



MAPA DE RUÍDO COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO SONORA: situação atual e prospecção do efeito da verticalização no Bairro de Petrópolis, Natal/RN.

Autores:

Marina Medeiros Cortês - PROARQ/FAU/UFRJ - marinamcortes@gmail.com

Maria Lygia Niemeyer - PROARQ/FAU/UFRJ - lygianiemeyer@gmail.com

Resumo:

A poluição sonora degrada a qualidade do meio ambiente e se apresenta como um dos maiores problemas das grandes cidades. A variação do nível sonoro está relacionada com as características morfológicas do campo de propagação como tecido urbano aberto ou fechado, presença de áreas verdes, materialidade, entre outros. Assim, como o processo de verticalização modifica a forma do espaço urbano, resulta também no aumento do nível de ruído devido às reflexões sobre as fachadas e ao aporte do tráfego. Em Natal-RN, esse processo está se desencadeando de forma muito rápida. Então, o objetivo do trabalho é analisar a situação acústica atual do bairro de Petrópolis e discutir o impacto sonoro futuro, resultante da verticalização. O estudo foi baseado na metodologia de mapa de ruído, através de modelos com cenário atual e futuro, cujas situações hipotéticas seguiram as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor vigente. Além disto, os resultados são apresentados a partir de cálculos previsionais ou calibrados com medições in loco.

MAPA DE RUÍDO COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO SONORA

Situação atual e prospecção do efeito da verticalização no Bairro de Petrópolis, Natal/RN.

RESUMO

A poluição sonora degrada a qualidade do meio ambiente e se apresenta como um dos maiores problemas das grandes cidades. A variação do nível sonoro está relacionada com as características morfológicas do campo de propagação como tecido urbano aberto ou fechado, presença de áreas verdes, materialidade, entre outros. Assim, como o processo de verticalização modifica a forma do espaço urbano, resulta também no aumento do nível de ruído devido às reflexões sobre as fachadas e ao aporte do tráfego. Em Natal-RN, esse processo está se desencadeando de forma muito rápida. Então, o objetivo do trabalho é analisar a situação acústica atual do bairro de Petrópolis e discutir o impacto sonoro futuro, resultante da verticalização. O estudo foi baseado na metodologia de mapa de ruído, através de modelos com cenário atual e futuro, cujas situações hipotéticas seguiram as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor vigente. Além disto, os resultados são apresentados a partir de cálculos previsionais ou calibrados com medições *in loco*.

Palavras-chave: mapa de ruído, poluição sonora, verticalização.

INTRODUÇÃO

A poluição sonora provoca a degradação na qualidade do meio ambiente e se apresenta como um dos maiores problemas de saúde pública das grandes cidades (WHO, 2003). O tráfego de veículos é, de modo geral, o componente que causa o maior desconforto acústico na população. Porém, o aumento do nível sonoro das vias está relacionado não só com o ruído emitido pelos veículos, mas também com as características morfológicas do campo de propagação como densidade da malha urbana, disposição e forma das edificações, perfil de ruas, áreas verdes, materiais, entre outros. Assim, o processo de verticalização também interfere nas condições sonoras do espaço urbano, pois a modificação do perfil das ruas implica no aumento da contribuição do campo refletido (sobre as fachadas) e no campo direto (consequência do aporte de tráfego).

A cartografia sonora é uma importante ferramenta de gestão, planejamento e controle de ruído urbano. Os mapas de ruído apresentam uma informação gráfica da distribuição dos níveis de pressão sonora (NPS) sobre uma área, em um determinado momento. Assim, os valores dos níveis medidos ou calculados são representados de maneira semelhante às curvas topográficas de mapas convencionais. Os países da Comunidade Europeia utilizam a Diretiva 2002/49/EC, cujos mapas de ruído estratégico são exigidos para aglomerações com mais de 250.000 habitantes, bem como todas as atividades potencialmente capazes de gerar poluição sonora e grandes infraestruturas de tráfego.

No Brasil, os procedimentos para elaboração de Estudos de Impacto Ambiental e de Vizinhança preveem a análise de fatores como aumento da densidade populacional, alterações no padrão de uso do solo, geração de tráfego e demanda por transporte público. Entretanto, apesar da influência destes fatores sobre o ambiente sonoro, a legislação não estabelece métodos objetivos de avaliação previewal. A referência para avaliação de ruído ambiental é a norma NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade (ABNT, 2000) que estabelece critérios para avaliação de ruído ambiental, relacionando ao uso do solo. Entretanto, os procedimentos estabelecidos são baseados na conformidade entre o ruído emitido e os níveis critério, ou seja, para atividades já em funcionamento. Apesar do estado da arte das pesquisas, principalmente no meio acadêmico, os mapas de ruído ainda não são exigidos pelas normas e legislações brasileiras. Poucas são as cidades com mapa de ruído englobando a cidade como um todo, como por exemplo, Belém/PA (MORAES, 2006, 2010), Fortaleza/CE (BRITO; COELHO, 2013) e Natal (FLORÊNCIO, 2018). A Prefeitura do Município de São Paulo regulamentou em 2016 a elaboração de mapa de ruído (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, Lei nº 16.499/2016) e em 2018 foi lançado o Mapa de Ruído Urbano Piloto de uma determinada região da Cidade de São Paulo (INAD SP, 2018).

