros de passeio e motocicletas – e pesados – ônibus e caminhões.

Durante o registro dos dados de tráfego diurno, foram realizadas medições do nível de pressão sonora ambiental na área em estudo (Figura 2), com Sonômetro modelo Blue Solo da 01dB – medidor de ruído de alta precisão, devidamente calibrado –, instalado a 4 metros do solo. Essas medições foram utilizadas para calibração do modelo computacional.



Figura 2 Localização da área de estudo

Fonte: Adaptado de Google Maps, 2016

Para elaboração do mapa de ruídos utilizamos o programa computacional CadnaA v 4.4, desenvolvido pela DataKustik. O modelo 3D foi criado a partir da base CAD, posteriormente avaliado quanto a imperfeições topográficas ou de forma e quando necessários procedeu-se a correção manual. Os níveis sonoros estimados na simulação foram avaliados para o L_{dn} – nível equivalente de ruído urbano médio diurno-noturno, considerando o período de 24 horas.

A partir do modelo validado, com cenário de 2015, foram construídos os cenários progresso e futuro. A posição e tamanho das edificações presentes na área em 2005 foram desenhadas a partir do banco de imagens do Google Earth (2016). Ao verificar que a edificação existente em 2005 era a mesma da situação atual, as suas características foram mantidas; quando observou-se que a edificação já havia sido alterada, considerou-se a altura de 6m, conforme o padrão existente na área naquele período.

Para o cenário futuro, prevendo-se a continuidade da verticalização na área, foram construídos edifícios residenciais com base nos parâmetros urbanísticos do Plano Diretor de Goiânia e nas características predominantes das áreas já adensadas do Setor Bueno. Utilizou-se de 3 a 4 lotes, com edifício de base mais larga que a torre residencial, com três pavimentos de garagem e áreas coletivas e demais pavimentos residenciais. As edificações foram configuradas com torres de 15 a 35 pavimentos, atingindo-se o índice máximo de aproveitamento dos edifícios recém construídos. Metade dos edifícios foram construídos com 470 m² de projeção, considerando quatro unidades habitacionais por pavimento, e a outra metade dividida em torres de 500 m² e torres de 700 m², com seis unidades habitacionais por pavimento cada uma.

A previsão do número de veículos se deu por meio dos dados de frota dos anos 2005 e 2015, disponibilizados pelo Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (2016). A

observação dos dados dos últimos dez anos demonstrou que o acréscimo na frota de veículos de Goiânia segue uma variação linear, permitindo-nos aplicar, para a previsão de tráfego de 2005 e 2025, os decréscimos e acréscimos percentuais observados na avaliação de frota entre 2005 e 2015 (Tabela 2). Os resultados foram analisados para o L_{dn} , considerando-se a avaliação global que inclui dia (7h às 22h) e noite (22h às 7h).

Tabela 2 Percentual utilizado para estimativa de veículos nos diferentes cenários

	Acréscimo percentual entre 2005 e 2015
Veículos leves	85%
Veículos pesados	30%

Fonte: DENATRAN, 2016

3 RESULTADOS

Conforme apresentado nas Figuras 3 e 4, os mapas resultantes demonstraram que o crescimento do tráfego, resultante do aumento na concentração de pessoas, por si só já vem provocando alterações no desempenho acústico da região, quando comparados os cenários atual (2015) e de dez anos atrás (2005).

