

Mapas de ruído: histórico e levantamento da atual produção brasileira

Brasileiro, T. C.¹; Alves, L. R.²; Florêncio, D. N. P.³; Araújo, V. M. D.⁴; Araújo, B. C. D.⁵

¹⁻⁵ Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, tamarisbrasileiro@gmail.com, luciana_ralves@hotmail.com, deboranpinto@gmail.com, virginiamdaraujo@gmail.com, dantasbianca@gmail.com

Resumo

O mapeamento do ruído é uma ferramenta de análise acústica do espaço urbano adequada ao estudo da poluição sonora, pois permite a localização dos principais pontos críticos de ruído de uma determinada área e tem como objetivo o controle, a melhoria e a preservação da qualidade sonora. No Brasil essa ferramenta ainda é pouco utilizada, devido à inexistência de leis nacionais e normas técnicas que a tornem obrigatória. Esse artigo tem como objetivo reunir os dados sobre os mapas de ruído existentes no Brasil, como forma de possibilitar a criação futura de leis ou normas para a construção de mapas com uma linguagem única que permita realizar comparações entre cidades e estabelecer formas de gestão de ruído ambiental integradas. Para realizar o levantamento dos mapas elaborados no Brasil, foram coletados, nas bases de pesquisas nacionais (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações — BDTD e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES), nos anais de eventos de conforto ambiental e acústica, e nos sites das prefeituras e secretarias de estado, os trabalhos desenvolvidos sobre o tema. Esse artigo apresenta, em ordem cronológica, os mapas realizados em trabalhos acadêmicos e estudos em órgãos públicos. A maioria dos mapas refere-se ao ruído de tráfego. No entanto, outros tipos de mapeamentos podem ser realizados, a exemplo da espacialização de denúncias de poluição sonora.

Palavras-chave: mapa de ruído, acústica ambiental, ruído de tráfego, mapa acústico, poluição sonora.

PACS: 43.50.-x, 43.50.Ki, 43.50.Lj, 43.50.Qp.

Noise maps: history and survey of current Brazilian production

Abstract

The noise mapping is a tool for acoustic analysis of the urban space suitable for the study of noise pollution, as it allows the location of the main critical noise points of a certain area and aims to control, improve and preserve the quality of sound. In Brazil this tool still sees little used due to the lack of national laws and technical standards that make it mandatory. This paper aims to systematize the data on noise maps existing in Brazil, as a way to enable the future creation of laws or standards for the construction of maps with a single language that allows comparisons between cities and to establish forms of integrated environmental noise management. In order to survey the maps produced in Brazil, they were collected from national research data bases (Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations - BDTD and Higher Education Personnel Improvement Coordination - CAPES), in the proceedings of events and on the websites of city halls. This article presents, in chronological order, the maps made in academic works and studies in public agencies. Most maps refer to traffic noise. However, other types of mappings can be performed, such as the spatialization of noise pollution reports.

Keywords: noise map, environmental acoustics, traffic noise, acoustic map, noise pollution.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades, atrelado ao aumento do número de rodovias urbanas, resulta no aparecimento de fontes de ruído capazes de gerar grande dano à população. Essas fontes, quando em excesso, resultam no aparecimento da chamada poluição sonora [1]. Este tipo de poluição já é considerado, pela Organização Mundial de Saúde - OMS, a segunda causa de poluição no mundo, perdendo apenas para a poluição do ar [2].

Como exemplo dos danos causados à saúde das pessoas, tem-se a perda parcial ou total da audição; problemas cardiovasculares e respiratórios. Além disso, pode gerar sensações generalizadas de fadiga e depressão. As repercussões na saúde e maneiras de estabelecer controles têm sido objeto de crescentes estudos e de preocupações no campo da saúde pública, da fisiologia, da acústica e da engenharia [3,4].

O ruído urbano é decorrente da combinação entre as diferentes fontes sonoras, a exemplo do ruído proveniente de fábricas e de veículos automotivos, como carros, motos, caminhões, ônibus, trens e aviões [5]. 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 resultantes dos congestionamentos, além dos enormes custos envolvidos em se lidar com o problema da maneira convencional, ou seja, construindo mais vias [6].

Uma das ferramentas disponíveis para auxiliar o planejamento urbano das cidades e combater a poluição sonora é o mapa sonoro. Também denominado mapa de ruído ou carta do som, o mapa sonoro é a representação geográfica do ruído emitido nas cidades, por meio das curvas isofônicas [7–10].

Os mapas sonoros podem representar uma situação acústica existente, passada ou prevista [7–11]. Desta forma, enquanto o mapeamento

sonoro analisa o cenário acústico com base nos dados coletados em campo, a predição sonora possibilita uma previsão do ruído, com base em cálculos matemáticos, mediante a elaboração de cenários sonoros hipotéticos [12,13].

Além dos mapas sonoros, apresentam-se os mapas de conflito, que associam a classificação de zonas sensíveis e mistas aos níveis sonoros. Ambos os mapas podem ser utilizados para diversos fins, como, por exemplo: identificar as principais fontes de ruído urbano, como, por exemplo, o ruído de tráfego ou promovido por eventos ao ar livre; demonstrar a propagação de ruído no meio ambiente; como base para a elaboração de políticas públicas de controle de ruído considerando o custo-benefício das ações; ajudar a desenvolver ações de punição no nível regional e nacional para reduzir a emissão de energia sonora [7,14,15].

A Agência Portuguesa do Ambiente afirma que o mapa sonoro é uma ferramenta que tem como principal atribuição o apoio à decisão sobre o planejamento e ordenamento do território, permitindo a visualização de condicionantes espaciais voltados à qualidade acústica. Deve-se, portanto, ser utilizado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação [7].

O ano de 1929 foi marcado pela origem dos estudos sobre ruído de tráfego, em Barkausen na Alemanha, e no ano seguinte, em 1930, foi realizado um estudo do ruído de tráfego em Frankfurt. Em 1932 iniciaram-se os estudos em Berlim, na Alemanha, e em 1938 foi realizado o primeiro mapa de ruído por meio de medições em 260 pontos. De 1942 a 1957, Leed e Bonvallet estudaram o ruído na cidade de Chicago. Em 1956 deu-se início a elaboração de diversas pesquisas no mundo sobre o ruído de tráfego [16].

Como forma de aumentar a qualidade acústica das cidades europeias, o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia instituíram, em 25 de junho de 2002, a Diretiva Europeia 2002/49/CE [17]. Essa Diretiva define “uma

abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir, numa base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente, incluindo o incômodo dela decorrente” [17]. Desta forma, os países e cidades deveriam se responsabilizar pelo controle do ruído ambiental de suas respectivas áreas [18].

Para atingir os objetivos propostos, a Diretiva exigiu que os aglomerados com mais de 250.000 habitantes elaborassem, até 30 de junho de 2012, seus mapas de ruído. Com base nos resultados encontrados nos mapas, os aglomerados deveriam estabelecer, até 18 de julho de 2013, planos de ação para a mitigação do ruído urbano em excesso, especialmente níveis que pudessem trazer efeitos negativos à população [17].

A Diretiva forneceu instrumentos para o desenvolvimento de medidas comunitárias de redução do ruído emitido pelas principais fontes sonoras [19,20]. Destaca-se que as indicações expostas na Diretiva se aplicam ao ruído ambiental em que os seres humanos estão expostos, especialmente em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído [17].