Natal-RN, a exemplo de outras cidades brasileiras de médio porte, passa atualmente por um acelerado crescimento urbano, caracterizado pela expansão da malha urbana em direção às cidades vizinhas e pela criação de estruturas verticais em alguns bairros, principalmente em Ponta Negra, Petrópolis, Tirol e Candelária (ARAÚJO et al., 2000). Assim, surge o interesse em analisar uma área especificamente valorizada da cidade, como o Bairro de Petrópolis, sendo também um dos pioneiros no processo de verticalização da Cidade. Portanto, o artigo tem como objetivo analisar a situação acústica de Petrópolis e discutir o impacto sonoro de uma situação hipotética futura, resultante da verticalização do Bairro, através da elaboração de mapas de ruído com cenários atual e futuro.

A Cidade de Natal está dividida em quatro regiões administrativas e o Bairro de Petrópolis se localiza na Zona Administrativa Leste (Figura 1). Petrópolis começou o seu processo de verticalização no início da década de 1980. Tal processo foi favorecido pela existência de infraestrutura básica de serviços e pelo sistema viário, bem hierarquizado e com acessibilidade satisfatória. Isto ocasionou uma valorização do solo urbano, gerando forte especulação imobiliária e tornando o Bairro um dos endereços mais cobiçados da Cidade para fixação de residências da classe média / alta, empreendimentos comerciais e de serviços de alto padrão.



Figura 1. Natal e suas regiões administrativas com destaque para Petrópolis.
Fonte: SEMURB, 2008, modificado.

Ferreira (1996) identifica que no período entre os anos de 1967 a 1990, 10,2% do número de empreendimentos imobiliários da Cidade se localizavam em Petrópolis. Em 2000, grande parte da população do Bairro, 2.582 de um total de 5.105 habitantes, já residia em apartamentos e esse processo de verticalização se dá com intensidade até hoje. De acordo com a SEMURB (2012), Petrópolis possui agora uma densidade demográfica de 70,39 hab/ha. O Plano Diretor de Natal (2007), que está em processo de revisão no momento, o classifica como “zona adensável”, permitindo a construção de edifícios com até 90 metros de altura. As imagens a seguir mostram a evolução urbana do Bairro, com vista para a Av. Getúlio Vargas nos anos de 1960, 1980 e 2009 (Figura 2, Figura 3 e Figura 4).



Figura 2. Petrópolis na década de 1960.
Fonte: SEMURB, 2006.



Figura 3. Petrópolis na década de 1980.
Fonte: SEMURB, 2006.



Figura 4. Petrópolis em 2009.

Fonte: Disponível em: <www.fotosdenatal.com.br>. Acesso em 2012.

MÉTODOS E MATERIAIS

O mapa de ruído é uma importante ferramenta de planejamento urbano para o estudo, diagnóstico e controle do ruído ambiental. É uma representação gráfica dos níveis sonoros de uma região, em um determinado momento, com possibilidades de diversos formatos como perspectivas, cortes, fachadas e plano horizontal (como planta baixa). Através dessa ferramenta é possível quantificar o nível de ruído existente, identificar as fontes emissoras e as áreas com níveis acima do admitido, verificar o número de pessoas e de edificações sensíveis (habitações, escolas e hospitais) afetadas, criar diferentes cenários futuros e prever o impacto de novas estruturas e atividades.

Para este trabalho, foi aplicado o método de mapeamento de ruído elaborados através de simulações com o SoundPLAN, que é um software comercial desenvolvido pela empresa alemã Braunstein + Berndt GmbH, voltado para análises ambientais. Além disso, foram elaborados três tipos de mapas:

- Mapa de ruído para todo o Bairro de Petrópolis. A intenção deste primeiro mapa seria o de criar um “esboço” inicial, como ponto inicial para analisar o Bairro em termos acústicos, elaborado da seguinte forma:
 - Foram utilizados os dados gerais cartográficos da região, com topografia e altura das edificações;
 - Para as fontes sonoras, realizou-se um cálculo de previsão sonora das vias a partir da metodologia francesa do *Guide du Bruit des Transportes Terrestres* (CETUR, 1980). Esta metodologia considera as características das vias (tecido aberto ou fechado, por exemplo), a distância entre as fachadas, o tipo de via e a contagem de veículos por hora. Os dados do volume de tráfego foram adquiridos na Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana de Natal-RN (SEMOB) a partir de um levantamento realizado em 2009.
 - A pesquisa da SEMOB não apresentava a contagem de veículos para todas as vias do Bairro. Assim, os níveis sonoros foram calculados de acordo com

o padrão para cada tipo de via, ou seja, cada categoria (via local, coletora e arterial) recebeu um valor igual do nível sonoro. Por ser um Bairro planejado, contribuiu para que as características das vias fossem bastante semelhantes.