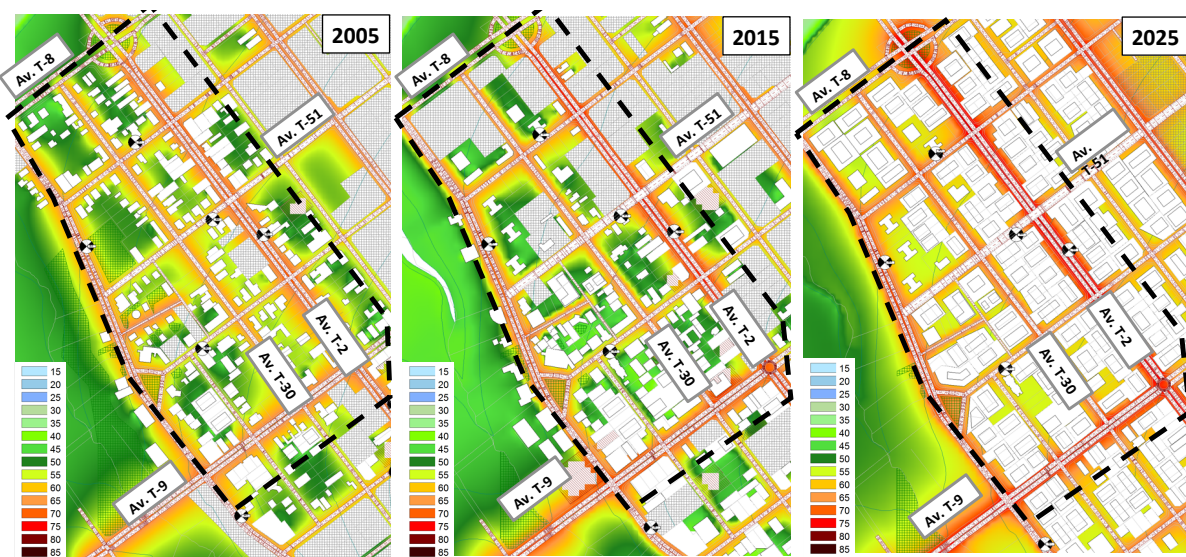


Figura 3 Cenários progresso (2005), atual (2015) e futuro (2025), considerando o L_{dn} , elaborados no Software CadnaA

Fonte: Autores, 2016

Impactos ainda mais significativos puderam ser observados quando analisamos a configuração urbana prevista, com a verticalização completa da região (2025). No trecho cortado não há ainda hoje edifícios em altura, tendo havido apenas a densificação com unidades unifamiliares e edifícios de pequeno porte.

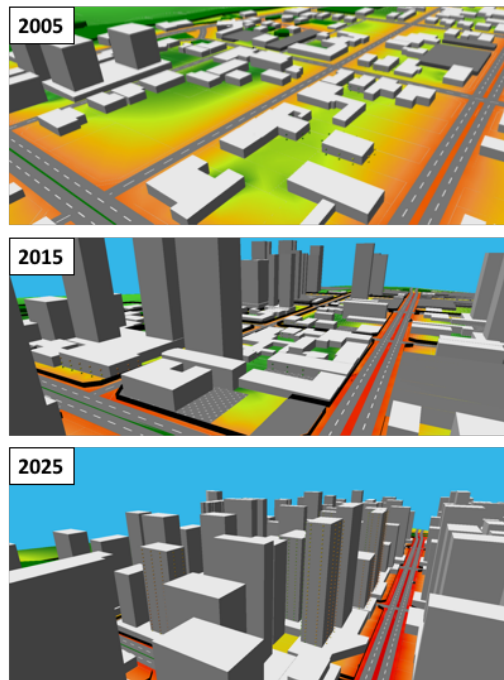


Figura 4 Perspectiva dos três cenários elaborada no Software CadnaA, gerada a partir da esquina entre as duas principais vias: Av. T-9 e Av. T-2.
 Fonte: Autores, 2016

Para exemplificar as variações observadas nos diferentes cenários, apresentamos na Figura 5 uma malha vertical passando nas avenidas e T-2. Mesmo com a permeabilidade gerada pelo espaçamento entre as torres residenciais, observa-se claramente o efeito de cânion urbano entre os conjuntos edificados. Nos dois primeiros cenários (2005 e 2015), o incômodo sonoro gerado pelas fontes de ruído de tráfego ficam restritos às fachadas mais próximas às vias, havendo gradativa diminuição no nível sonoro do segundo pavimento em diante.

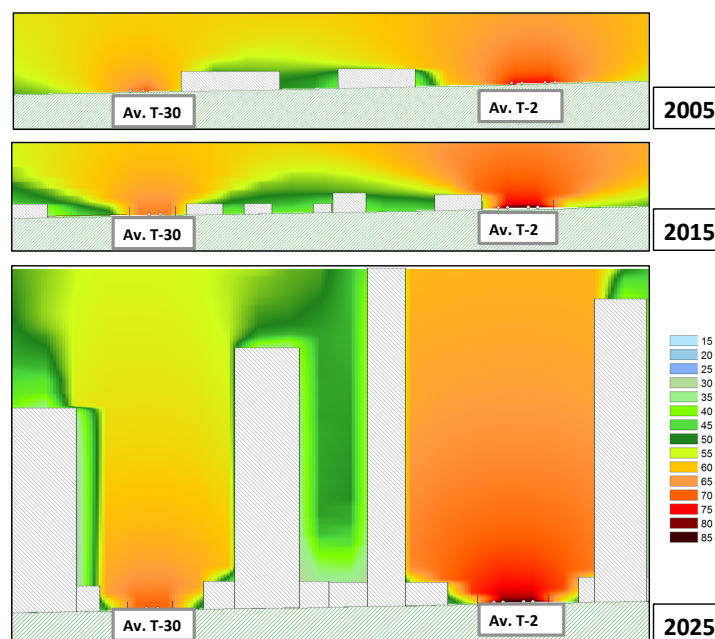


Figura 5 Malha vertical elaborada no Software CadnaA cortando as Avenidas T-30 e T-2, considerando os três cenários
 Fonte: Autores, 2016

Já no terceiro cenário (2025) são encontrados níveis elevados mesmo nos pavimentos mais altos, dado o efeito da reverberação gerado pelo confinamento do som entre os edifícios. Apenas os primeiros pavimentos foram encontrados níveis sonoros reduzidos, dada a proteção criada pela base mais larga que a torre residencial, na qual prevê-se atividades pouco sensíveis (garagem e áreas comuns). Além disso, é importante ressaltar que com a concentração de edifícios residenciais de grande altura próximos a vias de tráfego intenso, o número de pessoas expostas, residentes em tais torres, torna-se bem mais significativo.

