

ESPACIALIZAÇÃO ACÚSTICA URBANA EM RECIFE/PE

Ruskin Freitas (1); Jaucele Azerêdo (2); Thatianne Silva (3), Emilly Cajueiro (4), Erilane Marinho (5), Laura Araújo (6)

(1) Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ruskin37@uol.com.br

(2) Mestre, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, jaucele_azeredo@hotmail.com

(3) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo, thatianne.ferreira@gmail.com

(4) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo, emillyjulien@gmail.com

(5) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo, erilanesm@gmail.com

(6) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo, lauramorena.araujo@gmail.com

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cidade Universitária, 50780-970, Recife-PE, Tel.: (81) 2126 8771

RESUMO

Atualmente, com o aumento do número de fontes produtoras de ruído nas cidades, devido ao crescimento de seus centros urbanos, tem-se uma maior preocupação com a questão acústica. O alto índice de poluição sonora compromete a qualidade do espaço urbano e o bem-estar de seus usuários. O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o desempenho acústico no espaço público urbano em treze bairros na cidade de Recife/PE e relacioná-lo às características da forma e do padrão de uso e ocupação do solo. Para tal, foram feitas medições dos níveis sonoros em 220 pontos, distribuídos nos bairros de Afogados, Bongü, Ilha do Retiro, Mangueira, Mustardinha, Boa Viagem, Boa Vista, Soledade, Madalena, Prado, Zumbi, Pau-Ferro e Imbiribeira, sendo duas baterias de medições em cada ponto, totalizando 13.200 valores registrados. Dessa etapa, resultou uma caracterização da intensidade sonora, que, associada à legislação e às normas técnicas vigentes, apontaram zonas de conforto e de desconforto acústico nos recintos de estudo. Os resultados aqui apresentados se convertem em um material capaz de embasar diretrizes de planejamento urbano, de forma preventiva ou corretiva, visando à qualidade acústica do ambiente e ao conforto dos usuários.

Palavras-chave: acústica; poluição sonora; planejamento urbano; ruído; qualidade de vida.

ABSTRACT

Currently, with the increase in the number of sources of noise in the cities, due to the growth of its urban centers, there is a greater concern with the acoustic question. The high rate of noise pollution compromises the quality of urban space and the well-being of its users. The general objective of this research was to evaluate acoustic performance in the urban public space in thirteen neighborhoods from the city of Recife/PE, and to relate it to the characteristics of the form and the pattern of land use and occupation. To that end, the measurements of sound pressure levels were realized in in 220 points, distributed in the neighborhoods of Afogados, Bongü, Ilha do Retiro, Mangueira, Mustardinha, Boa Viagem, Boa Vista, Soledade, Madalena, Prado, Zumbi, Pau-Ferro and Imbiribeira. Two measurements at each point, resulting in 13,200 registered values. From this stage resulted in a spacialization of sound intensity, which, together with the legislation and the current technical norms, pointed to areas of comfort and acoustic discomfort in the chosen places. The results presented herein become a material capable of supporting urban planning guidelines, either preventive or corrective, aiming at the acoustic quality of the environment and the comfort of the users.

Keywords: acoustics; sound pollution; urban planning; noise; life quality.

1. INTRODUÇÃO

Conforto nos dicionários, assim como no senso comum, é visto enquanto suficiência, comodidade, apoio, consolo, alívio, bem-estar. Quanto ao conforto físico, este pode ser estudado através de três campos: térmico, lumínico e acústico, que, juntos podem ser avaliados em busca do conforto ambiental, nos níveis arquitetônico e urbano. Neste trabalho, foi tratado o conforto físico sob o viés da acústica, e especificamente, em meio urbano. A acústica é a ciência do som, incluindo sua geração, transmissão e efeitos, e abarca várias áreas e atividades (BISTAFA, 2011, p.6).

O **conforto acústico** depende da qualidade do som nos ambientes e do isolamento dos ruídos, que, por definição, seriam os sons não desejados ou não harmônicos. O conforto acústico, dependendo da qualidade do som nos ambientes e do isolamento dos ruídos, ocorre quando fazemos o mínimo de esforço fisiológico em relação ao som, ao realizarmos determinada tarefa. Portanto, o conforto acústico diiz respeito à boa audição do som e à proteção contra o ruído.

Os sons são perturbações vibratórias que se propagam nos meios materiais e são capazes de serem detectados pelo ouvido humano, causando sensações auditivas ou psicoacústicas. Desse modo, “o som é a sensação produzida no sistema auditivo” (BISTAFA, 2011, P.17) Os ruídos ocorrem quando o fenômeno acústico gera sensações audíveis desagradáveis, podendo provocar danos fisiológicos e psicológicos, desde inquietude, irritabilidade, perturbação do sono, problemas gastrointestinais, cardiovasculares e respiratórios, distúrbios neuromusculares e circulatórios, perda parcial e até mesmo total da audição (BISTAFA, 2011, p.17; CARVALHO, 2010, p.42).

Nos grandes centros urbanos, a exposição constante ao ruído, durante todo o dia, é apontada como uma das principais causas de deterioração da qualidade de vida (BISTAFA, 2011, p.7). Para o controle do nível de ruído, normas técnicas brasileiras, a exemplo das NBR 10151 e NBR 10152, e a legislação urbanística, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo, da cidade do Recife, parametrizam os níveis adequados a partir do zoneamento da cidade, considerando as atividades desenvolvidas no local e as fontes geradoras de ruído.

A cidade, a partir de sua forma, densidade construtiva, uso e ocupação do solo, pavimentação, fluxos de automóveis e de pedestres, entre outros, é um agente decisivo no comportamento do ruído, no espaço. Condicionado às formas e aos materiais, os sons podem ser mais facilmente propagados, absorvidos ou intensificados.

Em medições sonoras, em meio urbano, realizadas em diversos pontos na cidade de Recife/PE, entre os anos de 2014 e 2015, foram registrados valores entre 45 e 86 decibéis. Essa etapa de medições deu origem a uma caracterização de ruído urbano que abrangeu todos os 96 bairros da cidade¹.