Como consequência da Diretiva Europeia, foram desenvolvidos diversos modelos computacionais capazes de representar as fontes sonoras que se propagam no espaço urbano, em especial o ruído de tráfego rodoviário, ferroviário e aeronáutico. Além disso, muitas cidades e municípios tomaram medidas para reduzir a poluição sonora, incluindo a redução da velocidade máxima permitida em estradas com uso frequente [19,20].

No Brasil essas ferramentas ainda são pouco utilizadas, em virtude da inexistência de leis nacionais e normas técnicas que tornem obrigatória a elaboração dos mapas. Algumas iniciativas começaram a ser criadas individualmente, por meio de pesquisas e aplicações no poder público e na academia,

assim como no âmbito privado, com o uso de mapas pontuais para projetos de loteamento e edificações isoladas [21]. Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo geral reunir os dados sobre os mapas sonoros existentes no Brasil, como forma de possibilitar a criação futura de leis ou normas para a construção de mapas com uma linguagem única que permita realizar comparações entre cidades e estabelecer formas de gestão de ruído ambiental integradas.

2. DESENVOLVIMENTO

Para elaboração do mapa com a localização dos mapas sonoros no Brasil, foram coletados, nas bases de pesquisas nacionais (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações — BDTD — e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES), nos anais de eventos nacionais sobre Conforto no Ambiente Construído (ENCAC), encontros da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) e nos sites das prefeituras e secretarias de estado, os trabalhos desenvolvidos sobre o tema. Este artigo apresenta, em ordem cronológica, os mapas sonoros realizados através de dissertações, teses e estudos em órgãos públicos. Por fim, foram realizadas análises das metodologias adotadas na elaboração dos mapas sonoros existentes no Brasil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em geral, os mapas de ruído representam por meio das curvas isofônicas os níveis de pressão sonora resultantes em determinada área da cidade, podendo representar uma cidade, um bairro ou determinado recorte urbano. Contudo, os *software* acústicos podem elaborar mapas com outras finalidades, a exemplo da representação espacial das denúncias de poluição sonora. Sendo assim, são abordados nesse tópico os mapas existentes no Brasil, desenvolvidos a partir de 2002.

3.1 Mapas acústicos elaborados no Brasil

No Brasil, ainda é reduzido o número de municípios cujo mapa de ruído já foi elaborado ou está em desenvolvimento. Destaca-se que a primeira cidade a ser mapeada no Brasil foi Belém, no estado do Pará, por iniciativa da Prefeitura (Figura 1). A primeira etapa da elaboração do mapa foi desenvolvida entre 2002 e 2004, representando, por meio do *software* Predictor-LimA, os níveis sonoros de 18 distritos da cidade. Posteriormente, foi realizada a atualização do mapa inicial, passando a incluir toda a extensão da cidade. A metodologia utilizada para a elaboração do mapeamento de toda a cidade de Belém baseou-se na categorização das ruas, onde estas foram agrupadas de acordo com as características físicas, de tráfego e sonora em comum. A utilização desse método tornou o processo mais prático e eficiente, uma vez que exigiu que uma menor quantidade de medições fosse realizada. Os resultados demonstram que houve pequena diferença entre os níveis sonoros medidos em campo e os calculados pelo programa [22].

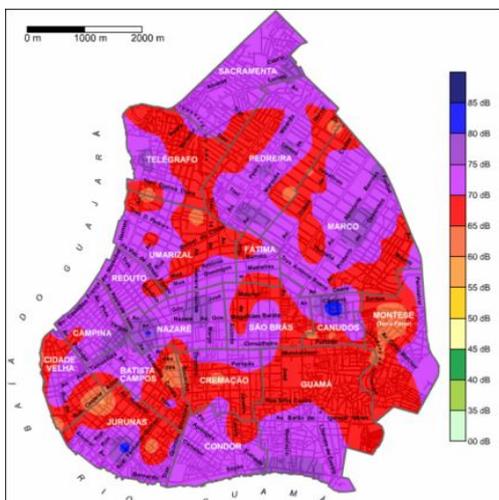


Figura 1: Mapa sonoro da cidade de Belém/PA para o intervalo entre 17 e 18h [22].

O segundo mapa elaborado no Brasil foi o da cidade de Fortaleza, no estado do Ceará (Figura 2). O projeto foi criado pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) em conjunto com a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) e intitulado como

“Tolerância Zero em Fortaleza” ou, simplesmente, “Carta Acústica de Fortaleza”. O projeto foi elaborado pelo especialista em acústica urbana, o português Dr. Jose Luis Bento Coelho, e coordenado pelo fiscal municipal de Fortaleza, Francisco Aurélio Chaves de Brito. Na elaboração da Carta Acústica de Fortaleza foram criados cenários diurno e noturno, por meio do *software* acústico CadnaA. As informações contidas nas Cartas auxiliam no Plano Diretor Municipal de Fortaleza e servem como base para a tomada de decisões quanto às estratégias de intervenção e/ou políticas legislativas para redução da poluição sonora [14].



Figura 2: Recorte da Carta acústica de Fortaleza/CE no período diurno [14].

Em 2003 foi realizado, em uma dissertação de mestrado, o mapeamento sonoro de uma fração da cidade de Porto Alegre com base na coleta dos níveis de pressão sonora em 14 pontos distribuídos em toda a cidade, com monitoramento com duração de 24h em um dia típico da semana. Os dados foram processados no *software* Virtual Sound Instrument. Os pontos foram estabelecidos com base nas distintas características, a exemplo da densidade, população e fluxo de veículos [23].

Em 2005, em uma dissertação de mestrado, verificou-se a relação entre as fontes sonoras e a forma urbana, utilizando como estudo de caso o bairro Jardins na cidade de Aracajú, em Sergipe (Figura 3). Realizaram-se simulações computacionais no *software* SoundPLAN representando o mapeamento do cenário atual

e a predição sonora de cenários hipotéticos. Os resultados encontrados comprovaram que as características físicas da forma urbana influenciam na propagação sonora ao ar livre [1].

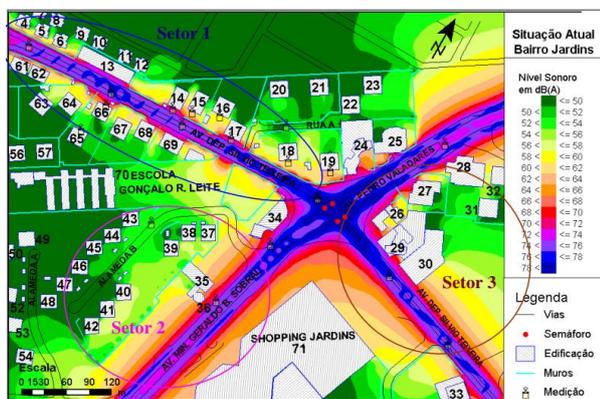


Figura 3: Recorte do Mapa sonoro do bairro Jardins, em Aracaju/SE [1].

A dissertação desenvolvida por Barretto [24], em 2007, estudou, por meio da predição sonora, o impacto sonoro gerado pelo metrô de Salvador/BA e seu reflexo na saúde da população. A produção dos mapas foi feita com auxílio da ferramenta GIS “Spring”. As simulações mostraram que a implantação do metrô causará impactos na população que mora ou trabalha nas regiões lindeiras.

