



## MAPEAMENTO ACÚSTICO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO ARENA DAS DUNAS, NATAL-RN

**Débora Pinto (1); Virgínia Araújo (2); Bianca Araújo (3);**

- (1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFRN, deboranpinto@gmail.com  
(2) Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFRN, virginia@ufrnet.br  
(3) Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFRN, dantasbianca@gmail.com

### RESUMO

A poluição sonora provoca uma degradação na qualidade do meio ambiente e se apresenta como um dos problemas ambientais mais frequentes nas grandes cidades. São inúmeras as fontes sonoras, e o ruído gerado pelo trânsito é o mais comum. Desta forma, este artigo objetiva realizar uma análise de ruído no bairro de Lagoa Nova da cidade de Natal-RN, tendo em vista que o mesmo está passando atualmente por modificações no espaço urbano devido à construção do novo estádio para a Copa do Mundo FIFA de Futebol em 2014. Para isso, foi utilizado como ferramenta para o mapeamento acústico o software *SoundPLAN*®, a partir da coleta de dados de nível de Pressão Sonora, contagem classificada do tráfego e mapeamento físico da área: mapa de gabarito, topografia, uso do solo, pavimentação e áreas verdes. Como resultado, foi gerado o mapeamento sonoro da área objeto de estudo para o ano 2012, nos períodos diurno e noturno, no qual foi observado que em geral o nível de pressão sonora verificado no local é maior que o especificado pelas normas de ruído.

Palavras-chave: Mapeamento acústico, Poluição Sonora, Ruído.

### ABSTRACT

Noise pollution causes degradation in the quality of the environment and it is one of the most frequent environmental problem in big cities. There are several sound sources, and the traffic noise is the most common. This paper analyses the noise in the neighborhood of Lagoa Nova, in Natal-RN city, due to its undergoing modifications in urban areas because the construction of the new stadium for the FIFA World Cup Football in 2014. For the analyses was used a software for noise mapping called *SoundPLAN*®; sound pressure level data, classified traffic count and physical mapping of the area: building height, topography, land use, paving and green areas. As result, by the noise mapping that was generated from the study area for the year 2012, in daytime and nighttime was observed that the sound pressure level is almost bigger than the level especificated in noise urban legislation .

Keywords: Noise mapping, Sound pollution, Noise.

### 1. INTRODUÇÃO

A chamada “poluição” sonora consiste no ruído excessivo das fontes perturbadoras do meio urbano, principalmente no centro dos grandes centros urbanos (GUEDES, 2005). A tendência de crescimento das grandes cidades faz com que o nível do som perturbador se torne cada vez mais presente, degradando a qualidade do meio ambiente e provocando danos visíveis aos seres humanos e para a cidade. Vários estudos mostram os malefícios que a exposição ao ruído pode trazer ao ser humano, interferindo diretamente na saúde psicológica e fisiológica. Na escala da cidade é uma das principais causas de desvalorização de residências localizadas em zonas centrais, podendo modificar até mesmo a organização da cidade,

interferindo na sua distribuição e no seu crescimento (MARCELO, 2006).

São inúmeras as fontes sonoras como os aviões, trens, veículos, construções, indústrias, comércios e serviços. O ruído gerado pelo trânsito é o mais comum e com o desenvolvimento do setor se tornou o maior problema para o conforto acústico urbano. Vale ressaltar também que o ruído de tráfego é composto pela sobreposição de ruídos de muitos veículos, além das distintas condições dos mesmos. Segundo Bistafa (2006), o ruído de tráfego constitui uma das principais fontes de poluição ambiental, podendo este ser de tráfego rodoviário, ferroviário, ou aéreo. Com o desenvolvimento da sociedade, ocorre um aumento do grau de urbanização e industrialização e, conseqüentemente, da extensão da malha de transporte. Sendo assim, cada um desses fatores contribui para o aumento da poluição sonora. Em áreas urbanas, a intensidade dos sons resultantes do tráfego depende de vários fatores, tais como: tipo, qualidade e velocidade dos veículos; qualidade da pavimentação; fluxo do tráfego, com aceleração e desaceleração; características dos pneus de carros (MOTA, 1981).

Em geral, o que se observa é que o excesso de ruído urbano está associado à explosão demográfica das cidades, juntamente com a falta de uma política urbana e de aplicação de normas que controlem os níveis de emissão de ruído de tráfego (SANCHO; SENCHERMES, 1982). A preocupação maior no setor de transporte se refere aos impactos locais do automóvel, em termos de poluição do ar e sonora, e de desperdícios de tempo resultante dos congestionamentos, além dos enormes custos envolvidos em se lidar com o problema da maneira convencional, ou seja, construindo mais vias. (GUERRA; CUNHA, 2006).