Com o intuito de dar continuidade à pesquisa, foram feitas novas medições de níveis sonoros em alguns bairros do Recife, durante o período compreendido entre dezembro de 2015 e outubro de 2016. Fez-se, desse modo, uma abordagem mais específica em pontos representativos, nesses bairros, a fim de aprofundar a etapa anterior.

Com os valores obtidos, que representam os níveis sonoros e mostram o comportamento do ruído urbano em determinadas localidades, foi possível a espacialização do ruído. Este procedimento contribui para o reconhecimento do local e para a elaboração de diretrizes de planejamento urbano que visam ao conforto ambiental, sob o viés da acústica, constituindo importante ferramenta para o desenvolvimento de planos, programas e projetos preventivos e corretivos (PRADA; HERRERA, 2010).

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi identificar o desempenho acústico no espaço público urbano em treze bairros, na cidade do Recife/PE, através da espacialização das intensidades sonoras, considerando a qualidade do som, as fontes de ruído e a relação com o meio circundante, visando à qualidade do ambiente e ao conforto dos usuários. É importante enfatizar que a pesquisa contribuirá para a construção de uma base de dados para estudos, especificações e elaboração de parâmetros urbanísticos que considerem o conforto acústico ambiental urbano.

¹ Freitas et al. (2015).

3. MÉTODO

A pesquisa foi dividida em etapas, a fim de possibilitar a execução de todas as atividades necessárias para alcançar o seu objetivo. Como procedimentos metodológicos delimitaram-se: revisão bibliográfica, coleta de dados, análise e diagnóstico.

A primeira etapa consistiu em uma revisão da literatura acerca de acústica urbana, com a finalidade de obter maior compreensão do objeto teórico abordado. Tal atividade foi realizada a partir de livros e artigos, além das normas técnicas vigentes referentes ao tema tratado. O conhecimento adquirido, nesse primeiro momento, embasou os procedimentos tomados em sequência, como a coleta de dados e a escolha dos pontos onde ocorreram as medições, bem como, auxiliou as análises e as conclusões, ao final da investigação.

Para a realização da segunda etapa, levou-se em consideração, para a escolha dos bairros estudados, a caracterização da acústica urbana em Recife², publicada em 2015. O artigo classificou os 96 bairros do Recife em cinco classes, conforme o nível de intensidade de ruído. Para a presente pesquisa, foram escolhidos seis grupos de bairros representando todas as classes, optando-se pelos mais expressivos segundo centralidades e pelos valores mais altos e mais baixos. Assim, foram eleitos os bairros de Afogados (entre 70 e 74,9 dB(A)), Bongi (acima de 75 dB(A)), Ilha do Retiro (entre 70 e 74,9 dB(A)), Mangueira (entre 70 e 74,9 dB(A)) e Mustardinha (entre 65 e 69,9 dB(A)), que representam a centralidade da zona oeste de Recife; Boa Viagem (entre 70 e 74,9 dB(A)), principal centralidade da zona sul de Recife; Boa Vista e Soledade, com ruído médio entre 65 e 69,9 dB(A), e por integrar o centro comercial da cidade; Madalena (entre 70 e 74,9 dB(A)), Prado (entre 60 e 64,9 dB(A)) e Zumbi (acima de 75 dB(A)), devido a sua localização, comportando o fluxo de deslocamento entre vários bairros; Imbiribeira, sendo o bairro mais ruidoso, com a média acima de 75 dB(A); e Pau-Ferro, por ser o menos ruidoso, com média de até 59,9 dB(A), como pode ser observado na Figura 1.

Os bairros de **Afogados, Bongi, Ilha do Retiro, Mangueira e Mustardinha** abrigam diversos usos, com predominância de habitação. O tipo arquitetônico é predominantemente térreo, com poucos edifícios com mais de quatro pavimentos. Os bairros possuem baixa densidade vegetal arbórea e apresentam uma forma urbana bastante diversa, onde tanto são encontradas ruas estreitas, lotes sem recuo e solo natural, quanto ruas largas, pavimentadas e com recuo nos lotes. Os locais com maior oferta de comércio e serviço possuem fluxo intenso de automóveis e de pedestres. A principal via do conjunto de bairros é a Estrada dos Remédios, que liga vários bairros, onde, inclusive, estão localizados o mercado público e a feira livre de Afogados.

Boa Viagem é um bairro delimitado a leste pelo Oceano Atlântico, assim, a praia é o seu maior referencial. Abriga usos diversos, como habitação, educação, lazer, saúde e comércio. Mais próximos à orla, encontram-se os edifícios mais altos do bairro, alguns ultrapassando 40 pavimentos. As vias são pavimentadas e largas e os lotes possuem recuos. À medida que se afasta da praia, é possível encontrar também edifícios de até três pavimentos, ruas mais estreitas, em solo natural e lotes sem recuos. Localiza-se, neste bairro, o Shopping Center Recife, um dos maiores shoppings da cidade. Próximo a este bairro, encontra-se o Aeroporto Internacional do Recife - Gilberto Freyre. Suas vias principais são as avenidas Boa Viagem, Conselheiro Aguiar e Engenheiro Domingos Ferreira e a rua Barão de Souza Leão, sendo esta última a principal ligação da praia com o aeroporto.

Os bairros da **Boa Vista e Soledade** constituíam, antigamente, um único bairro. Possuem vocação comercial, mas mesclam, em seus usos, ofertas de serviços de educação, saúde, entretenimento, além do uso residencial. A principal via dos dois bairros é a avenida Conde da Boa Vista, um dos principais eixos estruturadores da cidade, que comporta diariamente um alto fluxo de veículos e de pedestres, funcionando como um importante corredor viário que alcança o centro comercial. Possuem grande diversidade de materiais de revestimento de vias, passeios públicos e de edificações. Predominantemente, são pouco arborizados e densamente construídos, inclusive com verticalização, em algumas áreas dos bairros.

Madalena, Prado e Zumbi são bairros que formam, atualmente, um bloco de interesse do mercado imobiliário, por serem bairros centrais que abrigam vias importantes, como a avenida Caxangá, a rua Real da Torre e a avenida Engenheiro Abdias de Carvalho, rotas de acesso a vários pontos da cidade. Estes bairros possuem uso misto, com predominância do uso residencial. Há ruas bem arborizadas, praças, um Jockey Clube e se localizam próximos ao rio Capibaribe. Há também verticalização e alta densidade construtiva em alguns pontos dos bairros.