Nardi [25] desenvolveu em 2008, em sua dissertação de mestrado, o mapeamento sonoro da área central de Florianópolis. Por meio da análise dos mapas acústicos elaborados no *software* SoundPLAN foi possível identificar diversos pontos críticos de ruído na área objeto de estudo.

Mendonça [26] analisou em sua dissertação de mestrado, em 2009, o ruído rodoviário de uma via com grande fluxo de veículos, na cidade de Santa Maria/RS, caracterizada pela presença de edificações voltadas ao uso misto. Por meio da contagem do fluxo de veículos e das medições sonoras realizadas em dois pontos da via, em dias de semana e finais de semana, constatou-se que o ruído emitido nessa via apresenta níveis sonoros elevados especialmente no final da tarde.

Giovanelli Neto [27] avaliou, em 2010, em sua dissertação de mestrado a extensão do impacto sonoro produzido pelas aeronaves em circulação no Aeroporto de São José dos Campos (São José dos Campos/SP) e o conforto acústico da população inserida na área de influência (Figura 4). Constatou-se que o ruído emitido nessa área apresenta níveis sonoros elevados e que o Plano de Zoneamento de Ruído do Aeroporto precisa de atualização nos limites de ruído para atender o nível de conforto da população.

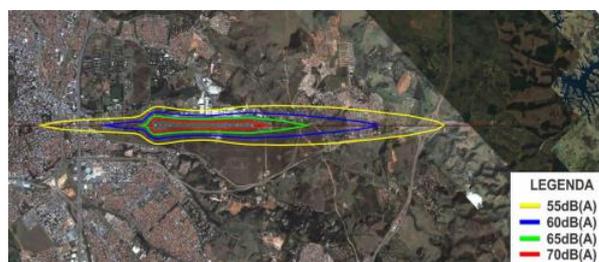


Figura 4: Mapa sonoro de influência do Aeroporto de São José dos Campos/SP [27].

Também em 2010, Souza [28] analisou em sua dissertação de mestrado o comportamento sonoro urbano de uma parcela urbana a partir de modificações cronológicas de sua forma. Para tal, utilizou como estudo de caso o loteamento 3º Jardim de Boa Viagem, em Recife/PE. Por meio da análise dos mapas sonoros elaborados no *software* Predictor-limA, concluiu que as modificações físicas urbanas interferem no aumento ou diminuição dos níveis sonoros urbanos.

Cantieri *et al.* [29] elaboraram, em 2010 por iniciativa acadêmica, o mapa sonoro da área central de Curitiba/PR. Para tal, realizaram medições sonoras em horários considerados de pico, com duração de duas horas (17 às 19h), em 55 pontos posicionados nos cruzamentos entre as avenidas. Destaca-se que os mapas foram realizados manualmente, sem auxílio de *software* computacional. Com os resultados foi possível concluir que os níveis sonoros presentes na área estão acima dos valores estabelecidos pelas normas vigentes.

Balzan [30], em 2011, avaliou em sua dissertação de mestrado o ruído de tráfego em

Chapecó/ SC, realizando medições nos horários de pico (períodos matutino e vespertino) e, posteriormente, o mapeamento desses dados. Destaca-se que os mapas foram representados manualmente, sem auxílio de *software* de simulação. Os resultados mostraram que o ruído local apresenta índices em desconformidade com a norma vigente.

A dissertação de mestrado desenvolvida em 2012 por Souza [20] avaliou o ruído de tráfego rodoviário do bairro Imbuí, em Salvador/BA, por meio da análise de mapas sonoros elaborados no *software* CadnaA (Figura 5). A pesquisa visou o incentivo da elaboração do mapeamento de toda a cidade de Salvador/BA.

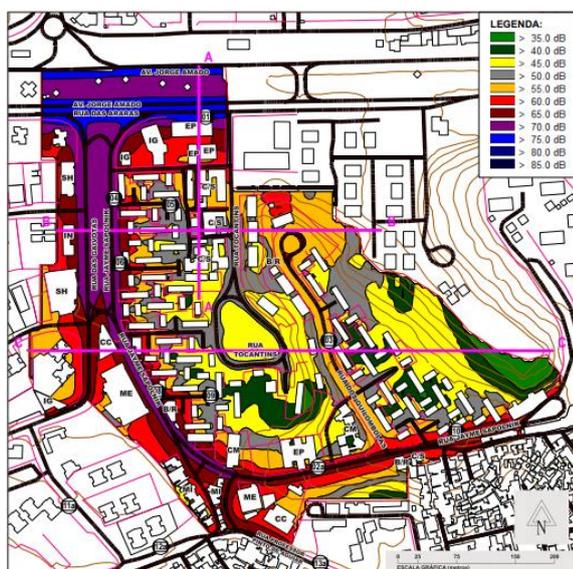


Figura 5: Mapa sonoro do bairro Imbuí, em Salvador/BA, período diurno [20].

Em 2013, Cortês [31] avaliou, em sua tese de doutorado, a influência da morfologia urbana na qualidade acústica do ambiente construído tendo como estudo de caso o bairro de Petrópolis, em Natal, Rio Grande do Norte. Para tal, elaborou mapas no *software* SoundPLAN. Os resultados demonstraram que os níveis sonoros no bairro estão acima dos valores recomendados pelas normas, especialmente nas vias arteriais, e que esse problema tende a se agravar em virtude da verticalização.

Pinto [13] avaliou, em 2013, em sua dissertação de mestrado os impactos sonoros

causados pelas obras de mobilidade urbana decorrentes da Copa de 2014 na cidade do Natal/RN. Foram elaborados mapas no *software* SoundPLAN referentes ao ano de 2012 (Figura 6) e mapas referentes à predição para o ano de 2017. Concluiu que os níveis sonoros em 2017 tendem a diminuir devido às obras de mobilidade, uma vez que o tráfego de veículos se tornará mais constante.

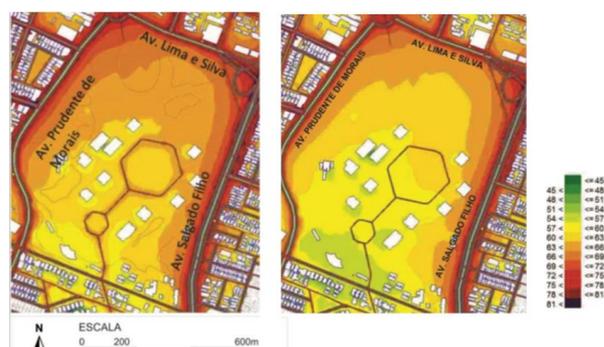


Figura 6: Mapa sonoro de parte do bairro Lagoa Nova, em Natal/RN, períodos diurno e noturno [13].

Oliveira Filho [32], em 2014, avaliou em sua dissertação de mestrado o isolamento acústico de fachadas de edifícios localizados na cidade de Curitiba/PR, por meio de mapas acústicos desenvolvidos no *software* Predictor-limA. Constatou que as edificações apresentam déficit quanto ao isolamento acústico em virtude de imperfeições construtivas e uso de materiais inadequados.