Os ambientes urbanos apresentam cenários acústicos complexos e seus estudos precisam considerar a participação de várias fontes sonoras e a necessidade de se trabalhar inúmeros pontos de medição. Ao avaliar uma solução nesse sentido, os modelos computacionais se tornam imprescindíveis, uma vez que possibilitam a realização de cálculos, de análises, de relatórios rápidos e com certa precisão (VIVEIROS et al, 2008). Nos modelos computacionais, são possíveis mapeamentos sonoros de porções da cidade ou de sua totalidade, assim como predições de ruído. As análises a partir dos resultados obtidos podem ser importantes para avaliação do espaço urbano, assim como embasar discussões sobre a legislação urbana pertinente. Isso possibilita a gestão do espaço urbano também por meio de decisões acústicas que permitem o controle da poluição sonora.

O mapa de ruído tende a ser uma ferramenta extremamente interessante para o mercado imobiliário e para a Municipalidade, que teria uma ferramenta gráfica a qual poderia utilizar para criar ou rever suas leis de zoneamento e uso do solo (CANTIERE et al, 2010). Desta forma, o mapeamento de ruído é uma importante ferramenta de planejamento urbano que apresenta uma informação visual do comportamento acústico de uma área geográfica, em um determinado momento. Consiste na medição do nível de ruído nas ruas, ajudando a identificar áreas com níveis sonoros acima dos permitidos, bem como as fontes emissoras. Com os mapas também é possível se pensar em diferentes cenários futuros e prever o impacto de novas estruturas e atividades no local estudado. Assim, apresenta a possibilidade de construção de um plano de ação para controle do ruído e ajuda no estabelecimento de legislações, promovendo uma melhoria na qualidade de vida das pessoas.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo geral compreender o cenário acústico urbano do entorno do Estádio Arena das Dunas no bairro de Lagoa Nova em Natal-RN, através do mapeamento acústico utilizando o modelo computacional SoundPLAN®.

## **3. MÉTODO**

A cidade do Natal (figura 1), capital do Rio Grande do Norte, localizada no litoral oriental do estado, em baixa latitude, possui características climáticas bastante definidas e constantes: clima quente-úmido, com alta umidade relativa do ar, intensa radiação solar, e amplitude térmica pequena, tanto diária quanto sazonal (ARAUJO, 2004). Nos últimos anos, tem passado por um acelerado crescimento urbano, com crescimento natural em direção ao Sul e ao Norte (MACEDO, 2005). O bairro de Lagoa Nova (figura 2) encontra-se no caminho desse crescimento, em uma área de centralidade da cidade e de passagem entre as zonas administrativas da cidade de Natal/RN, e localizado na região administrativa sul. Devido ao dinamismo do bairro e por localizar as principais avenidas da cidade, a área objeto de estudo escolhida foi o entorno do estádio Arena das Dunas (figura 3).



Figura 1 – Cidade de Natal com destaque as regiões administrativas.

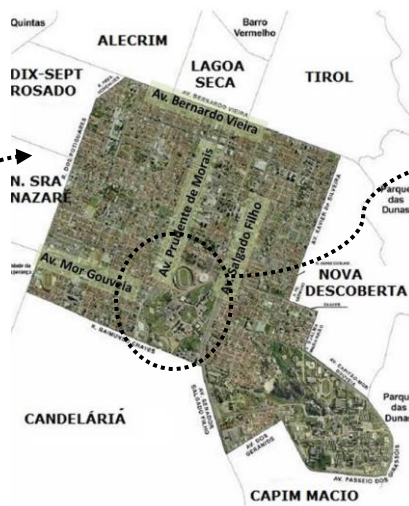


Figura 2 – Bairro de Lagoa Nova.

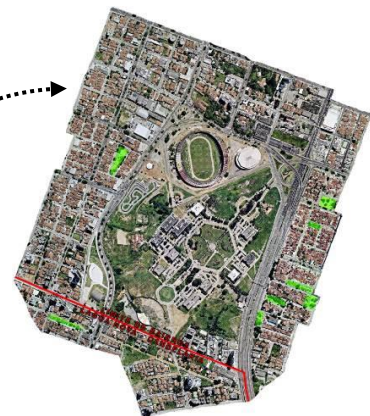


Figura 3 – Área de estudo.