² Freitas et al. (2015).

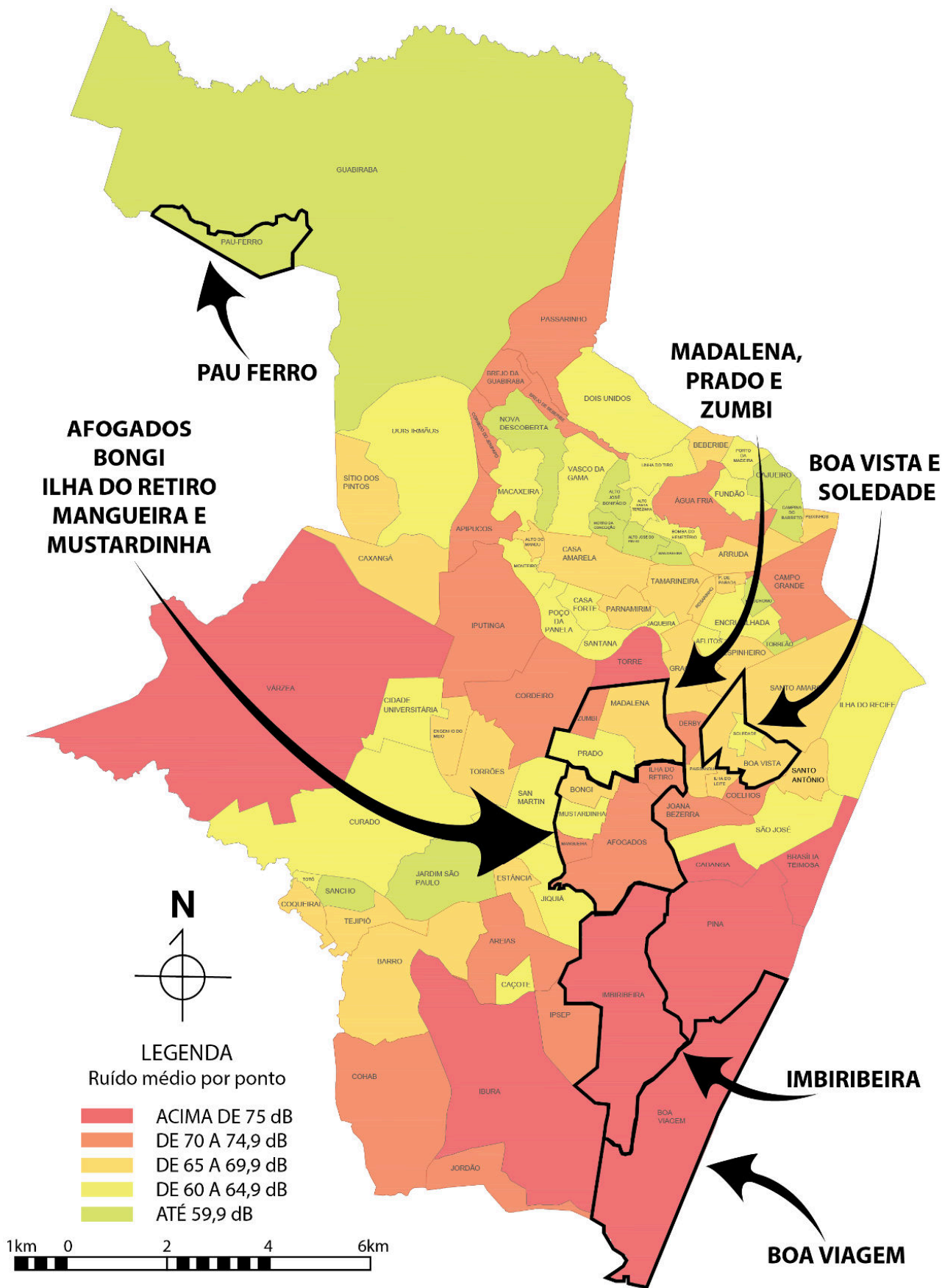


Figura 1 – Grupos de bairros na caracterização da acústica urbana em Recife/PE. (Adaptado de FREITAS et. al., 2015)

A **Imbiribeira** é um bairro diverso em usos e tipos urbanos e arquitetônicos. Possui residências, comércio e serviços variados e um dos principais acessos ao aeroporto. Suas principais vias são a avenida Marechal Mascarenhas de Moraes e a rua Arquiteto Luiz Nunes, que comportam grande fluxo de veículos. Alterna áreas com bastante arborização, como as que se encontram à proximidade da Lagoa do Araçá, e outras com vegetação quase inexistente. Há locais densamente verticalizados em alguns pontos do bairro, predominando a horizontalidade, em outros.

Pau Ferro é um bairro predominantemente residencial. Seu principal acesso ocorre pela Estrada de Aldeia, em Camaragibe, cidade vizinha a Recife. Possui pouca área construída e sua maior extensão é de resquícios de Mata Atlântica. As edificações existentes são de até três pavimentos, com recuos frontais e laterais, em sua maioria. As suas vias são estreitas, em solo natural ou pavimentadas em paralelepípedo, com baixo fluxo de pedestres e de veículos.

Para a definição dos pontos de medições, distantes, entre si, de 200 a 600m, foram considerados os seguintes referenciais: forma urbana; diversidade de uso e ocupação do solo; proximidade com significativas fontes de ruído (permanentes ou sazonais); locais que exigem melhores condições de conforto acústico, como hospitais, postos de saúde e escolas; lugares marcantes e relevantes para o reconhecimento da população, como praças; e o fluxo de veículos e pedestres. No total, foram definidos 220 pontos, sendo 40 pontos para cada grupo de bairros, com exceção de Pau Ferro, que teve apenas 20 pontos devido à grande extensão de mata fechada. Decidiu-se medir aos sábados pela manhã, quando o fluxo de automóveis e de movimentação de pedestres em pontos comerciais é menos intenso, e às terças-feiras (manhã ou tarde), quando é possível observar o movimento comum do comércio e de locais como praças e escolas.