Vianna [33] avaliou em sua tese de doutorado, em 2014, a relação existente entre ruído urbano e seus efeitos na saúde da população, por meio da elaboração de mapas acústicos no *software* Predictor-limA e aplicação de questionários com a população de São Paulo. Concluiu que quanto maior o ruído emitido na área, especialmente o de tráfego rodoviário, maior o incômodo da população e diminuição da qualidade do sono.

Ainda em 2014, Navarro [34] analisou em sua dissertação de mestrado a interferência da morfologia urbana e do projeto arquitetônico na paisagem sonora urbana, tendo como estudo de caso a área de influência da Rua Oscar Freire, em São Paulo/SP. Para tal, foram

realizados mapas sonoros no *software* Predictor-limA.

Em 2016 foi elaborada uma pesquisa acadêmica que teve como objetivo a análise dos diferentes cenários acústicos resultantes da propagação do ruído de tráfego rodoviário. Para tal, foram elaborados mapas sonoros no *software* SoundPLAN de três bairros da cidade do Rio de Janeiro/RJ: Copacabana, Botafogo e Barra da Tijuca [35].

Em 2017, Brasileiro [36] desenvolveu em sua dissertação de mestrado o mapeamento sonoro do bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB. A pesquisa desenvolveu, no *software* SoundPLAN, o mapeamento do ruído de tráfego de um bairro urbano na cidade de João Pessoa/PB próximo a uma rodovia de alto fluxo de veículos e indicou diretrizes acústicas de planejamento urbano para atenuação dos níveis sonoros em excesso (Figura 7). A metodologia adotada baseou-se na coleta dos dados morfológicos, de tráfego e acústicos da área objeto de estudo. Esses dados foram tratados em um programa de georreferenciamento (QGIS) e, em seguida, inseridos no SoundPLAN.



Figura 7: Mapa sonoro do bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB [36].

Brasileiro et al. [37] desenvolveram, por pesquisas acadêmicas, os mapas acústicos dos principais *campi* da Universidade Federal da Paraíba (Figura 8) e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Figura 9). A metodologia baseou-se na coleta dos dados

morfológicos, de tráfego e acústicos. Os mapas foram realizados no *software* acústico SoundPLAN.



Figura 8: Mapa sonoro do campus da UFPB, em João Pessoa/PB, período matutino [37].



Figura 9: Mapa sonoro do campus da UFRN em Natal/RN, período matutino [37].

Em 2016, foi sancionada pela Prefeitura da Cidade de São Paulo a Lei 16.499/2016 [39]. Essa Lei, de autoria dos vereadores Andrea Matarazzo e Aurélio Nomura, define a obrigatoriedade, com estabelecimento de prazos e metas, da elaboração do mapa sonoro de toda a cidade de São Paulo.

O objetivo é que a leitura dos mapas permita identificação de áreas prioritárias para atenuação do nível sonoro e preservação das zonas com níveis de ruído apropriados. O mapa piloto da cidade de São Paulo foi elaborado e apresentado no INAD, - Dia Internacional da Conscientização sobre o Ruído -, de 2018 em São Paulo (Figuras 10 e 11) [57].



Figura 10: Mapa de ruído urbano piloto de São Paulo, diurno [57].



Figura 11: Mapa de ruído urbano piloto de São Paulo, noturno [57].

Em 2018, Florêncio [21] realizou o mapeamento sonoro de Natal/RN (Figura 12). Os procedimentos metodológicos consistiram na coleta e análise dos dados de tráfego, acústicos e mapas dos condicionantes físico-ambientais. O mapa sonoro foi processado através do *software* SoundPLAN com base na categorização das vias arteriais, coletoras e locais.

Guilherme [38] desenvolveu sua dissertação de mestrado sobre o mapeamento da área central da cidade de Sinop/MT em 2018. Os mapas foram realizados no *software* Predictor-limA e

como resultado, a autora avaliou a exposição da população ao ruído de tráfego e estabeleceu considerações para redução da poluição sonora local.

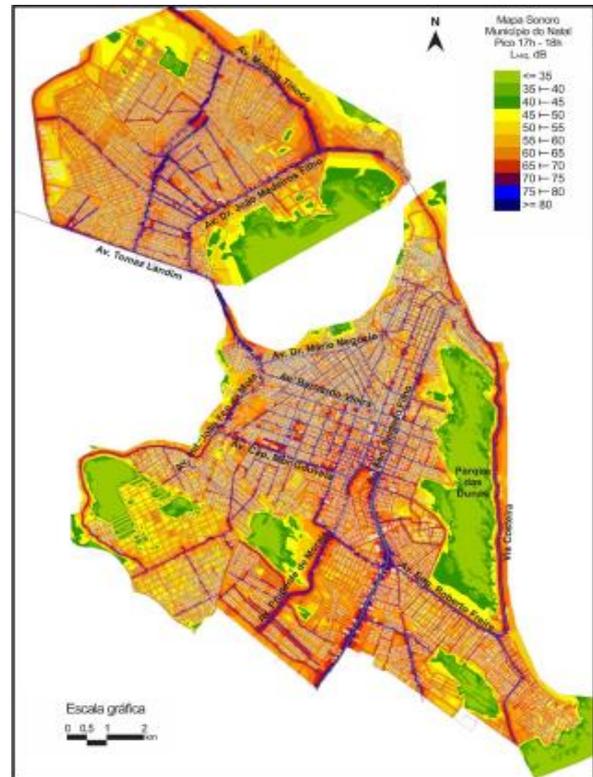


Figura 12: Mapa sonoro da cidade de Natal/RN [21].

Vasconcelos *et al.* [40] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas em 2018, o mapeamento sonoro da principal avenida da cidade de Arapiraca, em Alagoas, localizada no bairro do Centro. A coleta de dados baseou-se na modulação de pontos de medição, onde foi posicionado um ponto no centro de cada quadra ao longo da extensão da via, totalizando oito pontos de coleta de dados. Os dados foram compilados e inseridos no *software* acústico SoundPLAN e, em seguida, elaborados os mapas.

Fernandes *et al.* [41] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas em 2018, o mapa sonoro do corredor cultural do bairro da Lapa, no Rio de Janeiro/ RJ. Para tal, realizaram a coleta de dados em sete pontos de medição e, em seguida, elaboraram os mapas sonoros no *software* acústico SoundPLAN. Para facilitar o entendimento da metodologia adotada, foram

listados os parâmetros de simulação utilizados para a confecção dos mapas, a exemplo dos módulos gráficos (Grid Noise Map), altura dos mapas (1,20 acima do solo), número de reflexões (3), índice calculado (LAeq), critério de cálculo (RLS 90), índice de avaliação (NBR 10151/2000, lei 3268/2001) e altura do corte (20 m). A área objeto de estudo contém bares que funcionam no período noturno e, por esse motivo, foram elaborados mapas correspondentes a três cenários sonoros: a) mapa considerando apenas o ruído de tráfego; b) mapa considerando o ruído de tráfego e dos bares; c) mapa considerando apenas o ruído dos bares.

Costa *et al.* [42], elaboraram, também em 2018, por meio de pesquisas acadêmicas, o mapa sonoro representando o ruído aeronáutico do Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro/ RJ. A metodologia foi baseada em simulações de curvas de ruído na métrica acústica DNL (day-night level) com uso do *software* INM 7.0d. Os dados de entrada necessários para as simulações foram fornecidos pela INFRAERO para o ano de 2016. Com as curvas de ruído foram elaborados mapas acústicos com auxílio do *software* QGIS 2.18. Também foi determinada a população exposta ao ruído aeroviário em diferentes curvas de ruído.