Fonte: SEMURB (2008) Nota: Modificado pela autora.

Para gerar o mapeamento acústico através do programa de simulação *SoundPLAN*®, e permitir a análise da área objeto de estudo do ponto de vista acústico, há necessidade dos seguintes dados de entrada para a operacionalização do mesmo: o mapeamento físico da área; contagem volumétrica de veículos (leves e pesados); velocidades dos veículos; dimensionamento e tipo de pavimentação das vias; levantamento dos semáforos.

### 3.1. Dados acústicos

Para a análise do ruído ambiental da área foram realizadas medições de ruído de tráfego, bem como a contagem do fluxo de veículos. As medições acústicas foram realizadas em 14 pontos (Figura 4) nos períodos diários de 07:00 às 08:00h e de 20:00 às 21:00h, durante 10min, nos dias de semana típicos, sem interferências de chuvas e padrão normal de trânsito. Foram realizadas três medições em cada ponto, totalizando 6 medições de 10 minutos por ponto. Cabe ressaltar que o ponto 35 corresponde ao Centro Administrativo do Município de Natal, e encontra-se fechado no período Noturno.

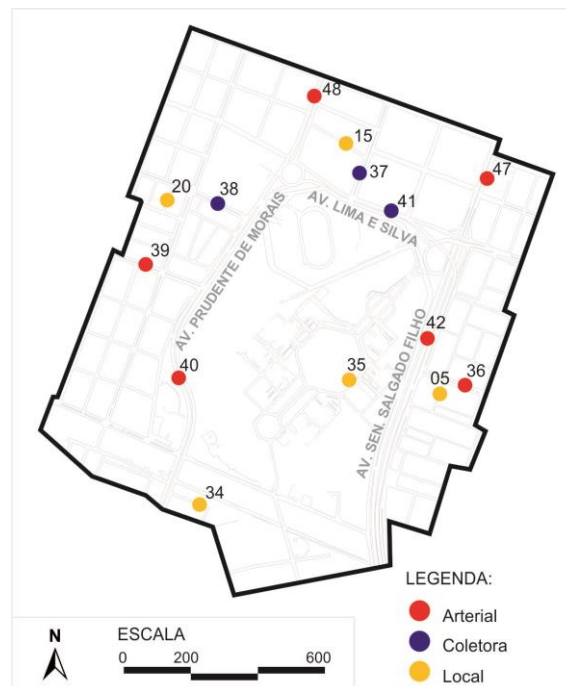


Figura 4 – Pontos de medição acústica

O medidor de nível sonoro foi posicionado, segundo a NBR 10151(ABNT, 2000), a 1,20 m do chão e a 2,0 m das edificações, quando possível na direção aos ventos dominantes, para não criar barreira. Nos canteiros, o aparelho foi posicionado no seu alinhamento para captar o ruído nos dois sentidos da via. Já nas calçadas, foi colocado perpendicularmente à via. As medições foram realizadas sempre nas áreas entre os semáforos para evitar a aceleração ou desaceleração dos veículos.

O medidor utilizado para os registros/medições da pressão sonora foi o Medidor de Nível Sonoro da marca 01dB, modelo SOLO SLM, Tipo 2. O equipamento possui recursos de medição de nível de pressão sonora equivalentes (LAeq), conforme a IEC 60804, medições paralelas de nível de pressão sonora (com 1 ponderação temporal): Start/Stop, 30 – 140 dB(A) em uma única faixa dinâmica. Possui ainda filtro de bandas de oitavas (1/1) em tempo real (16 Hz – 16 kHz) – média, mínimo, máximo – e filtro de bandas de oitavas (1/3) em tempo real (12,5 Hz – 20 kHz) – média, mínimo, máximo. Os níveis de pressão sonora foram medidos na escala A, expressa em dB(A) e utilizou-se a indicação de resposta lenta do medidor, conforme as Normas Técnicas adotadas. O equipamento está aferido dentro dos padrões requeridos para o ensaio, em função do Certificado de Calibração e tempo de aquisição do mesmo.