Outra questão interessante a se destacar é que a densificação da malha urbana, quando gerada por edifícios mais horizontalizados e com muros relativamente contínuos, cria áreas internas nos quarteirões bem mais protegidas acusticamente, como podemos observar no cenário 2015 da Figura 6. No cenário de 2025, por outro lado, é perceptível como a criação das grandes torres gera uma maior permeabilidade e, portanto, mesmo o interior dos quarteirões fica bastante exposto ao ruído.

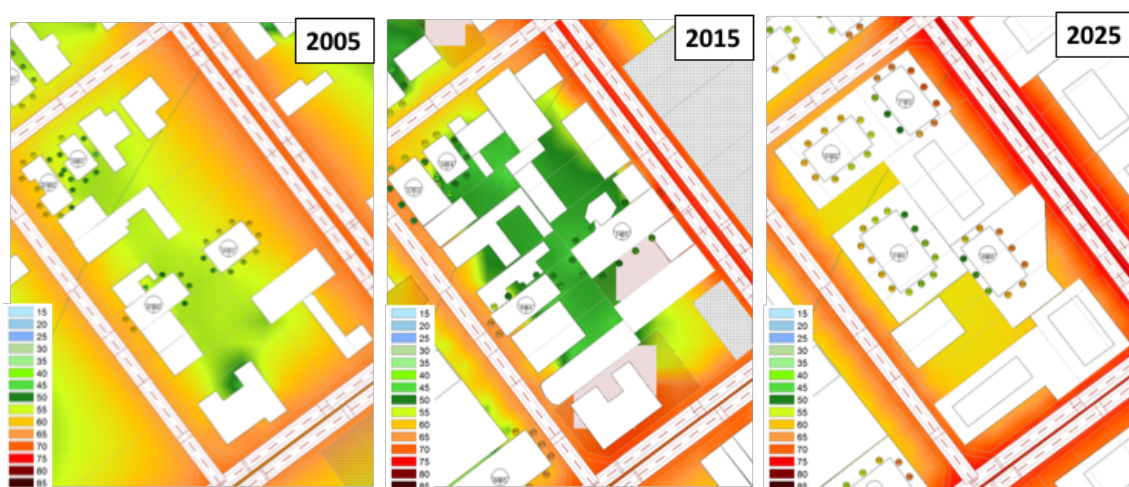


Figura 6 Detalhe do quarteirão entre as Avenidas T-30 e T-2, considerando os três cenários

Fonte: Software CadnaA, 2016

Os resultados apresentados demonstraram que a forma de ocupação, a densificação e verticalização, bem como o aumento no tráfego, provocam alterações bastante significativas na maneira como o som se comporta no espaço urbano. Dentre as configurações espaciais que mais impactam na qualidade do ambiente sonoro, observou-se que as vias com malha contínua de edifícios verticalizados podem apresentar um efeito significativo no comportamento acústico de uma área, devido à elevação do nível sonoro gerado em um campo reverberante.

Mesmo em áreas mais horizontalizadas, a proteção acústica gerada por malhas contínuas só será efetivamente favorável se as atividades mais sensíveis – habitações – estiverem suficientemente distantes da via ou protegidas por volumes bem projetados, deixando mais expostas as atividades menos sensíveis – áreas de lazer, estacionamentos, entre outros. Caso contrário, negligencia-se alguns moradores em detrimento de outros, especialmente se existirem quartos voltados para as fontes de ruído. Tais análises, as contribuem diretamente para a concepção de projetos e definição de diretrizes urbanísticas, só foram possíveis por meio de mapeamento sonoro com apoio de software de simulação, permitindo-nos configurar quantos cenários quantos foram desejados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de estudo de caso realizado no Setor Bueno, em Goiânia-GO, pudemos verificar os impactos que a verticalização de uma área imprimem sobre o espaço urbano e o conforto dos moradores. A análise de três diferentes cenários, para os anos de 2005, 2015 e 2025, permitiram-nos compreender com maior clareza como a densificação e verticalização do espaço urbano alteram o comportamento acústico de um lugar. Observou-se, assim, que determinadas configurações espaciais impactam mais diretamente na qualidade do ambiente sonoro. A altura e volumetria dos edifícios, bem como a continuidade da malha, associados à forma de ocupação dos edifícios e distribuição das atividades na edificação e no interior das unidades habitacionais podem gerar barreiras e permeabilidades, protegendo ou expondo sonoramente o homem a ruídos significativamente elevados.