Ainda em 2018, Amarilla *et al.* [43] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas, o mapa sonoro de um Campus Universitário na cidade de Curitiba/ Paraná. Foram distribuídos vinte e dois pontos para a coleta de dados na área objeto de estudo e, em seguida, os dados foram compilados e inseridos no *software* acústico SoundPLAN, para elaboração dos mapas. Visto que os níveis sonoros encontrados na área estavam em desconformidade com a norma vigente, também realizaram o mapa sonoro do cenário contendo barreira acústica.

Oliveira e Nunes [44] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas, em 2018, o mapa sonoro pontual do Campus Gama da Universidade de Brasília (UnB), em Brasília/DF. Como metodologia optaram pela

aplicação de questionários, para avaliação qualitativa, e medição em vinte e três pontos distribuídos no Campus.

Vaidotas e Belderrain [45] elaboraram o mapa sonoro da caracterização do ruído de uma mineradora localizada no interior do estado de São Paulo em 2018. Foram criados três cenários sonoros distintos: a) mineração na Cava, apenas os equipamentos relacionados a atividades de mineração operando; b) transporte de minérios, apenas o transporte de minérios operando; e c) mineração mais transporte, com os equipamentos e transportes operando simultaneamente. Destaca-se que esse trabalho foi realizado pela iniciativa privada.

Zanoni e Cardoso [46] elaboraram, em 2018, por meio de pesquisas acadêmicas, o mapa sonoro do impacto da via férrea localizada na cidade de São Carlos, São Paulo. A área objeto de estudo compreendeu, aproximadamente, seis quilômetros de extensão e os mapas foram elaborados no *software* acústico CadnaA. Foi seguida a metodologia Shall-03 e, para a calibração do modelo, foi realizado o monitoramento do ruído aproximadamente por 48 horas, em um ponto localizado próximo à rodovia.

Garavelli *et al.* [10] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas, o mapa sonoro de um recorte urbano localizado na cidade de Águas Claras, no Distrito Federal, em 2018. A metodologia baseou-se na coleta dos dados de tráfego e na determinação dos percentuais de pessoas incomodadas. Os mapas foram elaborados no *software* acústico SoundPLAN.

Ainda no ano de 2018, Santos *et al.* [47] desenvolveram, por meio de pesquisas acadêmicas, uma metodologia para estimar o ruído e a construção de um mapa acústico para a cidade de São Luís/MA utilizando geotecnologias. A metodologia baseou-se na utilização de imagens de satélite georreferenciadas, onde foram inseridos os dados do ruído medido nos pontos escolhidos correlacionando-os aos índices de vegetação.

A partir deste modelo construíram o mapa acústico para a cidade.

Brasileiro *et al.* [48] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas, o estudo piloto do mapa de ruído de tráfego veicular da área de influência de uma das principais rodovias do Brasil, a Rodovia Transamazônica BR 230 em 2018. A pesquisa tem como objetivo principal avaliar o impacto do ruído de tráfego veicular da Rodovia Transamazônica (BR 230) na região metropolitana de João Pessoa/PB. Os mapas foram elaborados no *software* SoundPLAN.

Buffon *et al.* [49] elaboraram, por meio de pesquisas acadêmicas em 2019, o mapa de ruído da cidade de Cárceres/MT. Esse mapeamento serviu de base para análise e inserção das variáveis acústicas na atualização do Plano Diretor da cidade. O trabalho permitiu o estabelecimento de diretrizes para o planejamento urbano.

Fernandes *et al.* [50] desenvolveram, em 2019, por meio de pesquisas acadêmicas, uma pesquisa com aprofundamento na metodologia para elaboração de mapas de ruído. Como estudo de caso, realizaram os mapas de ruído do bairro do Altiplano, em João Pessoa/ PB.

Morais Junior *et al.* [51] desenvolveram, por meio de pesquisas acadêmicas em 2019, um estudo sobre a influência das variáveis ambientais no conforto térmico-acústico, tendo como estudo de caso o bairro de Capim Macio, em Natal/ RN.

Silva *et al.* [52] elaboraram, em 2019, por meio de pesquisas acadêmicas, o mapeamento do ruído de tráfego do bairro do Bessa, localizado em João Pessoa. A metodologia adotada mostrou a importância de inserir os dados das fontes sonoras pontuais no mapa de ruído, mesmo sendo a escala bairro.

Ainda em 2019, Souza *et al.* [53] realizaram, por meio de pesquisas acadêmicas, um estudo comparativo entre duas rodovias brasileiras, a BR 230 e a BR 163, localizadas, respectivamente, nas cidades de Joao

Pessoa/PB e Sinop/MT. O principal aspecto observado na pesquisa foi a influência que as condicionantes físico-ambientais exercem na propagação do ruído de tráfego veicular.

3.2 Mapas de denúncias de poluição sonora

Brasileiro *et al.* [54] desenvolveram, em 2016, uma pesquisa cujo objetivo foi analisar a situação da cidade do João Pessoa/PB quanto à poluição sonora, entre os anos de 2012 e 2015, através do mapeamento das concentrações de denúncias realizadas pela população (Figura 13). A metodologia baseou-se na coleta dos dados de denúncia de poluição sonora nos órgãos públicos e, com auxílio do *Plug-in* MMQGIS no *software* QGIS, as denúncias foram pontualmente localizadas no mapa da cidade. Em seguida, esses dados foram exportados para o *software* acústico SoundPLAN, no qual foi gerado o mapeamento das concentrações de denúncias na cidade. A utilização deste *software* justificase pela representação gráfica de fácil legibilidade espacial.

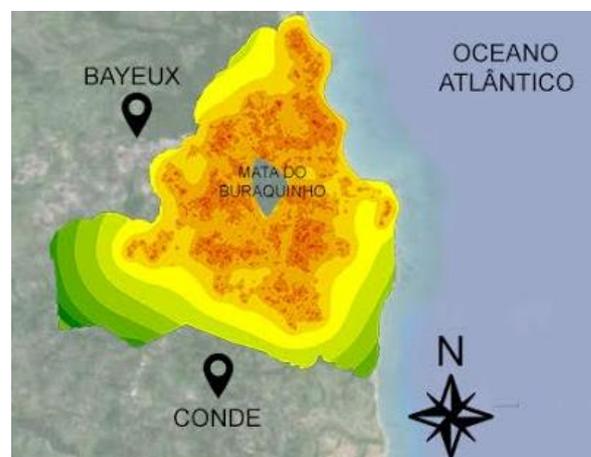


Figura 13: Mapa da concentração de denúncias de poluição sonora em João Pessoa/PB entre 2012 e 2015. As denúncias estão representadas na cor vermelha [54].

Alves *et al.* [55] desenvolveram, em 2016, o mapeamento da concentração das denúncias de poluição sonora na cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte (Figura 14). A pesquisa acadêmica adotou metodologia semelhante à adotada por Brasileiro *et al.* [54], a fim de mapear os locais da cidade com maior concentração de denúncias de poluição sonora realizadas pela comunidade.