### 3.2. Dados de tráfego

O programa *SoundPLAN*® requer na sua inserção de dados, os dados de: Volume do tráfego total de veículos (TMDA), velocidade média dos veículos leves e pesados, e percentuais de veículos leves e pesados durante o dia e a noite. Para as medições foram escolhidos períodos típicos, e excluíram-se épocas de férias (dezembro, janeiro e julho), sábados, domingos e feriados, devido à variação anormal do fluxo de veículos nesses dias (Figura 5). Dessa forma, as medições foram realizadas em dois períodos: o primeiro, de 27 de fevereiro a 19 de março de 2012; e o segundo, de 4 de junho a 29 de junho de 2012. Foram realizadas medições entre 7:00 às 8:00h (3 dias de medição), 20:00 às 21:00h (3 dias de medição) e 22:00 às 23:00h (1 dia de medição), e as medições de todos os 52 pontos foram realizadas durante 10 minutos.

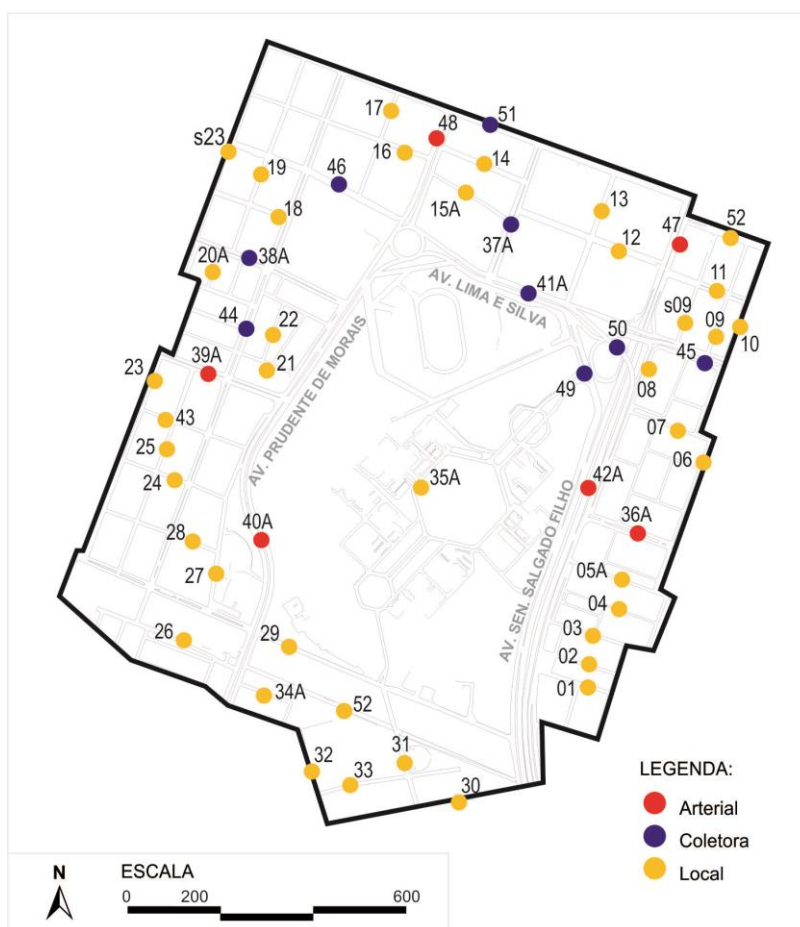


Figura 5 – Pontos de medição de tráfego

### 3.3. Mapeamento físico

No período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012, foram realizados mapas físicos da área de estudo através de visitas *in loco* na área, com base nos mapas fornecidos pela SEMURB – Secretaria de Meio-Ambiente e Urbanismo de Natal. Foram elaborados os mapas de topografia, pavimentação e áreas verdes, uso do solo e gabarito (Figuras 6 a 9).