- Mapa de ruído para uma parcela do Bairro de Petrópolis, com medições *in loco*, calibrando o modelo. A escolha das quadras se justificou pela vocação para verticalização já manifestada, através da substituição de construções baixas e pelas características dos lotes com dimensões que facilitam o remembramento, viabilizando empreendimentos em altura. As medições foram realizadas da seguinte forma:

- Medição do LAeq e contagem de veículos;
- Média energética dos níveis sonoros medidos em três dias distintos do mês de junho de 2012 (terça, quarta e quinta);
- 14 pontos de medição na parcela do bairro selecionada;
- Medições nos horários de pico da cidade (7:00h-9:00h / 11:00h-13:00h / 17:00h-19:00h / 22:00h-00:00h). Porém, para este artigo foi desenvolvida apenas a simulação do horário de 7:00h às 9:00h, por ser o que apresenta níveis sonoros mais elevados;
- Duração de cinco minutos para cada medição;
- Medidor de Nível Sonoro disponibilizado pelo Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (LABCON), da marca 01dB, modelo SOLO SLM, Tipo 2. Filtros de 1/3 de bandas de oitava, recursos de medição de nível de pressão sonora equivalente (LAeq), conforme a IEC 60804.

- Mapa de ruído hipotético futuro para uma parcela do Bairro de Petrópolis. Como o objetivo do trabalho é avaliar o impacto resultante da verticalização no bairro, foi criado um modelo de ocupação futuro, também com previsão do nível sonoro baseado no Guide du Bruit des Transportes Terrestres (CETUR, 1980). O modelo futuro se baseou nos seguintes requisitos:

- Natal é uma cidade com o sistema de transporte público bastante deficiente. A população, principalmente de bairros classe média/ alta como Petrópolis, utiliza o carro como único meio de transporte. Desta forma, pensou-se em um incremento de 40% do volume de veículos nas vias estudadas.
- Foram mantidos os prédios públicos, centros comerciais e edifícios já verticalizados da área. Os lotes ocupados pelas edificações mais baixas foram lembrados e ocupados por edifícios mais novos com padrão semelhantes aos encontrados no Bairro. As volumetrias hipotéticas seguem a tendência apresentada no trabalho de Sousa (2005), com o formato do lote, normalmente retangulares e nos limites dos recuos permitidos (Figura 5).

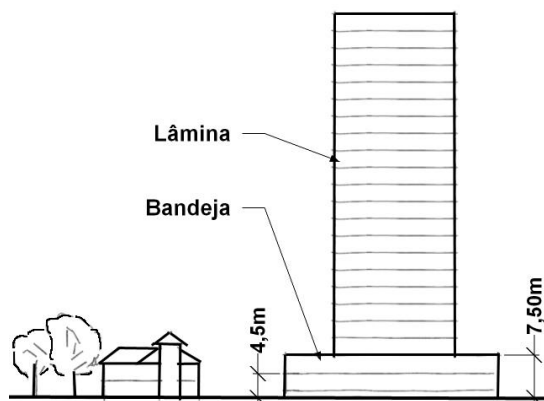


Figura 5. Lâmina e bandeja.

Fonte: Adaptado de SOUZA, 2010, p.74.

- As edificações hipotéticas também seguiram os parâmetros da legislação urbanística vigente, do Plano Diretor de Natal de 2007. O bairro é considerado uma zona adensável, cujas prescrições urbanísticas são: taxa de ocupação do subsolo, térreo e 2º pavimento de 80% e acima do 2º pavimento em função da área resultante da aplicação dos recuos previstos; coeficiente de aproveitamento de 3,5 para todos os usos; taxa de impermeabilização de 80%; gabarito de até 90m de altura; e por fim os recuos que seguem a Tabela 1.

Tabela 1. Recuos para zonas adensáveis de Natal-RN.

FRONTAL		LATERAL			FUNDOS		
Até 2º pav.	Acima 2º pav.	Térreo	2º pav.	Acima 2º pav.	Térreo	Até 2º pav.	Acima 2º pav.
3,00	$3,00+H/10$	Não obrigatório	1,50 para ambas laterais do lote	$1,50+H/10$	Não obrigatório	1,50	$1,50+H/10$

*H é a distância entre a laje do 2º pav. e a laje de piso do último pav. útil. As medidas são em metros.

Fonte: Baseado no Plano Diretor do Natal, 2007.

Os modelos tridimensionais utilizados nas simulações para uma parcela do Bairro de Petrópolis são apresentados nas Figuras 6 (cenário atual) e 7 (cenário futuro).

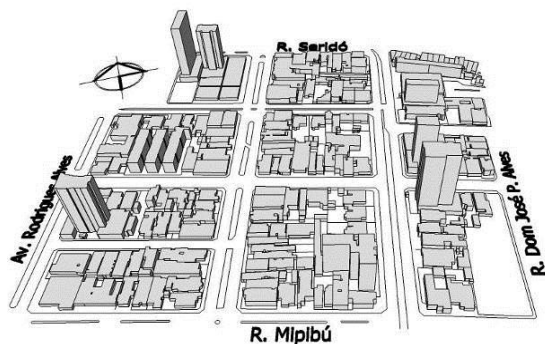


Figura 6. Modelo de ocupação atual.