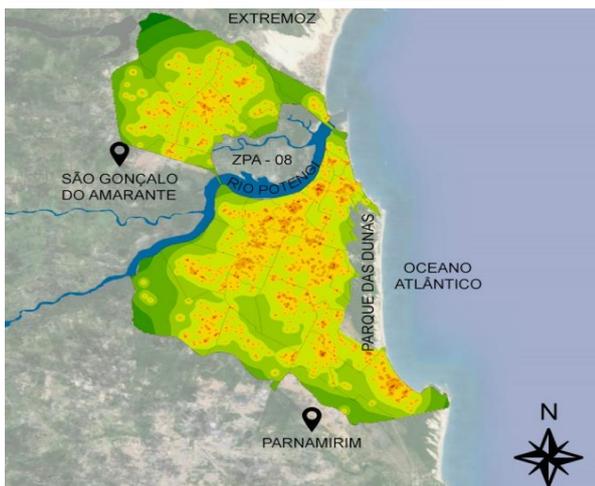


Figura 14: Mapa da concentração de denúncias de poluição sonora em Natal/RN entre 2012 e 2015. As denúncias estão representadas na cor vermelha [55].

mapeamento da concentração de denúncias de poluição sonora entre estas capitais e Maceió/AL (Figura 15), em 2016, por Alves *et al* [56].

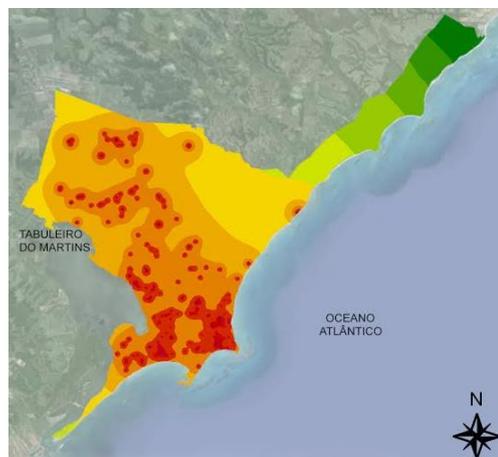


Figura 15: Mapa da concentração de denúncias de poluição sonora em Maceió/AL entre 2012 e 2015. As denúncias estão representadas na cor vermelha [56].

Com base nos mapeamentos descritos anteriormente, foi realizado o comparativo do

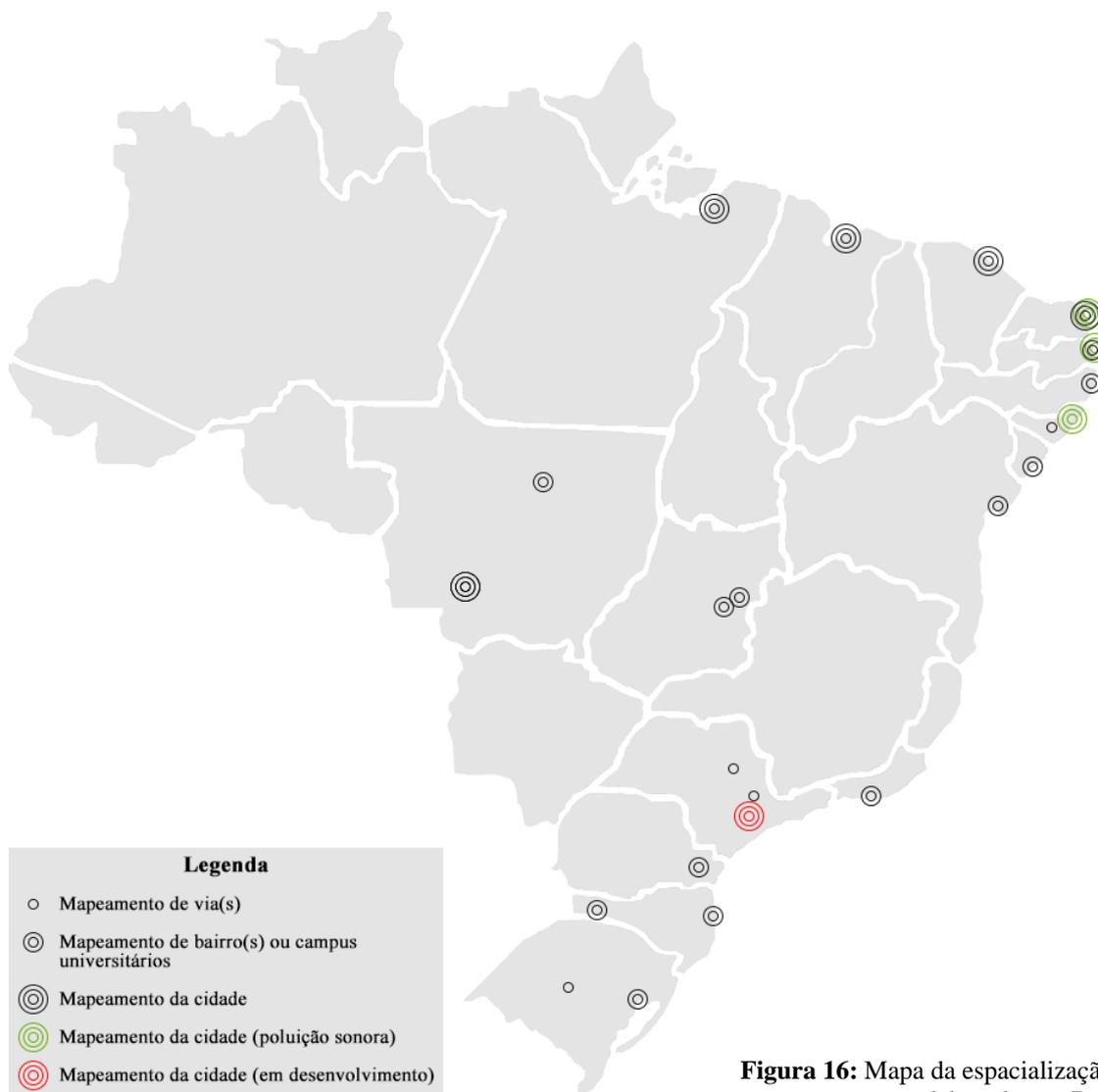


Figura 16: Mapa da espacialização dos mapas sonoros elaborados no Brasil.

3.3 Espacialização dos mapas sonoros elaborados no Brasil

Com base nos resultados encontrados, foi elaborado o mapa da espacialização dos mapas sonoros elaborados no Brasil (Figura 16). Para elaboração deste mapa o estudo de Vaidotas e Belderrain [45] foi desconsiderado, já que a localização da mineradora mapeada não foi descrita com precisão no artigo, não sendo possível mapeá-la. As cidades que possuem mapeamento da concentração das denúncias de poluição sonora e outros mapeamentos (com resultados publicados nos anais dos referidos eventos), como é o caso de Natal/RN e João Pessoa/PB, foram marcadas duplamente, a fim de determinar a existência desses dois tipos de mapeamento.

4. CONCLUSÕES

Ao realizar essa pesquisa observou-se que há divergências em relação a nomenclatura utilizada para os mapas que representam o ruído urbano. Em alguns trabalhos o termo utilizado foi “mapa acústico”, em outros “mapa sonoro” e ainda “mapa de ruído”. Até o momento não existe uma indicação/publicação que defina e classifique esses tipos de mapa. Por esse motivo, nessa pesquisa os dois termos foram utilizados como sinônimo.