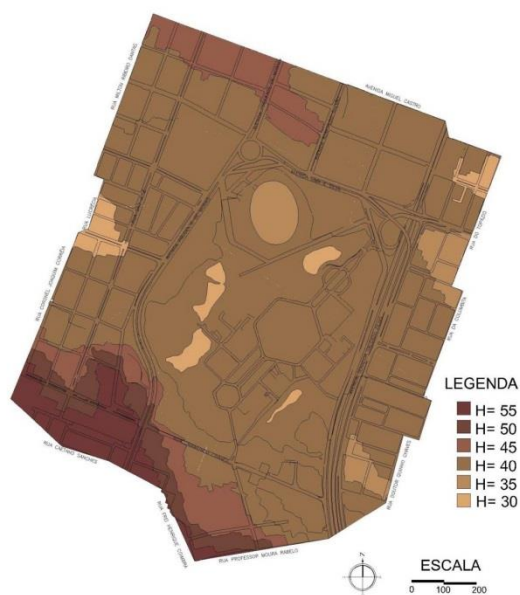


Figura 6 – Mapa de topografia



Figura 7 – Mapa de pavimentação e áreas verdes

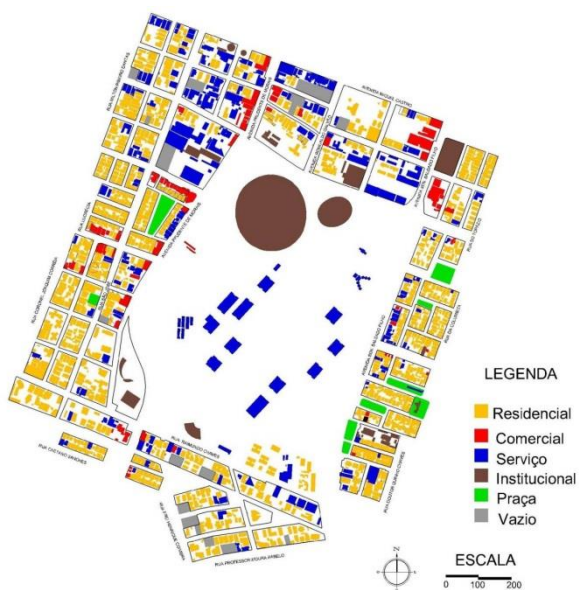


Figura 8 – Mapa de uso do solo

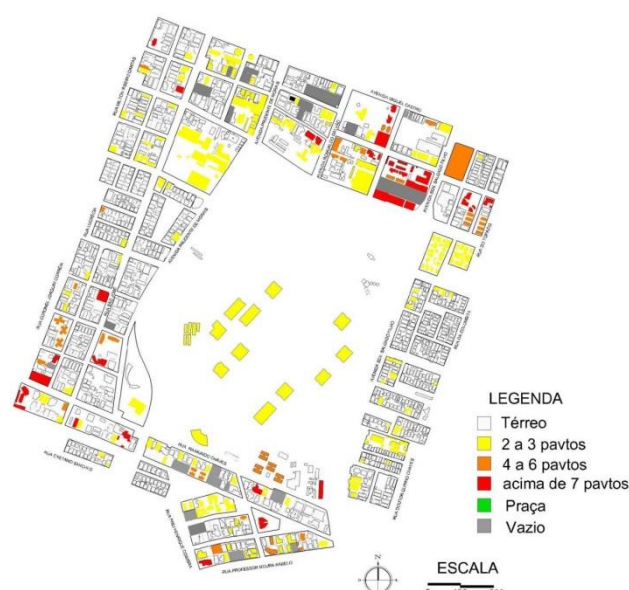


Figura 9 – Mapa de Gabarito

Além dos mapas acima, para a modelagem no programa de simulação acústica *SoundPLAN*® é necessário também o levantamento dos semáforos. Este mapa foi realizado através de visitas *in loco* na área objeto de estudo, no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012.

### 3.3. Grandezas coletadas

Na coleta de dados de tráfego, foram realizadas as contagens de veículos leves e pesados. A Norma Alemã RLS-90, adotada no *SoundPLAN*®, considera veículos pesados, aqueles com peso acima de 2,80 toneladas,

quais sejam, micro-ônibus, ônibus e caminhões. Os veículos leves, por sua vez, são as motos, e automóveis em geral.

Dessa forma, para a operacionalização do programa, foi necessária a coleta das seguintes grandezas (Tabela 1):

Tabela 1 – Grandezas coletadas

Grandezas	Descrição
Contagem volumétrica de veículos leves	Foram contados os veículos (automóveis em geral) no período de 10 minutos por ponto de medição.
Contagem volumétrica de veículos pesados	Foram contados os veículos (motocicleta, caminhões e ônibus) no período de 10 minutos por ponto de medição.
Velocidade média	Foi colocado o veículo dentro do fluxo e registrado a velocidade média.
Largura das vias	Com o auxílio de trena, foi registrada a largura das vias.
Mapeamento Físico	Através de visitas <i>in loco</i> .
Semáforos	Através de visitas <i>in loco</i> .

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A área foi modelada exatamente como encontrada em 2012 (Figura 10), respeitando a topografia, o gabarito, semáforos e dados de contagem volumétrica classificada dos veículos. Vale ressaltar que na área existem exemplares arbóreos, no entanto, não foi considerada a arborização da área, pois se encontram muito espalhados e com espécies que não se configuram como densas do ponto de vista acústico, a ponto de promover atenuações sonoras.