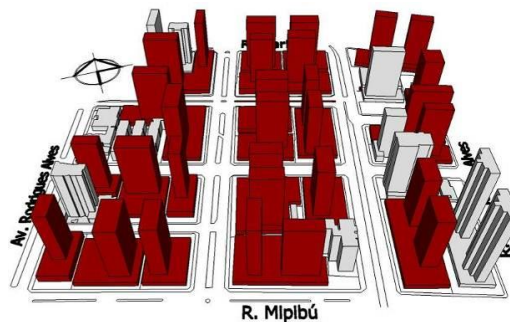


Figura 7. Modelo de ocupação futuro, com edificações hipotéticas em vermelho.

Por fim, a Tabela 2 apresenta os parâmetros gerais adotados para as simulações, as normas e dados climáticos utilizados.

Tabela 2 Parâmetros gerais de cálculo adotados

Tipo de mapa	Mapa acústico horizontal
Tipo de simulação	Módulo gráfico <i>Grid noise map</i>
Altura do mapa acima da cota do solo	1,20m
Espaçamento dos pontos da malha de simulação	20m
Número de reflexões	3
Índice calculado	Leq (A) diurno
Normas e legislações	RLS 90, ABNT NBR 10151
Dados climáticos	Temperatura do ar (26°C), Umidade relativa (80%)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No mapa de ruído de todo o Bairro de Petrópolis (Figura 8), os resultados demonstram níveis sonoros acima dos 55 dB(A) que a norma da ABNT NBR 10151/2000 considera confortável para área mista, predominantemente residencial. As manchas verdes, que compreendem as faixas sonoras de 60 a 70 dB(A), predominam. As manchas azuis, até 59 dB(A), estão localizadas no interior das quadras e em trechos de algumas ruas. As amarelas e laranjas, que são de 70 a 80 dB(A), nas vias principais. Além disto, não apresentou nenhum nível acima de 83 dB(A).

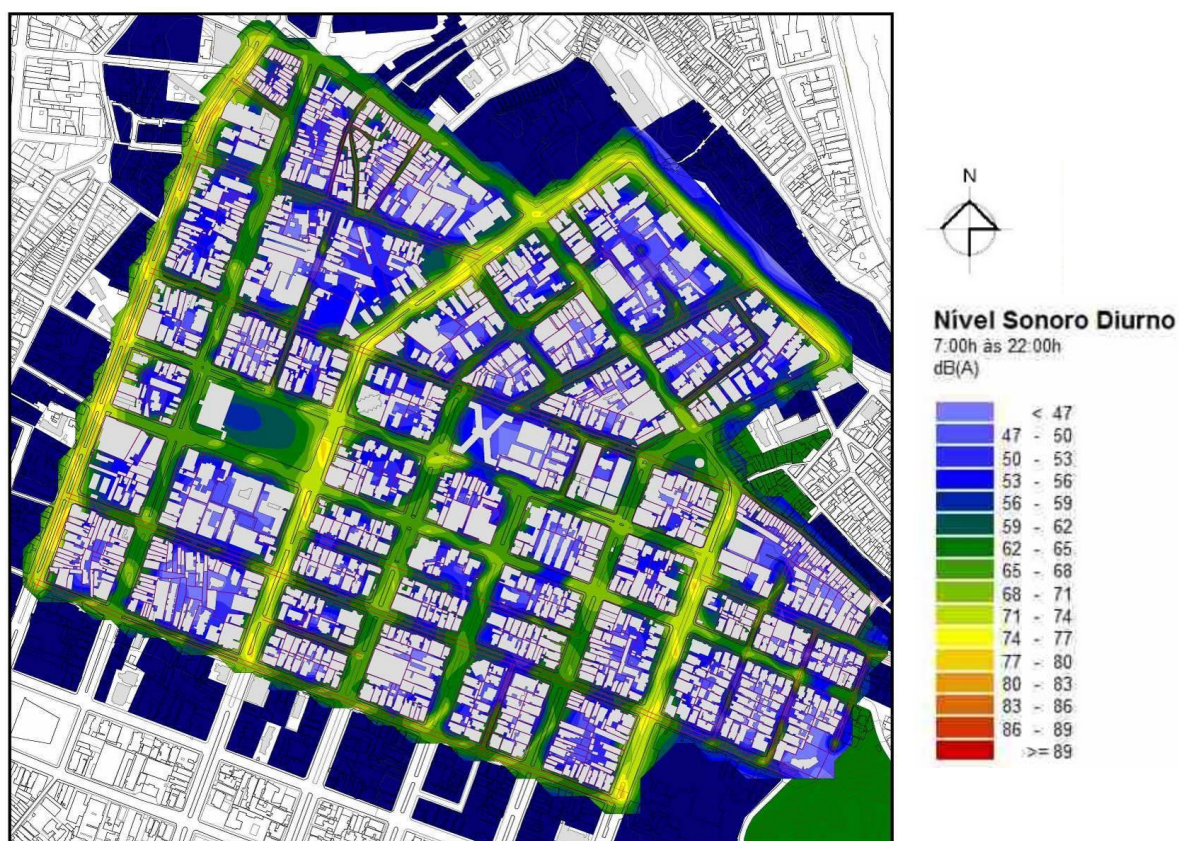


Figura 8. Mapa de ruído previsual para todo o Bairro de Petrópolis.