Em dezembro de 2015, foi iniciada a terceira etapa da pesquisa, referente às medições de ruídos, nos pontos já determinados. Foram feitas medições do Nível de Pressão Sonora utilizando-se Sonômetros Digitais, marca Minipa, Tipo MSL-1351C, na curva de ponderação (A), em resposta lenta (*'slow'*). O equipamento foi posicionado a aproximadamente 1,50m acima do solo e afastado do corpo e de quaisquer superfícies, à mesma distância aproximada. Em cada ponto foi registrado o nível de ruído equivalente (LAeq) a cada 10 segundos, por um período de cinco minutos, totalizando 30 valores por ponto. Os dados foram coletados por equipes formadas por dois ou três voluntários, que mediram em 10 pontos em cada bairro, permanecendo em silêncio durante as medições, de modo a não interferirem nos resultados, a exemplo dos pontos apresentados na Figura 2.



Figura 2 – Pontos de medição. (a) Av. Carlos Laet de Lima, em Pau Ferro; (b) em Boa Viagem

Após as medições, houve a sistematização dos 13.200 valores de intensidade sonora e o cálculo das médias logarítmicas de cada ponto avaliado e também para o grupo de bairros. Em seguida, essas médias foram espacializadas, utilizando-se o software AutoCAD e a classificação de nível sonoro já proposta pela pesquisa anterior, período 2014-2015. Os parâmetros adotados para a definição dos pontos de medições também foram considerados na espacialização dos dados, que tiveram as manchas dos níveis de ruído desenhadas a partir dos valores obtidos em cada ponto, distribuídas de acordo com a forma urbana.

Concluída esta etapa, foi feita a análise dos resultados, em comparação aos níveis permitidos pela NBR 10151, além da aplicação ou não das diretrizes de zoneamento definidas na Lei de Uso e Ocupação do Solo da cidade do Recife, que no art. 44 aborda os usos geradores de incômodo à vizinhança.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na etapa de sistematização dos valores de intensidade sonora, foram obtidas as médias logarítmicas de cada ponto de medição, considerando-se os dois períodos de medição (terça-feira e sábado). Foram também calculadas as médias logarítmicas de cada grupo de bairros. A partir desses resultados, foram produzidas seis imagens (uma para cada grupo de bairros), representando as classes de nível de ruído, com a mesma classificação da pesquisa anterior: verde, até 59,9 dB(A); amarelo, de 60 a 64,9 dB(A); bege, de 65 a 69,9 dB(A); laranja, de 70 a 74,9 dB(A); e vermelho, representando os valores a partir de 75 dB(A).

O grupo com os bairros Afogados, Bongi, Ilha do Retiro, Mangueira e Mustardinha apresentou níveis de intensidade sonora nas cinco classes, predominando níveis entre 60 e 64,9 dB (A), com média logarítmica total de 71,58 dB (A) (Figura 3). Seu ponto de menor nível de intensidade sonora, às margens do braço do rio Capibaribe, em via larga, que possui solo natural, pouca vegetação arbórea de médio porte, edifícios de até dois pavimentos, predominantemente, de uso residencial, alcançou média logarítmica de 50,70 dB (A). Este valor é próximo ao recomendado para área residencial, que deveria ter Nível de Critério de Avaliação (NCA) no período diurno de 50 dB (A), definido pela NBR 10151.

O ponto de maior nível de intensidade sonora obteve média logarítmica de 80,31 dB (A) no bairro de Afogados. Nesse ponto, em frente a um Mercado Público, a via apresenta uso comercial, pavimentação em asfalto, ausência de vegetação e edificações de até dois pavimentos, além de alto fluxo de veículos e de pedestres, com forte presença de vendedores ambulantes. Os valores registrados e calculados nas medições apontaram que o nível de ruído está acima do valor indicado pelas normas técnicas.

No ponto de medição em frente a uma maternidade (Maternidade Professor Bandeira Filho), localizado no mesmo bairro, a média logarítmica marcou 58,36 dB (A), enquanto a NBR 10151 recomenda o NCA de 50 dB (A) em áreas de hospitais, em período diurno. O ponto mais ruidoso, com 80,31 dB (A), apesar de estar localizado em área de vocação comercial, também está com o nível de ruído maior que o indicado pela norma, que indica para área mista, com vocação comercial e administrativa o NCA de 60 dB (A).

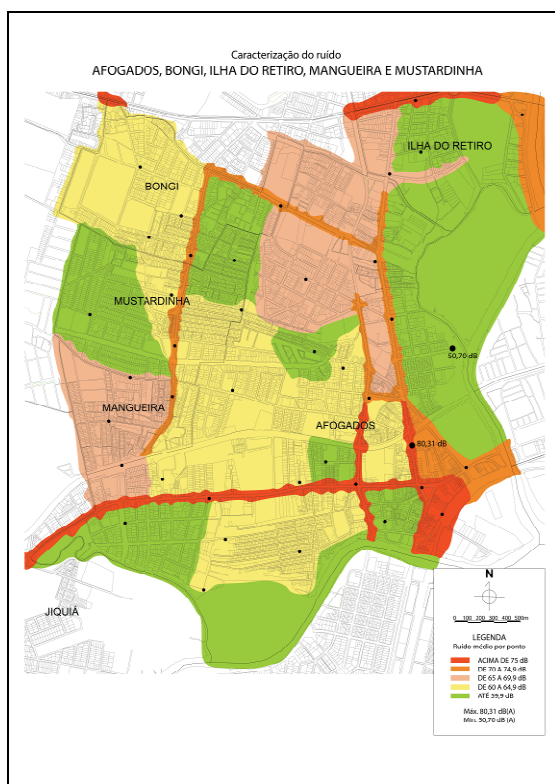


Figura 3 – Caracterização do ruído em Afogados, Bongi, Ilha do Retiro, Mangueira e Mustardinha - Recife/PE.