Figura 10 – Área de estudo modelada no programa *SoundPLAN*® no ano de 2012

Observa-se que na época do levantamento realizado, existia um número considerável de semáforos na região em estudo, e tal fato, pode estar interferindo na redução da velocidade e no acúmulo de veículos em espera, ocasionando maior aceleração e frenagem.

Os dados coletados foram inseridos no programa *SoundPLAN*, e foi gerado o mapeamento acústico da área (ano de 2012). Os mapas de ruído no plano horizontal (Grid Noise Map) foram gerados possuindo

entrada de dados com 3 reflexões, altura de 1,20 m acima do nível do solo e malha de cálculo de 20mx20m. A Figura 11 ilustra os dados dos níveis sonoros na área de estudo nos anos de 2012 para o período diurno.

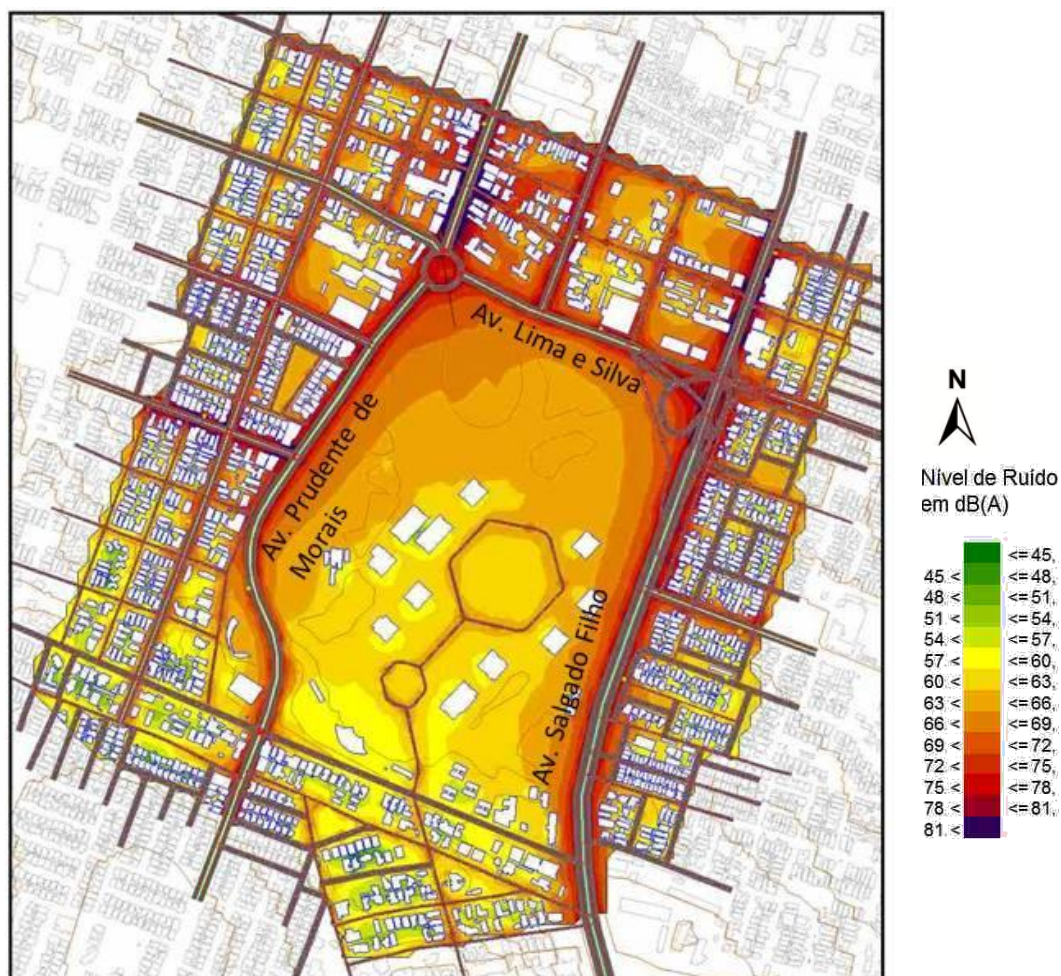


Figura 11 – Mapeamento Diurno

As vias funcionam como fontes lineares com níveis de pressão sonora, porém essa “linearidade” é mais concentrada quando o fluxo de veículos apresenta-se mais livre. Este fenômeno pode ser observado tanto nos períodos diurnos como no períodos noturnos estudados.