Foram feitas medições em 14 pontos distribuídos ao longo da parcela do bairro estudada (Figura 9 e Tabela 3), calibrando a simulação do modelo para todo o Bairro.

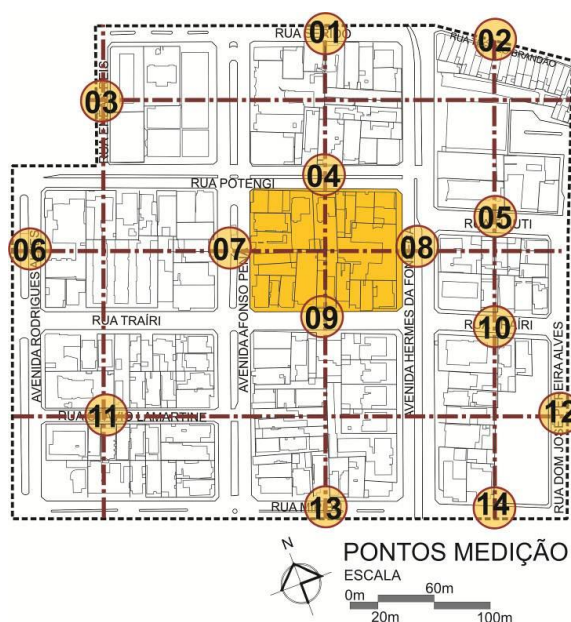


Figura 9. Medidor digital de nível de pressão sonora.

Tabela 3. Resultado das medições.

Pontos	Nome	Tipo	Largura da via (m)	Perfil	Leq - dB(A) 7:00-9:00h	Veículos Leves Pesados
01	R. Seridó	Local	12,90	“L”	60,5	3 0
02	R. Teófilo Brandão	Local	4,30	“U”	63,7	1 1
03	R. Éneas Reis	Local	6,60	“U”	58,0	3 1
04	R. Potengi	Coletora	16,30	“U”	66,2	65 3
05	R. Tuiuti	Local	14,40	“U”	66,7	27 2
06	Av. Rodrigues Alves	Coletora	23,50	“U”	62,9	29 1
07	Av. Afonso Pena	Coletora	23,00	“U”	67,8	98 4
08	Av. Hermes da Fonseca	Arterial	23,00	“U”	72,9	217 17
09	R. Trairi	Coletora	12,90	“U”	64,4	11 1
10	R. Trairi	Coletora	11,90	“U”	66,5	39 2
11	R. Otávio Lamartine	Local	8,10	“U”	58,2	2 0
12	R. Dom José Pereira Alves	Local	6,40	“U”	61,4	4 1
13	R. Mipibu	Local	13,20	“U”	59,4	8 1
14	R. Mipibu	Local	13,80	“U”	60,6	4 1

A Figura 10 exibe o mapa de ruído da situação atual no horário de 7:00 às 9:00h para uma parcela do Bairrso de Petrópolis. A simulação mostra que a Av. Hermes da Fonseca (Ponto 08) é a via com maiores problemas de ruído, com níveis na faixa dos 70 dB(A), na cor amarela. Nas demais vias, a cor verde claro – 65 a 68 dB(A) – prevalece, porém com a presença de diversas manchas amarelas, principalmente nos cruzamentos. No centro das quadras e em pequenos trechos de poucas ruas que aparece a cor azul, com os níveis sonoros mais baixos, menores do que 59 dB(A).