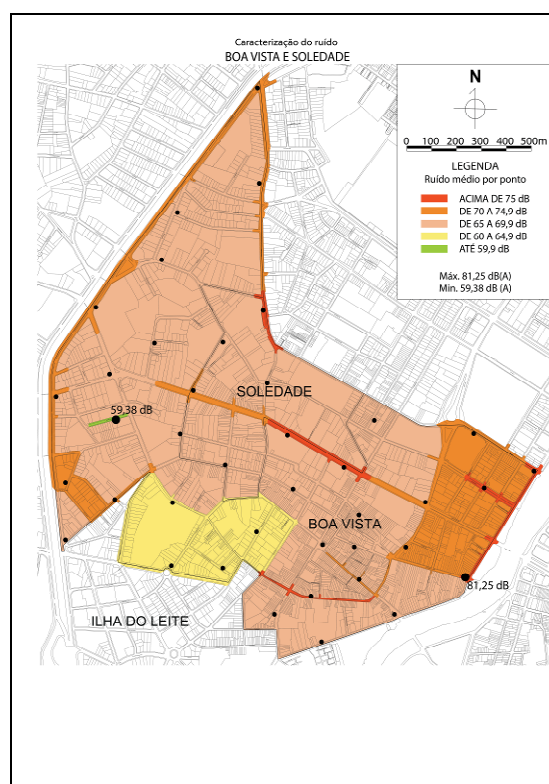


Figura 4 – Caracterização do ruído em Boa Vista e Soledade - Recife/PE

Os bairros Boa Vista e Soledade apresentaram predominantemente níveis de intensidade sonora entre 65 e 69,9 dB (A) (Figura 4). No entanto, foram os bairros mais ruidosos, com a média logarítmica total de 72,91 dB (A), registrando também a média logarítmica por dia mais alta: 73,24 dB (A), em uma terça-feira. Em apenas um ponto, se registrou valor inferior a 59,9 dB: em uma via de uso residencial (rua Artur Orlando), com edificações de até quatro pavimentos e com recuo, asfalto e presença de vegetação de grande

porte. O ponto mais ruidoso encontrou-se em um cruzamento que concentra alto fluxo de veículos e de pedestres, das ruas Imperatriz e Dr. José Mariano. Nesse ponto, não há a presença significativa de vegetação, as edificações possuem até quatro pavimentos, sem recuo, abrigando uso comercial. As vias são pavimentadas com blocos de concreto e asfalto.

Nesse grupo de bairros, as áreas estritamente residenciais, de hospitais ou de escolas, com Nível de Critério de Avaliação (NCA) no período diurno de 50 dB (A), segundo a NBR 10151, marcaram níveis de pressão sonora acima do recomendado por norma.

No ponto medido próximo a um centro educacional (Colégio Americano Batista), na esquina entre vias de alto fluxo de veículos e pedestres (rua Dom Bosco e avenida Agamenon Magalhães), obteve-se a média logarítmica de 74,69 dB (A).

No bairro da Imbiribeira, as médias logarítmicas oscilaram em vários pontos de medição, criando manchas representativas para as cinco classes de nível de ruído (Figura 5). O bairro registrou a média logarítmica total de 71,43 dB (A). Seu ponto de menor nível de intensidade sonora alcançou média logarítmica de 51,89 dB (A), em frente a uma escola de ensino fundamental (Escola Municipal Dona Luci Silva Lima), na avenida Mônaco. Essa via possui solo natural, pouca vegetação arbórea de médio porte, edifícios de até dois pavimentos e uso predominantemente residencial. Já o ponto de maior nível de intensidade sonora obteve média logarítmica de 82,34 dB (A), diante de um estabelecimento comercial (Loja Laser Eletro), na avenida Marechal Mascarenhas de Moraes. Nesse ponto, a via apresenta uso comercial, pavimentação em asfalto, pouca vegetação arbórea de médio porte e edificações de até dois pavimentos, além de alto fluxo de veículos, por ser uma importante via arterial da cidade.

Assim como no grupo de bairros apresentado anteriormente, os valores registrados e calculados nas medições apontam que o nível de ruído está acima do valor indicado pelas normas técnicas. No ponto de menor nível de ruído, a média logarítmica ainda está acima 1,89 dB do que seria ideal para o funcionamento da atividade de ensino. A situação se mostra mais grave no ponto de medição diante de uma unidade hospitalar (Unidade de Pronto Atendimento da Imbiribeira), onde foi registrada a média logarítmica de 75,26 dB (A), enquanto a NBR 10151 recomenda o NCA de 50 dB (A), em áreas de hospitais, em período diurno.

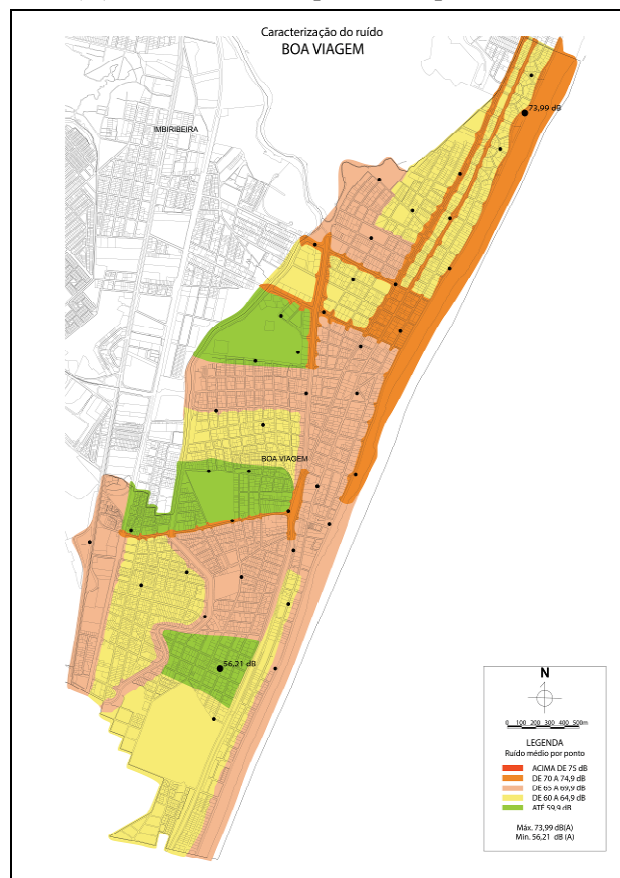
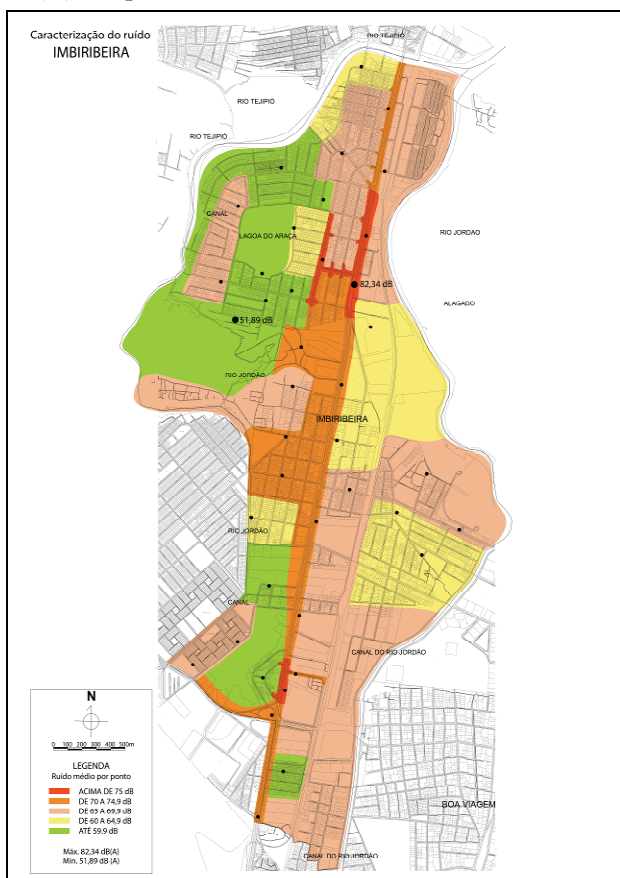