Outro problema identificado no bairro é a grande quantidade de usos de comércio e serviço que estão se concentrando nas principais avenidas e elevam de forma substancial os conflitos com o tráfego no seu entorno, principalmente, pela quantidade insuficiente de vagas de estacionamento. A porção Sul da área objeto de estudo, que possui predominância de uso residencial, possui os menores níveis de Pressão Sonora variando o intervalo de 45 a 60 dB(A).

A porção Leste possui uma característica distinta, pois é uma área onde o uso e ocupação é mista, residencial e alguns exemplares de comércio e serviço. Os níveis sonoros identificados não variam significativamente do período diurno e noturno, pois encontram-se sob a influência do dinamismo constante do tráfego da Av. Salgado Filho. Neste estudo, observou-se níveis de pressão sonora variando de 60 a 81 dB(A).

As porções Norte e Oeste apresentam o maior dinamismo da área estudada, e é onde se concentram as vias de maior tráfego e maior quantidade de comércio e serviços, sendo também a área que apresenta maior nível de pressão sonora, chegando a níveis de 81 dB(A).

Verifica-se através das simulações do ano 2012, cenários acústicos semelhantes entre os período Diurno e Noturno, observando-se níveis de Pressão Sonora noturna em torno de 3dB(A) menor que no período

Diurno. A Figura 12 ilustra os dados dos níveis de pressão sonora na área de estudo nos anos de 2012 para o período noturno.

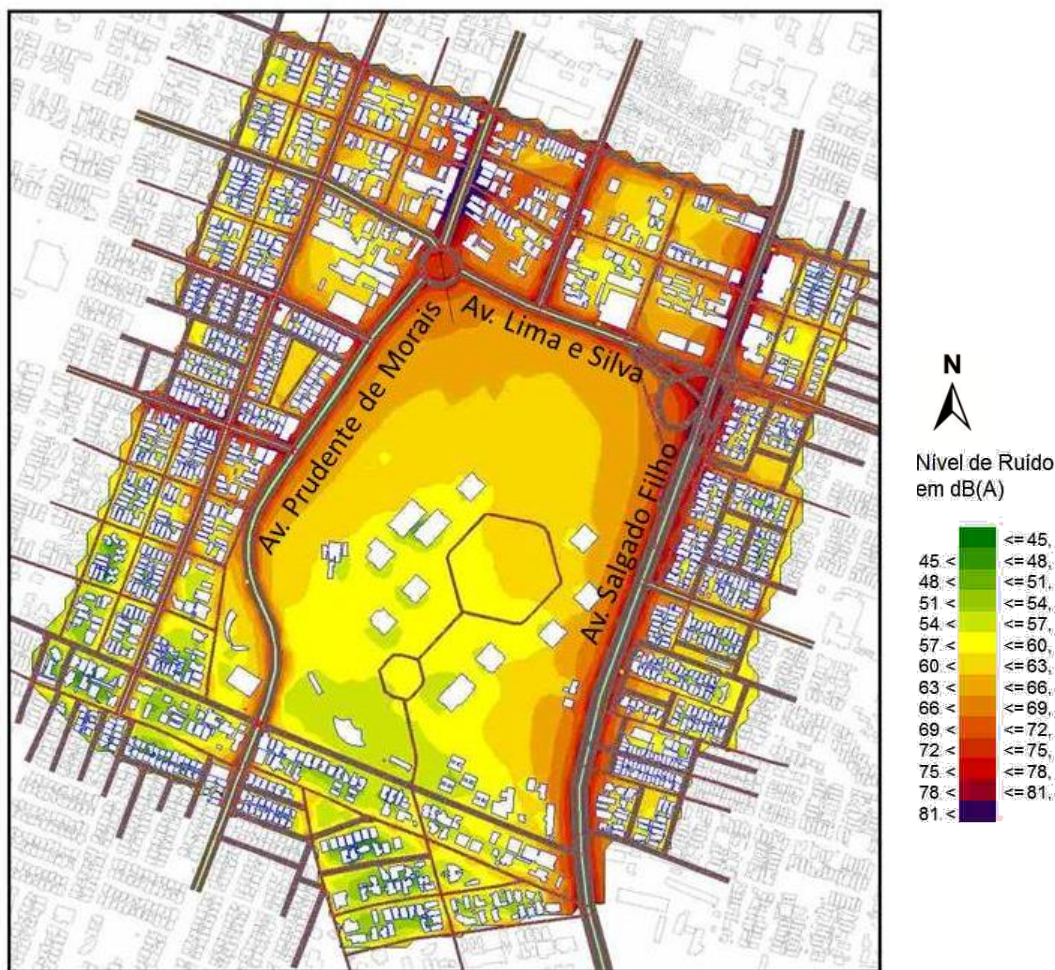


Figura 12 – Mapeamento Noturno.