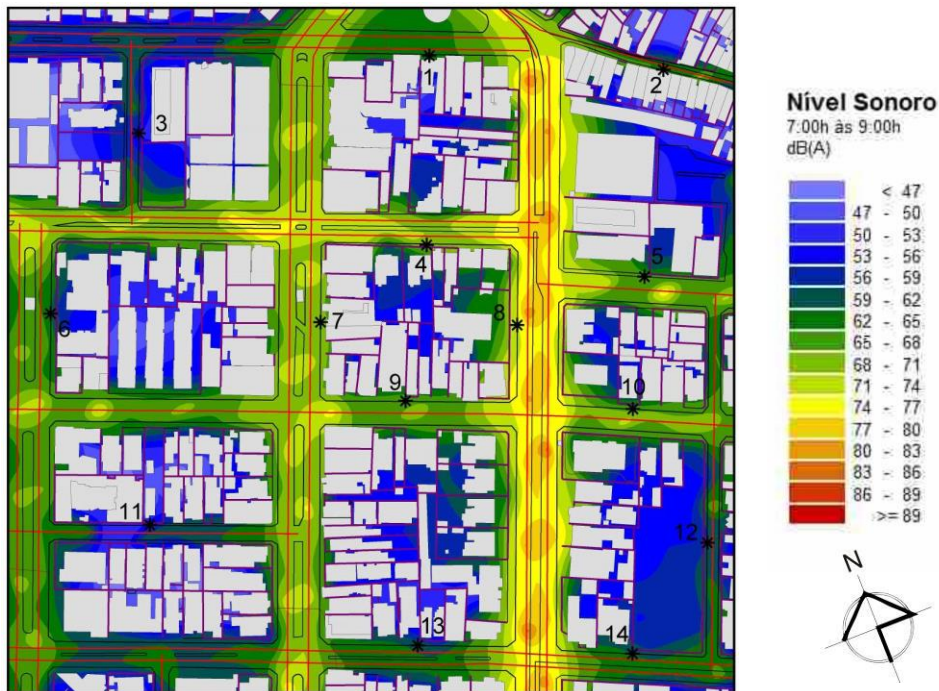


Figura 10. Mapa de ruído atual de uma parcela do Bairro de Petrópolis.

O Plano Diretor de Natal (2007) não tem um zoneamento baseado na distribuição pelo tipo de uso. Como Petrópolis possui muita diversidade de usos, para comparação com a legislação do Rio Grande do Norte (Lei nº 6.621/1994), foi simulado como Zona Diversificada. Em relação à ABNT NBR 10151/2000, como área mista, com predominância residencial. As Figuras 11 e 12 mostram que o mapa de conflito com a Legislação para o Rio Grande do Norte apresentou uma situação menos crítica do que quando comparado com a ABNT NBR 10151/2000.

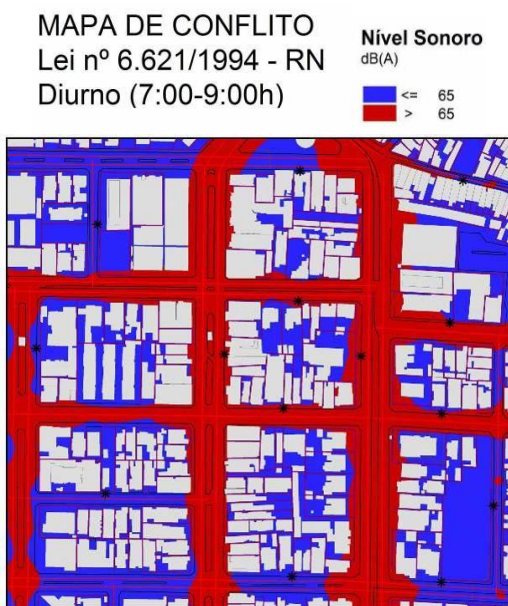


Figura 11. Mapa de conflito com a Lei nº 6.621/1994.

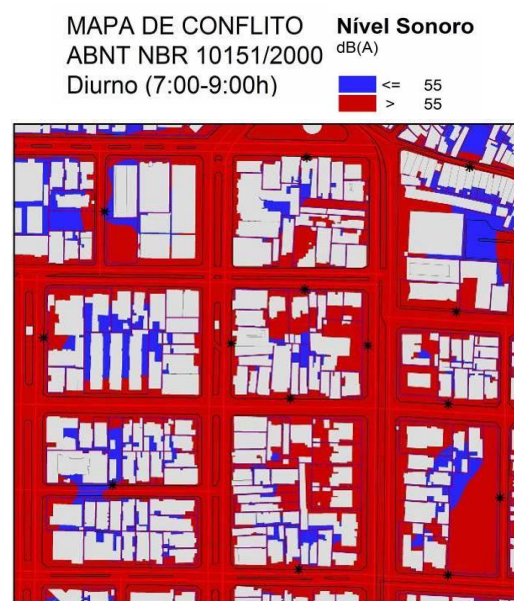


Figura 12. Mapa de conflito com a ABNT NBR 10151/2000

Ao verticalizar uma área não são apenas as características do espaço que se modificam. Ocorre também o aumento da população do Bairro, o aumento no fluxo de veículos e conseqüentemente o aumento da poluição sonora. Assim, o mapa futuro precisa ser atualizado com os níveis sonoros referentes a esse aumento. Na parcela do Bairro em estudo, existe atualmente em torno de 250 unidades habitacionais. Para a simulação futura com 20 pavimentos, utilizando 2 unidades por andar, essa mesma área tem condições de abrigar uma média de 1.346 unidades, ou seja, 5,38 vezes a mais do que a atual (Figura13).