O mapa sonoro pioneiro no Brasil foi realizado em 2002 na cidade de Belém/PA, por iniciativa do poder público. Em seguida, também com auxílio governamental, foi elaborado o mapeamento da cidade de Fortaleza/CE. Os anos seguintes foram marcados pela elaboração dos mapas sonoros nos meios acadêmicos, especialmente nos trabalhos de pós-graduação (dissertações e teses) nas áreas de arquitetura e urbanismo e engenharia civil. Afirma-se que os estudos de mapa sonoro no Brasil têm sido desenvolvidos mais nos meios acadêmicos do que por iniciativa do poder público, a exemplo das prefeituras.

No Brasil existem as cidades de Belém, Fortaleza, Natal e Cáceres com mapas sonoros municipais concluídos e a cidade de São Paulo, cujo mapeamento está em fase de elaboração.

No entanto, diversas outras cidades brasileiras apresentam o mapeamento de alguns bairros ou ruas isoladas. A concentração desses mapas acontece nas capitais do nordeste e sul do país.

Os mapas existentes no Brasil foram elaborados em *software* computacionais internacionais, a exemplo do SoundPlan, Predictor-limA e CadnaA. Percebe-se que são inexistentes programas nacionais de simulação acústica que possam representar a realidade nacional. Observou-se, também, que a metodologia adotada para a elaboração dos mapas foi semelhante em todos os trabalhos analisados, especialmente na etapa da coleta dos dados de tráfego e acústico. No entanto, a etapa referente à elaboração do banco de dados, que antecede a inserção dos dados nos *software* acústicos, não foi tão detalhada nos trabalhos. Destaca-se a existência dos programas de georreferenciamento, cujo intuito é otimizar o processo de elaboração dos mapas, tornando-o mais preciso.

Em relação ao processamento dos mapas, percebeu-se que poucos trabalhos elencaram os parâmetros de simulação utilizados para a confecção dos mapas, a exemplo do modelo de cálculo, número de reflexões, tamanho da malha, altura do corte, índice de avaliação, entre outros.

Dentro desse contexto, é notório o crescimento dos mapas sonoros como ferramenta de controle e combate ao ruído. Portanto, recomenda-se que sejam levantadas novas discussões sobre os desdobramentos do papel dos mapas no planejamento e gestão do ruído ambiental no país. Como exemplo, tem-se a criação de grupos de pesquisa e a implantação de futuras normas e leis para a construção de mapas com uma linguagem única que permita realizar comparações entre cidades e estabelecer formas de gestão de ruído ambiental integradas.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade

Federal do Rio Grande do Norte (PPGAU/UFRN) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. GUEDES, Italo Cesar Montalvão. **Influência da forma urbana em ambiente sonoro**: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE). 2005. 126 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258522>>.
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for community noise**. Londres, 1999. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>>.
3. CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica arquitetônica**. 2. Ed. Brasília: Thesaurus, 2010.
4. WEBER, N.; HAASE, D.; FRANK, U. Assessing modelled outdoor traffic-induced noise and air pollution around urban structures using the concept of landscape metrics. **Landscape and Urban Planning**, v. 125, p. 105–116, 2014.
5. BRÜEL & KJÆR. **Environmental noise**. Nærum: Brüel & Kjør Sound & Vibration Measurement A/S, 2000. Disponível em: <<https://www.bksv.com/media/doc/br1626.pdf>>
6. BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
7. AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTA-DACAR; GUEDES, Margarida; LEITE, Maria João. **Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído Versão 3**. Amadora: [s.n.], 2011.
8. LEE, S. W.; CHANG, S. I.; PARK, Y. M. Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea. **Applied Acoustics**, v. 69, n. 8, p. 704–714, 2008.
9. SUÁREZ, E.; BARROS, J. L. Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. **Science of the Total Environment**, v. 466–467, p. 539–546, 2014.
10. GARAVELLI, S.; ALI, M. Y.; CARDOSO, W. A. C.; MAROJA, A. A contaminação acústica em águas claras ao devido ao tráfego rodoviário. In: XXVIII ENCONTRO DA SOBRAC, 2018, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, GALOÁ, 2018.
11. SILVA, L. T.; MENDES, B.; RIBEIRO, P. **Plano de medidas para a melhoria da qualidade do ar e ruído em Guimarães, Fase I: Mapa de Ruído do Território de Guimarães**. Guimarães: [s.n.]. 2017. Disponível em: <https://www.cm-guimaraes.pt/cmguimaraes/uploads/document/file/13433/Mapa_de_Ruido_Guimaraes_Relatorio.pdf>.
12. GARAVELLI, S. L.; MORAES, A. C. M.; NASCIMENTO, J. R. R.; NASCIMENTO, P.; MAROJA, A. M. Mapa de ruído como ferramenta de gestão da poluição sonora: Estudo de caso de Águas Claras-DF. Actas do 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável - PLURIS. **Anais...** Faro: Universidade do Algarve, 2010.
13. PINTO, D. N. **Mapeamento acústico como ferramenta para predição de ruído urbano na área de influência do Estádio Arena das Dunas, Natal/RN**. 2013. 143 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.
14. BRITO, A. **Tolerância Zero em Fortaleza**. Fortaleza: Premium, 2013.
15. TSAI, K. T.; LIN, M. D.; CHEN, Y. H. Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. **Applied Acoustics**, v. 70, n. 7, p. 964–972, jul. 2009.
16. DEL CARLO, U. **Ruído urbano**. 1979. Tese (doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
17. UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. **Jornal Oficial**, n.45, I, 189, p. 12-26. 18 jul. 2002.
18. KAVAKITA, C. Y. **Medição do ruído de tráfego na rodovia SP 270 e avaliação da satisfação quanto ao conforto acústico de seus moradores**. 2008. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
19. HINTZSCHE, M.; HEINRICH, E. Noise action planning in Germany. 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016, Buenos Aires - Argentina. **Proceedings...** 2016.
20. SOUZA, D. F. M. DE. **Mapeamento acústico do ruído de tráfego rodoviário do bairro Imbuí, Salvador-BA**. 2012. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
21. FLORÊNCIO, D. N. P. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN**. 2018. Tese (doutorado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
22. MORAES, E; SIMÓN, F, GUIMARÃES, L; MORENO, A. Modelling the urban noise of the city of Belém (Brasil). Proceedings of 19th International Congress on Acoustics. **Anais...**Madrid: Sociedad Española de Acústica, 2007.