Figura 5 – Caracterização do ruído em Imbiribeira - Recife/PE.

Figura 6 – Caracterização do ruído em Boa Viagem - Recife/PE.

No bairro de Boa Viagem, as médias logarítmicas estavam predominantemente na classe de ruído entre 65 e 69,9 dB (A) (Figura 6). O bairro registrou a média logarítmica total de 68,17 dB (A). Seu ponto de menor nível de intensidade sonora alcançou média logarítmica de 56,21 dB (A), na rua Professor Augusto

Lins e Silva. Essa via possui pavimentação em asfalto, média densidade de vegetação arbórea de médio porte, edifícios com mais de quatro pavimentos, predominantemente, de uso residencial, com baixo fluxo de automóveis e de pedestres. Já o ponto de maior nível de intensidade sonora obteve média logarítmica igual a 73,99 dB (A), em uma praça (Praça La Curuña), que, apesar da alta densidade de vegetação arbórea, encontra-se ao lado da avenida Boa Viagem, lindeira à praia, asfaltada e de alto fluxo de pedestres e de automóveis, o que certamente contribuiu com tal valor.

Em Boa Viagem, os pontos que apresentaram os maiores valores de ruído se concentraram em vias asfaltadas de alto fluxo de automóveis. Não foi registrada nenhuma média logarítmica na classe de maior intensidade sonora (acima de 75 dB(A)). Ainda assim, a maioria dos valores obtidos aponta que o nível de ruído está acima do valor indicado pelas normas técnicas, com exceção dos dois pontos medidos nos arredores do Shopping Center Recife, com vocação comercial, que registraram 59,94 e 59,81 dB (A). Esses dois atendem à indicação da NBR 10151, de NCA de 60 dB (A) para área mista, com vocação comercial e administrativa. Todos os pontos de medição próximos a escolas ou a equipamentos de saúde estão em desconformidade com a NBR 10151, que recomenda o NCA de 50 dB (A) em áreas de hospitais ou de escolas, em período diurno.

No grupo de bairros da **Madalena, Prado e Zumbi** também foram formadas manchas representativas para cada classe de nível de intensidade sonora, com a predominância da classe entre 70 e 74,9 dB (A) (Figura 7). O grupo de bairros registrou a média logarítmica total de 72,08 dB (A). Dos três bairros, o Prado foi o mais heterogêneo, e registrou médias logarítmicas nas cinco classes de ruído. O ponto menos ruidoso obteve média logarítmica de 57,71 dB (A) e localizou-se no estacionamento aberto do Jockey Clube, com solo natural e baixa densidade de vegetação arbórea. O ponto mais ruidoso obteve média logarítmica de 79,86 dB (A) e localizou-se diante do estabelecimento comercial Supermercado Bompreço, na rua Benfica, que possui uso comercial, com edificações de até dois pavimentos, via com pavimentação asfáltica, alto fluxo de veículos e apenas uma árvore, de copa rala (ponto de medição).

A NBR 10151 define que área mista, com vocação recreacional deve ter nível de ruído de 65 dB (A), durante o dia. Dessa forma, o Jockey Clube registrou média logarítmica de acordo com o valor indicado pela norma. Nos demais pontos, tanto os localizados em áreas de vocação comercial (60 dB (A)) quanto em áreas mistas, predominantemente residenciais (55 dB (A)), os valores obtidos estão acima do que é recomendado.

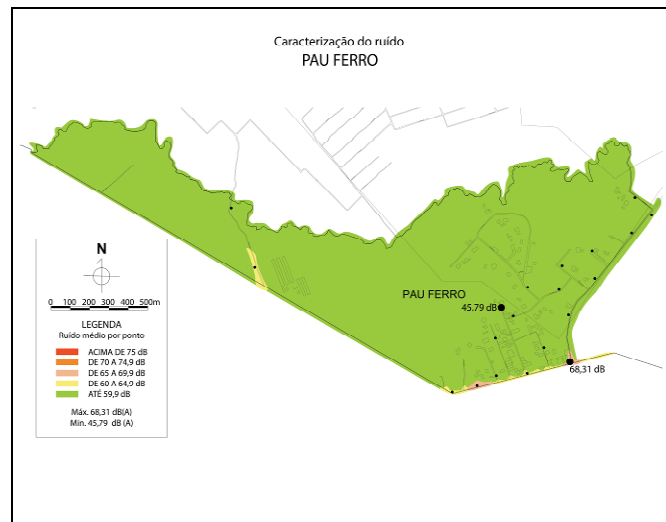
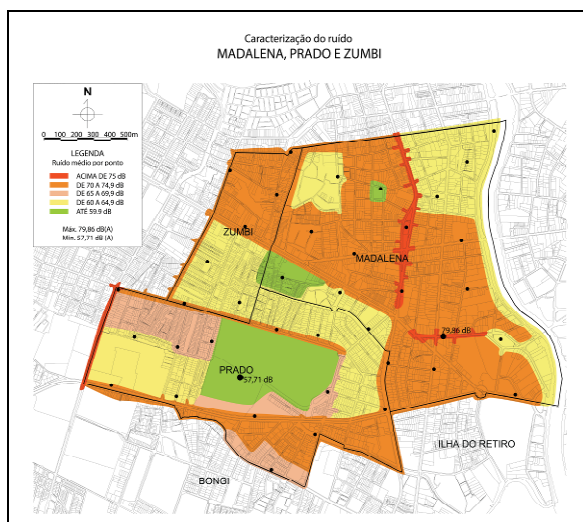