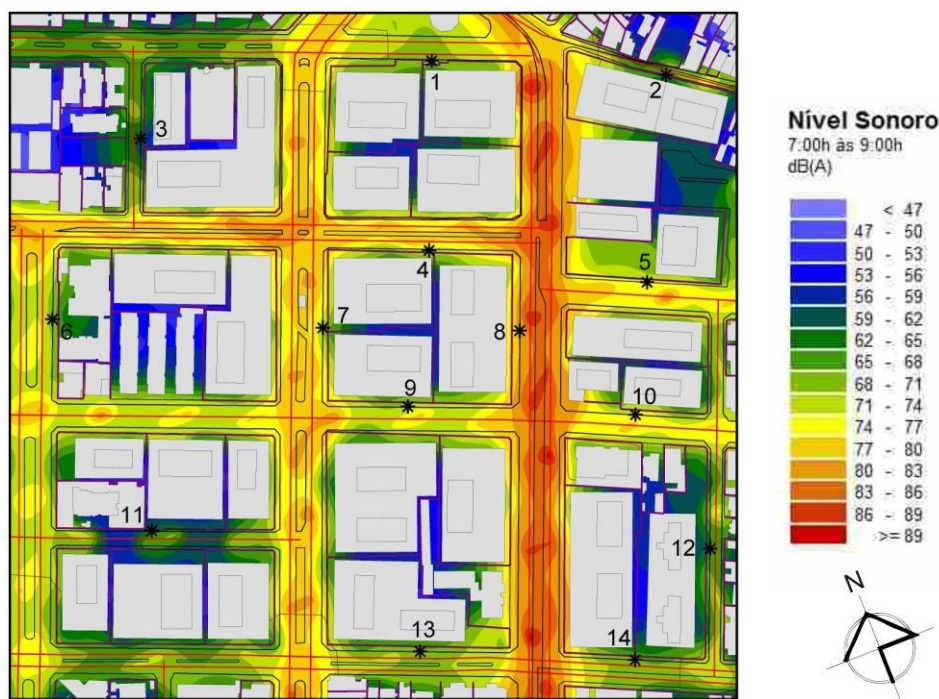


Figura 13. Mapa de ruído previsual futuro de uma parcela do Bairro de Petrópolis.

Verifica-se que os níveis de ruído no modelo hipotético futuro possuem valores ainda mais altos do que o atual. Todos os pontos se apresentaram acima dos limites permissíveis de ruído, tanto para a ABNT NBR 10151/2000 como para a Lei nº 6.621/1994. Na simulação (Figura 13), as manchas azuis, que representam os valores mais baixos, com menos de 59 dB(A), diminuíram até mesmo no interior das quadras, que passaram a ter mais tonalidades verdes, ou seja, na faixa dos 60 dB(A). O ponto 08 aparece com níveis sonoros bastante elevados, acima de 83 dB(A) e nas demais vias, o amarelo agora prevalece, dentro dos 70 dB(A). O mapa de ruído hipotético demonstra que se não forem tomadas medidas para mitigação da poluição sonora, principalmente na Av. Hermes da Fonseca (ponto 08), via arterial com intenso fluxo de veículos, a situação ficará bastante problemática no futuro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema do controle do ruído é de difícil assimilação e muitas vezes indesejável. A maioria dos casos exige complexas soluções e emprego de expressiva quantidade de recursos financeiros, já que a acústica é normalmente pensada como forma de remediar um problema. Para um bom desempenho nas edificações é fundamental a atenção nas etapas

preliminares de concepção do projeto (volumetria, orientação, implantação, setorização, etc.), na escolha de materiais e sistemas construtivos.

No Brasil, grande parte do território tem a ventilação natural como uma das principais estratégias passiva de conforto higrotérmico. Para favorecer essa estratégia é necessário que as fachadas sejam permeáveis ao fluxo de ar, resultando em espaços extremamente dependentes das condições ambientais do entorno imediato. Isso interfere diretamente na envoltória das edificações, dificultando a obtenção de um bom isolamento acústico.

O adensamento da massa edificada na maioria das cidades brasileiras reflete à utilização máxima do potencial construtivo do terreno nos empreendimentos imobiliários. A habitação em condomínios verticais apresenta projetos que visa uma demanda de mercado e não um cliente específico. Tal situação, aliada às limitações técnicas e financeiras do empreendimento (também definidas pelo mercado imobiliário), conduz à adoção de soluções standard para as unidades habitacionais. É preciso que a sociedade discuta esse paradoxo (mercantilista/capitalista), questionando suas consequências. Como importantes agentes da cadeia produtora de bens imóveis, os arquitetos precisam estar presentes nesse debate, podendo (e devendo) assumir um papel crítico (DUARTE; ELALI, 2011).

Além disso, parece que foi assumida a premissa de que nas cidades, devido à necessidade do tráfego de veículos, o intenso nível de ruído é inevitável e que pouco pode ser feito. A qualidade acústica do espaço urbano depende da relação entre os padrões de uso e ocupação do solo e as características do sistema de transporte. As normas legais tem papel fundamental na forma de ocupação e uso do solo nas nossas cidades. Por isso, é necessário que sejam elaboradas e fundamentadas nos princípios do conforto ambiental. No entanto, para o estabelecimento ou modificação dos índices e prescrições urbanísticas, normalmente não são realizados estudos nem avaliações de seus efeitos, o que resulta, muitas vezes, em normas que não correspondem à realidade local.