No mapa da (Figura 11 e 12), observam-se algumas áreas com características distintas, como a área do Centro Administrativo, que possui grande permeabilidade devido à presença de espaços livres com poucas edificações. Essa tipologia se caracteriza por campo acústico aberto que propicia a livre propagação da onda sonora, sem a presença significativa de barreiras acústicas que modificam o seu percurso, característica essencial da propagação em campo livre, onde há um contínuo decaimento sonoro com a distância. E o entroncamento da Av. Lima e Silva com a Av. Prudente de Moraes e a Av. Salgado Filho, nas quais constatou-se níveis de Pressão Sonora mais elevados, dada as características de denso tráfego e congestionamentos.

## 5. CONCLUSÕES

Através de uma análise do espaço urbano, notadamente do ponto de vista acústico, podem-se identificar os principais componentes que influenciam no ruído urbano, verificar as fontes sonoras, detectar quais áreas precisam de tratamento, e o que pode ser feito para melhorar a qualidade sonora do ambiente construído.

Em relação à área objeto de estudo foi possível perceber que a maioria dos pontos onde foram realizadas as medições e o mapeamento acústico apresentou níveis acima do recomendado pela ABNT NBR 10151(2000), havendo também diferenças significativas do nível de pressão sonora no período diurno e noturno, sendo o tráfego a principal fonte de ruído na área. Desta forma, percebe-se que as vias arteriais carecem de uma série de tratamentos para uma melhoria da qualidade acústica da região.

Ainda, conclui-se que a ferramenta de mapeamento sonoro, trata-se de uma poderosa ferramenta para a administração municipal, no momento de criar ou rever suas leis de zoneamento e uso do solo.



Com as questões referentes à acústica do espaço urbano, parece que foi assumida a premissa de que nas cidades, devido à necessidade do tráfego de veículos, o ruído é inevitável e que nada pode ser feito. Porém, diversos estudos demonstram que existem ferramentas computacionais de simulação acústica, e instrumentos de traçado urbano e barreiras acústicas com enorme potencial para reduzir o impacto sonoro no meio urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, B. **Aplicação de método de Análise Bioclimática como ferramenta para intervenções em Centros Históricos: estudo de caso no Bairro da Ribeira em Natal/RN**. 2004. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: acústica – avaliação do nível do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- BISTAFA, S. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. São Paulo: Edgard Bugher, 2006.
- CANTIERI et al. **Elaboração de um Mapa de Ruído para a região central da cidade de Curitiba – PR**. Revista Produção Online, Santa Catarina, v. 10, n.1, p.71-95, 2010. Disponível em: <SITE >. Acesso em: 17 jul. 2012.
- GUERRA, A.; CUNHA, S. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- MOTA, Suetônio. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Universidade Federal do Ceará: Proedi, 1981.
- MACEDO, M. E. **Análise da interferência da legislação urbanística no crescimento do bairro de Lagoa Nova: planos diretores de 1974, 1984, 1994. 2005**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.
- MARCELO, C. B. **Sons e Formas: As barreiras acústicas na atenuação do ruído na cidade**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2006.
- SANCHO, V. M.; SENCHERMES, A. G.. **Curso de Acústica em arquitectura**. Madrid: Colégio oficial de arquitextos de Madrid, 1982.
- SOUNDPLAN BRAUNSTEIN+ BERNDT GMBH. **Handbook User's Manual**. SoundPLAN LLC. Manual versão 6.52008, 474p. Disponível em: <www.soundplan.com>. Acesso em: 10 fev. 2012.
- VIVEIROS, E; VENTURA, A.N; COELHO, J.L.B; NEVES, M.M . **Uma contribuição para o aprimoramento do Estudo de Impacto de Vizinhança: a gestão do ruído ambiental por mapeamento sonoro**. In: In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 22., 2008, Belo Horizonte. Anais eletrônicos... Belo Horizonte: SOBRAC, 2008.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela Bolsa de Mestrado, ao Laboratório de Conforto Ambiental – LabCon/UFRN, pela disponibilização dos equipamentos de medição utilizados no trabalho de campo, bem como, do software *SoudPLAN* utilizado nas simulações computacionais, e ao PPGAU/UFRN, pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo no nível de Mestrado.