Figura 7 – Caracterização do ruído em Madalena, Prado e Zumbi - Recife/PE Figura 8 – Caracterização do ruído em Pau Ferro - Recife/PE

No bairro de **Pau Ferro** houve a predominância de pontos de medições com nível de intensidade sonora de até 59,9 dB (A) e média logarítmica total de 60,63 dB (A) (Figura 8). Não houve qualquer ponto que registrasse média logarítmica nas classes acima de 70 dB (A). O ponto na via que corta a mata presente no local registrou média logarítmica de 56,42 dB (A) e não foi o local mais silencioso, devido ao som das folhas que se moviam com o vento e ao canto de cigarras. Esse valor foi considerado para toda a área de mata fechada que se repetia no bairro. O ponto de menor intensidade de ruído marcou média logarítmica de 45,79 dB (A) e teve também o valor absoluto mais baixo de toda a pesquisa (41,0 dB (A)). Ele estava localizado em uma via de solo natural, com baixa densidade de vegetação arbórea, uso residencial, edificações de até dois pavimentos com recuo e sem fluxo de pedestres ou veículos durante as medições. O ponto de maior nível de ruído marcou média logarítmica de 68,31 dB (A), localizado entre duas vias

pavimentadas de paralelepípedo, sem construções, mas com terrenos vazios cercados de muros, vegetação arbórea de pequeno porte e baixo fluxo de pedestres e de veículos. Neste ponto, foi registrado o valor absoluto mais alto de Pau Ferro, igual a 84,3 dB (A).

O uso do solo em Pau Ferro é predominantemente residencial, em grandes propriedades, e alguns pontos de comércio e de serviços. Como a NBR define que, em período diurno, em área estritamente residencial urbana, de hospitais ou de escolas, o NCA deve ser de 50 dB (A) e em área mista, predominantemente residencial, deve ser de 55 dB (A), apenas dois pontos residenciais atenderam a sua recomendação, com 45,39 dB (A) e 50,60 dB (A).

A síntese dos resultados é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 – Síntese das médias logarítmicas calculadas a partir dos valores registrados.

| Bairros / Nível de intensidade sonora | Afogados, Bongí, Ilha do Retiro, Mangueira e Mustardinha | Boa Viagem | Boa Vista e Soledade | Imbiribeira | Madalena, Prado e Zumbi | Pau Ferro |
|---------------------------------------|--|--------------|----------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| Ponto - ruidoso | 50,70 dB (A) | 56,21 dB (A) | 59,38 dB (A) | 51,89 dB (A) | 57,71 dB (A) | 45,79 dB (A) |
| Ponto + ruidoso | 80,31 dB (A) | 73,99 dB (A) | 81,25 dB (A) | 82,34 dB (A) | 79,86 dB (A) | 68,31 dB (A) |
| Média geral | 71,58 dB (A) | 68,17 dB (A) | 72,91 dB (A) | 71,43 dB (A) | 72,08 dB (A) | 60,63 dB (A) |

Ressalta-se que um ponto em comum entre todos os bairros estudados foi a fonte de ruído principal. Ou seja, notou-se que os valores absolutos mais altos foram registrados em momentos de intenso fluxo de veículos, frenagem de ônibus e de caminhões, com ocorrência de buzinas. Quando associado às diferenças de forma urbana, de usos e de pavimentação, o nível de ruído emitido por essas fontes era acentuado ou atenuado, mas sempre influenciavam, consideravelmente, os valores registrados.

A partir da comparação entre os resultados obtidos na presente pesquisa e os resultados alcançados em pesquisa anterior (período 2014-2015), percebe-se que, com o acréscimo de pontos de medições, os bairros mudaram de classe de nível de ruído. Afogados, Ilha do Retiro e Mangueira, com média logarítmica total de 71,58 dB (A), permaneceram na classe laranja (70 a 74,9 dB (A)), enquanto Mustardinha e Bongí, com a mesma média (71,58 dB (A)), mudaram das classes bege (de 65 a 69,9 dB (A)) e vermelha (acima de 75 dB (A)), respectivamente, para a classe laranja. Boa Viagem, com média logarítmica total de 68,17 dB (A), mudou da classe laranja para a classe bege. Os bairros Boa Vista e Soledade, com média logarítmica total de 72,91 dB (A), mudaram da classe bege para a classe laranja. A Imbiribeira, com média logarítmica total de 71,43 dB (A), mudou da classe vermelha para a classe laranja. Prado e Zumbi, com média logarítmica total de 72,08 dB (A), mudaram das classes amarela (60 a 65,9 dB(A)) e vermelha, respectivamente, para a classe laranja, a mesma onde permanece o bairro da Madalena; e Pau Ferro, com média logarítmica total de 60,63dB(A), mudou da classe verde (até 59,9 dB (A)) para a classe amarela.

5. CONCLUSÕES

Com a espacialização acústica dos treze bairros da cidade do Recife, produzida a partir das médias logarítmicas de nível de ruído dos 220 pontos de medições, foi possível a avaliação de zonas de ruído de maior ou menor intensidade nos recortes de estudo. Constatou-se que os valores registrados na maioria dos pontos (97,27%) estão acima dos valores definidos pelas normas técnicas vigentes, o que proporciona ambientes desconfortáveis aos cidadãos que usufruem desses espaços.