Assim, é necessário que sejam discutidos os limites da legislação e o mapeamento de ruído demonstra ser uma excelente ferramenta de planejamento urbano para tratar o problema da poluição sonora. Também tem se mostrado importante tanto nos momentos de diagnóstico da problemática, quanto nas ações para se prevenir ou para se obter resoluções. Caso fosse instrumento presente nas normas e legislações brasileiras, os problemas da poluição sonora teriam muito mais importância. Os governantes possuiriam informações sobre os pontos mais críticos, podendo ser levado em consideração nas intervenções urbanas e não colocados à margem, como normalmente ocorre. Além disso, os arquitetos teriam um instrumento em mãos, mostrando o ambiente sonoro do espaço em que irão atuar, tornando o estudo mais prático, com soluções arquitetônicas mais eficientes, sem partir apenas para a questão dos materiais das fachadas. Mostrar que existem diversas soluções para a área que podem ser tomadas, como simples decisões iniciais de projeto, capazes de promover uma melhor qualidade de vida aos usuários.

Em relação ao estudo de Petrópolis foi possível notar que todos os pontos das medições de campo já possuem níveis sonoros acima do aceitável pela ABNT NBR 10151/2000. Os maiores níveis estão presentes nas vias arteriais do Bairro, que apresentam

o maior volume de tráfego. Essas áreas são as mais sensíveis ao ruído e carecem de tratamento para melhoria da qualidade acústica. O mapa acústico futuro mostra como a situação dessas vias se agravará, caso não seja tomada nenhuma providência.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10151: Avaliação do nível do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade*. Rio de Janeiro, 2000.
- ARAÚJO, E. H. S.; ARAÚJO, M. D.; COSTA, A. D. L. Forma urbana e climatologia em Natal-RN. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 8, Salvador. *Anais do XVIII ENTAC*. Salvador: FAUFBA, ANTAC, 1282-1289, 2000.
- BRITO, F.; COELHO, B. The creation of the noise map of the city of Fortaleza. In: INTERNOISE, 13., 2013. *Anais...* Innsbruck: Institute of Noise Control Engineering, 2013
- CETUR - Centre d'Études des Transpostes Urbaines. *Guide du Bruit des Transportes Terrestres*. Prevision des Niveaux Sonores. França: Ministère de l'Équipement et de Lâmenagement du Territoire. 1980.
- DIRETIVA 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. *Official Journal of the European Communities*, p.12-25, 2002.
- DUARTE, M. J.; ELALI, G. A. Valor de troca, valor de uso: alguns subsídios para (re)pensar o projeto de condomínios verticais. 2º Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, *Anais do SBQP 2011*, Rio de Janeiro, 2011.
- FERREIRA, Ângela Lucia de Araújo. *De La Producción Del Espacio Urbano a la Creación de Territorios em la Ciudad: Um estudio sobre la constitución de lo urbano em Nata, Brasil*. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia Humana. Universidad de Barcelona. Barcelona, 1996. Prefeitura Municipal do Natal. (2007) Plano Diretor de Natal: Lei Complementar nº 082 de 21 de junho de 2007.
- FLORÊNCIO Débora Nogueira Pinto. *Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no Município de Natal/RN*. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Natal-RN, 2018.

INAD SP - INTERNATIONAL NOISE AWARENESS DAY – SÃO PAULO. *Mapa de ruído urbano: projeto piloto* sp. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.mapaderuidosp.org.br>>. Acesso em: maio 2018

MORAES, E. M. L. *Mapa acústico de Belém: Previsão do nível de ruído ambiental através de método de simulação computacional*. Relatório de pesquisa. Belém, 2010.

MORAES, E. M. L. de. *Poluição sonora em Belém – Brasil: identificação, caracterização e medidas de controle do ruído urbano*. II Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. In: Anais do PLURIS 2006, Portugal, 2006.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. *Lei nº 16.499*, de 20 de julho de 2016. Dispõe sobre a elaboração do Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integracao.asp?alt=21072016L%20164990000>. Acesso em: maio 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL. *Plano Diretor de Natal: Lei Complementar nº 082* de 21 de junho de 2007. Natal, 2007.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). *Lei nº. 6.621*, de 12 de julho de 1994. Dispõe sobre o controle da poluição sonora e condicionantes do meio ambiente no Estado do Rio Grande do Norte e dá outras providências. Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Norte, Palácio José Augusto, Natal, 1994.

SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. *Conheça melhor o seu bairro: Petrópolis*. Natal, 2012.

SOUSA, Nilberto Gomes de. *A forma no edifício residencial vertical em Natal: 1969 a 2000*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

WHO - World Health Report. *Shaping the future*. Geneva, World Health Organization. 2003.

SOUZA, Rafaella Brandão Estevão de. *O som nosso de cada dia: análise do comportamento da acústica urbana a partir de modificações na forma urbana*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. CAC. Desenvolvimento Urbano, Recife, 2010.