Os resultados apresentados demonstraram que a forma de ocupação, a densificação e verticalização, assim como o aumento no tráfego provocam alterações relevantes na maneira como o som se comporta no espaço urbano. Tais análises só foram possíveis por meio de mapeamento sonoro com apoio de software de simulação, o qual permite configurar quantos cenários quantos forem desejados. O mapeamento de ruídos se mostrou um instrumento interessante não só para avaliar as formas de ocupação do espaço urbano ocorridas ao longo dos anos, mas também prever situações futuras no planejamento da expansão e adensamento da cidade.

Entendendo que o processo de planejamento urbano prescindia de instrumentos adequados para análise dos diferentes e complexos elementos que interferem na cidade, vimos no mapa de ruídos grande potencial de qualificar as modificações propostas à configuração espacial de uma cidade, no que diz respeito à questão acústica.

5 REFERÊNCIAS

BELLORIO, Grazielli Bruno. Adensamento e verticalização em Goiânia nos Planos Diretores 1968-2007. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Departamento de Ciências Econômicas. Goiânia: PUC GOIÁS, 2013.

BENTO COELHO, J. L. “Introdução ao Mapeamento de Ruído”. In: **WorkShop PróAcústica**, São Paulo – SP, 2014.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

DACAR. **Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 2**. Amadora: Agencia Portuguesa do Meio Ambiente, 2018.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. **Manual de Estudos de Tráfego**. Ministério dos Transportes: Brasília, 2006.

FERREIRA, João; FERRARA, Luciana. A Formulação de uma Nova Matriz Urbana no Brasil, Baseada na Justiça Socioambiental. In: **Sustentabilidade urbana**: impactos do desenvolvimento econômico e suas consequências sobre o processo de urbanização em países emergentes. Volume 3: Habitação Social e Sustentabilidade Urbana. MMA: Brasília, 2015.

GOIÂNIA. Lei Complementar nº 015, de 30 de dezembro de 1992. Define as diretrizes de Desenvolvimento para o Município e a Política Urbana, aprova o Plano Diretor e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Goiânia**, n.1019, 1º fev. 1993.

_____. Lei Complementar nº 031, de 29 de dezembro de 1994. Dispõe sobre o uso e ocupação do solo nas Zonas Urbanas e de Expansão Urbana no Município de Goiânia e estabelece outras providências urbanísticas. **Diário Oficial do Município de Goiânia**, n. 1320, 29 dez. 1994.

_____. Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Goiânia**, n. 4147, 26 jun. 2007.

_____. **Plantas em AutoCad** da Cidade de Goiânia. Prefeitura de Goiânia, 2016.

GOOGLE MAPS. **Mapas da cidade de Goiânia**. 2016. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: abril de 2016.

GTIC - AGENCIA PORTUGUESA DO MEIO AMBIENTE. **Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3**. Amadora: Agencia Portuguesa do Meio Ambiente, 2011.

INCT – Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. **Metrópoles em números: crescimento da frota de automóveis e motocicletas nas metrópoles brasileiras**. INCT Rio de Janeiro, Observatório das Metrópoles, 2012.

MOYSÉS, Aristides; BORGES, Elcileni de Melo Borges. **Novas tendências do Empreendedorismo imobiliário na metrópole goianienses: a produção imobiliária de alto nível**. In: Simpósio Fortaleza – Espaço Metropolitano, Turismo e Mercado Imobiliário. Fortaleza: Observatório das Metrópoles, 2008.

NIEMEYER, M. L. **Conforto acústico e térmico, em situação de verão, em ambiente urbano: uma proposta metodológica**. 2007. 133p. Dissertação – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOMEKH, N. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador**. São Paulo: Studio Nobel, FAPESP, 1997.

SOUZA, Maria A. A. **A Identidade da Metrópole**. São Paulo: EDUSP, 1994.

SURIANO, Márcia Thais; SOUZA, Léa Cristina Lucas. “Comparação de Métodos de Previsão de Ruído Urbano”. In: **XXV Encontro SOBRAC, Campinas – SP, 2014**. Anais do Acústica e Vibrações: Qualidade de ambientes internos e externos. Campinas: SOBRAC, 2011.

WHO – World Health Organization. **Night Noise Guidelines for Europe**. Copenhagen: Who Europe, 2009.