23. MAIA, M. A. L. **Contribuição ao mapeamento ao ruído urbano de Porto Alegre**. 2003. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 2003.
24. BARRETTO, D. M. **Impacto sonoro da implantação do metrô de Salvador em edificações adjacentes, considerando os reflexos na saúde**. 2007. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
25. NARDI, A. S. L. V. **Mapeamento sonoro em ambiente urbano: estudo de caso: área central de Florianópolis**. 2008. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
26. MENDONÇA, Elizeu Carneiro de. **Ruído em Santa Maria – RS: a contribuição do tráfego veicular em área mista (Residencial/ Comercial)**. 2009. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
27. GIOVANELLI NETO, A. **Análise do ruído aeronáutico no entorno do aeroporto de São José dos Campos**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, 2010.
28. SOUZA, R. B. E. DE. **O som nosso de cada dia: Análise do comportamento da acústica urbana a partir de modificações na forma urbana**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
29. CANTIERI, E, CATAL, R.E. ; AGNOLETTO, R.A. **Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba - PR. Revista Produção Online**, v. 10, n. 1, 5 mar. 2010.
30. BALZAN, K. L. **Avaliação do ruído de tráfego veicular em área central de Chapecó – SC**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
31. CORTÊS, M. M. **Morfologia e qualidade acústica do ambiente construído: Estudo de caso em Petrópolis, Natal/ RN**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
32. OLIVEIRA FILHO, M. V. M. de. **Ruído ambiental: avaliação acústica de edificações em Curitiba – PR**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, 2014.
33. VIANNA, K. M. DE P. **Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde da população**. 2014. Tese (doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2014.
34. NAVARRO, W. C. K. **Estudo da paisagem sonora no projeto arquitetônico e no urbanismo**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2014.
35. ROCHA, R. B.; FERNANDES, W. C.; NIEMEYER, M. L.; CORTÊS, M. M.; AGUIAR, F. M. **Simulação acústica de ruído de tráfego em três configurações urbanas**. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável: Pluris: contrastes, contradições, complexidades: desafios urbanos no Século XXI. **Anais...** Maceió: Viva Editora, 2016.
36. BRASILEIRO, T. da C. **Mapeamento Sonoro: Estudo do Ruído Urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
37. BRASILEIRO, T. C.; FLORÊNCIO, D. N. P.; ALVES, L. R.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D. **Mapeamento acústico de dois campus universitários do nordeste brasileiro como ferramenta para planejamento urbano**. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2017.
38. GUILHERME, P. M. G. **Exposição da população ao ruído: considerações para a cidade de Sinop-MT**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá, 2018.
39. BRASIL. Câmara Municipal 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. 2016.
40. VASCONCELOS, D. B.; BRASILEIRO, T. C.; ARAÚJO, B. C. D.; NUNES, A. M. L. A.; SILVA, M. F. da; ALVES JÚNIOR, J. **Mapeamento acústico: análise do ruído urbano no bairro do Centro em Arapiraca-AL**. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018.
41. FERNANDES, W. C.; NIEMEYER, L.; FAGERLANDE, G. **Mapeamento sonoro como ferramenta para análise do ambiente sonoro no Corredor Cultural do bairro da Lapa, Rio de Janeiro**. XXVIII Encontro da SOBRAC. **Anais...** Porto Alegre: GALOÁ, 2018.
42. COSTA, J. A. C.; CARVALHO JUNIOR, E. B. de; GARAVELLI, S. **Impacto ambiental sonoro decorrente da operação de aeronaves no aeroporto de Santos Dumont – Rio de Janeiro**. XXVII Encontro da

Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018.

43. AMARILLA, R. S. D.; AVELAR, M.; RIBEIRO, R. S.; CATAI, R. S.; SOUSA, R. P.; MATOSKI, A.; Modelagem Acústica: Processo de avaliação de poluição sonora em um campus universitário na cidade de Curitiba - Paraná. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018

44. OLIVEIRA, A. L. de; NUNES, M. A. de A. Mapeamento acústico e avaliação do impacto do ruído de tráfego veicular no campus Gama – Universidade de Brasília. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018.

45. VAIDOTAS, R.; BELDERRAIN, M. L. R. Estudo de impacto sonoro ambiental de uma lavra a céu aberto. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018.

46. ZANONI, G. P.; CARDOSO, C. A. Estudo de ruído emitido pela via férrea na cidade de São Carlos – SP. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018.

47. SANTOS, D. R. dos; SILVA, S. F. S. da; SILVA, F. B.; VILLIS, P. Elaboração de um mapa acústico para a cidade de São Luís/MA utilizando geotecnologia. XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica SOBRAC, Porto Alegre. **Anais...** GALOÁ, 2018.

48. BRASILEIRO, T.; ARAÚJO, V.; ARAÚJO, B. Estudo piloto do mapa de ruído de tráfego veicular da área de influência da Rodovia Transamazônica (BR 230) na região metropolitana de João Pessoa/PB. XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa: 2019

49. BUFFON, I. C. T.; BORGES, E. F. T.; BRASILEIRO, T. DA C. Análise da inserção das variáveis acústicas como instrumentos de gestão urbana, estudo de caso: Cáceres-MT. XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa: 2019.

50. FERNANDES, R. P. L.; ROLIM, L. M. de A.; ANDRADE, J. V. L. de; BRASILEIRO, T. da C.; COSTA, J. M. da S. Metodologia para elaboração de mapas de ruído: Aplicação na escala bairro. 4º Congresso Nacional de Construção de Edifícios. **Anais...** João Pessoa: 2019.

51. MORAIS JÚNIOR, J. E. S. de; BRASILEIRO, T. da C.; MARQUES, D. L. A. M.; MAIA, E. Y. de M. M.; FELIX, J. R. B.; SILVA, M. C. de S. S.; SARMENTO, P. V. F. Forma urbana e condições de conforto termo-acústico: Estudo no bairro de Capim Macio em Natal/RN. Anais do XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-

Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa: 2019.

52. SILVA, N.; VIEIRA, S.; BRASILEIRO, T.; MORAIS, J. C.; ARAÚJO, B. ARAÚJO, V. Mapa do ruído de tráfego veicular no bairro do Bessa, em João Pessoa/PB. XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa: 2019.

53. SOUZA, A. C.; BRASILEIRO, T. C.; BORGES, E.; ARAUJO, B. C. D.; ARAÚJO, V. Influência das condicionantes físico-ambientais na propagação do ruído de tráfego rodoviário: Estudo comparativo entre as Rodovias BR 163 e BR 230. XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa: 2019.

54. BRASILEIRO, T. C.; ALVES, L. R.; ARAUJO, R. O.; FLORENCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAUJO, B. C. D. Concentration mapping of noise pollution complaints in João Pessoa/PB between 2012 and 2015. 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016, Buenos Aires - Argentina. **Proceedings...** 2016.

55. ALVES, L. R.; BRASILEIRO, T. C.; ARAUJO, R. O.; FLORENCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V.; ARAÚJO, B. Concentration mapping of noise pollution complaints in Natal/RN between 2012 and 2015. 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016, Buenos Aires - Argentina. **Proceedings...** 2016.

56. ALVES, L. R.; BRASILEIRO, T. C.; ARAUJO, R. O.; FLORENCIO, D. N. P.; FIRMINO, L.; ALMEIDA, C.; ALENCAR, B.; OITICICA, M. L. G. R.; ARAÚJO, V.; ARAÚJO, B. Comparison of noise pollution complaints concentration mapped in three capitals of Brazilian Northeast. 22nd International Congress on Acoustics ICA 2016, Buenos Aires - Argentina. **Proceedings...** 2016.

57. PROACÚSTICA (São Paulo). Associação Brasileira Para A Qualidade Acústica. **Mapa Piloto SP | Mapa de Ruído Urbano - INAD SP 2019**. 2018. Disponível em: <<http://www.mapaderuidosp.org.br/mapa-de-ruído/mapa-piloto-sp/>>. Acesso em: 22 dez. 2019.