A Organização Mundial de Saúde estabelece que seria 50 dB o limite de nível de ruído confortável para o ouvido humano. A partir desse valor, o organismo humano passa a sofrer com o impacto do ruído. Como consequência, ao se expor ao ruído por maior quantidade de tempo, a pessoa pode adquirir enfermidades relacionadas diretamente à audição, como alterações transitórias da audição, além de outros sintomas associados ao bem-estar e à qualidade de vida, como estresse, distúrbios do sono ou enxaqueca.

Baseados em diversas pesquisas teóricas e práticas, em especial, sobre a percepção da população acerca do incômodo causado pelo ruído urbano, Zannin e al. (2002, p.523) confirmam:

alguns efeitos da ação do ruído em populações urbanas: irritabilidade, baixa concentração, insônia e dor de cabeça. Foi observado que todas as pessoas que fazem parte do subgrupo “incomodados pelo ruído urbano” confessaram apresentar pelo menos um dos efeitos acima relatados, predominando a irritabilidade e a baixa concentração.

Entre os pontos estudados, apenas um, localizado em Pau Ferro, obteve média logarítmica dentro do limite de conforto, com 45,79 dB (A). O ponto menos ruidoso em Afogados também se aproximou do valor ideal, com 50,70 dB (A). Ao considerar a média por bairros, nenhum estaria oferecendo valores confortáveis.

A análise dos resultados aponta a influência da forma urbana, do uso e ocupação do solo e da vegetação nos níveis de intensidade sonora. O uso predominantemente residencial e a alta densidade de vegetação em Pau Ferro conferiram ao bairro a menor média logarítmica dos bairros estudados. Esses mesmos fatores possibilitaram níveis de ruído inferiores a 59,9 dB (A) em três pontos do grupo de bairros da Madalena, Prado e Zumbi, diversos pontos no grupo de Afogados e em quatro pontos em Boa Viagem.

Em contrapartida, nos locais de comércio mais intenso, como nas imediações do Mercado Público de Afogados, na rua da Imperatriz e na avenida Conde da Boa Vista, no bairro da Boa Vista, foram registrados os valores mais altos de ruído. Ainda na Boa Vista, nota-se que a forma da rua da Glória, via mais estreita, se comparada a outras vias do bairro, favorece o aumento do nível de ruído. O mesmo ocorre na rua Real da Torre, na Madalena, que registrou valores acima de 75 dB (A), devido à largura da via e à alta densidade construtiva. Nos grupos de Boa Viagem e de Afogados, percebe-se que os pontos com maiores níveis de intensidade sonora estão localizados nas principais vias dos bairros e foram ocasionados, principalmente, por ruídos provenientes de automóveis. O tipo de material utilizado na pavimentação do solo também impactou nos resultados obtidos. Em zona predominantemente residencial no bairro da Imbiribeira, a pavimentação da via em paralelepípedo contribuiu com altos valores de intensidade sonora durante o fluxo de veículos, chegando a alcançar 75,9 dB (A), enquanto que, na ausência de fluxo, registrou-se o valor mínimo de 47,8 dB (A). Também houve influência significativa do tipo de pavimento no nível de ruído no bairro de Pau Ferro, onde o ponto mais ruidoso alcançou valor absoluto de 84,3 dB(A), na passagem de uma moto, enquanto o menor valor foi de 45,5 dB(A), na ausência do fluxo de veículos.

A partir da relação feita entre níveis de intensidade sonora e a forma e componentes da cidade, podem-se identificar as principais fontes e intensificadores de ruído. A caracterização acústica e a espacialização de dados constituem importantes procedimentos, capazes de contribuir para o planejamento urbano, que vise amenizar problemas de poluição sonora e oferecer melhor qualidade de vida aos usuários.

Conclui-se, por fim, que esse estudo deve ser continuado, a fim de caracterizar e analisar outros bairros da cidade do Recife, além de atualizar periodicamente os valores aqui apresentados. Dessa forma, é possível construir a cidade na intenção de oferecer ambientes mais confortáveis aos cidadãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR - 10.151. **Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade** – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- _____. NBR - 10.152. **Níveis de ruído para o conforto acústico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2011.
- DE MARCO, Conrado S. **Elementos de acústica arquitetônica**. São Paulo: Nobel, 1982.
- CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2010.
- NIEMEYER, M. L. A. **Conforto acústico e térmico, em situação de verão, em ambiente urbano: uma Proposta Metodológica**. 2007. Tese. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.
- PINTO, Fernando A. N. Castro; MARDONES, Maysa D. Moreno. Noise mapping of densely populated neighborhoods – example of Copacabana Rio de Janeiro – Brazil. **Environment monitoring assessment**, n.155, p. 309-318, 2009.
- PRADA Mauricio e HERRERA, Beatriz. **Atlas metropolitano**. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010.
- RECIFE. **Lei do uso e ocupação do solo**. Prefeitura do Recife, 1996.
- SOUZA, Léa; ALMEIDA, Manuela; BRAGANÇA, Luís. **Bê-a-bá da acústica arquitetônica**. Bauru: L. C. L. Souza, 2003.
- SOUZA, Rafaella Brandão Estêvão de. **O som nosso de cada dia: análise do comportamento da acústica urbana a partir de modificações na forma urbana**. Recife : dissertação de mestrado - MDU/UFPE, 2010.
- SOUZA FILHO, Jucelino José de. **Avaliação do ruído urbano na cidade de Campo Grande/MS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em tecnologias Ambientais - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.
- ZANNIN, Paulo H. T. et al. **Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR**. São Paulo: Rev. Saúde Pública 36(4):521-4, 2002.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/UFPE). Como também aos estudantes de graduação em Arquitetura e Urbanismo/UFPE: Amanda Benevides, Ana Beatriz Melo, Ana Carolina Albuquerque, Bruno Bihum, Danilo Bacovis, Gustavo Vianna, Julia Medeiros, Karoline Lima, Laysa Monteiro, Marcondes Ricartes, Marianna Azevedo, Otávio Pereira e Patricia Palmeira, além do publicitário Thiago Tenório e do engenheiro cartógrafo Fábio André Ferreira dos Santos, que auxiliaram nas medições e na produção das tabelas.