XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

AVALIAÇÃO DO IMPACTO SONORO ATRAVÉS DE MAPAS ACÚSTICOS APÓS IMPLANTAÇÃO DE DOIS EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS

José Veríssimo (1); Ênio Góis (2); Marconi Mendonça (3); Pedro Gois (4); Silva Júnior (5); Angelo Just (6).

(1) Graduando em Engenharia Civil, victorpoliupe@gmail.com, Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Rua Hermano Lira, 373, Fragoso, Paulista-PE. CEP: 53402-840, 081-995947012.
(2) Graduando, Engenharia Civil, egremigio@gmail.com, Universidade de Pernambuco.
(3) Graduando, Engenharia Civil, marconi.mendonca@gmail.com, UNICAP.
(4) Mestrando em Engenharia Civil, pedro@tecomat.com.br, Universidade Católica de Pernambuco.
(5) Doutorando em Engenharia Civil, otaviojsjunior@gmail.com, Universidade Federal de Pernambuco.
(6) Doutor, Professor do departamento de Engenharia Civil, angelo@tecomat.com.br, UNICAP.

RESUMO

A urbanização das cidades é um dos principais fatores que colaboram para o aumento dos níveis de pressão sonora devido à implantação de empreendimentos residenciais. Dito isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto sonoro através de mapas acústicos após implantação de dois empreendimentos residenciais localizados no bairro de Luzia, Aracaju-SE e no bairro Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE. Para isso, fez-se uso de medições em campo de níveis de pressão sonora equivalentes em decibels ponderados em A (L_{Aeq}) e contagem do volume de tráfego veicular com um intervalo de 3 anos, além das correspondentes simulações computacionais no software CadnaA para geração dos mapas acústicos. Como resultado, verificou-se que a implantação do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE, região de natureza urbanística elevada, não contribuiu para o aumento de 93% no fluxo de veículos na Av. Dulce Diniz e para o aumento de 2dBA no nível de pressão sonora correspondente, tendo em vista ser constatado um fluxo de acesso ao empreendimento de 40 veículos/hora inferior ao fluxo de 480 veículos/hora registrado na referida avenida. No entanto, a implantação do empreendimento localizado no bairro Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE, região pouco urbanizada, teve efetiva contribuição no aumento de 233% no fluxo de veículos da Rua João Vital e no aumento de 5dBA no nível de pressão sonora correspondente, já que todo fluxo registrado na referida rua foi exclusivamente de veículos originados ou destinados ao empreendimento. Fica demonstrado, então, que empreendimentos residenciais implantados em regiões pouco urbanizadas influenciam diretamente no impacto sonoro local.
Palavras-chave: impacto sonoro, mapa acústico, simulação computacional.

ABSTRACT

The urbanization of cities is one of the main factors that contribute to the increase of the sound pressure levels due to the implantation of residential developments. The aim of this work was to evaluate the sound impact through acoustic maps after the implementation of two residential developments located in the neighborhood of Luzia, Aracaju-SE and in the neighborhood of Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE. For this, field measurements of equivalent sound pressure levels in A-weighted decibels (LAeq) and vehicular volume counting with a 3-year interval were used, in addition to the corresponding computational simulations in CadnaA software for generation of acoustic maps. As a result, it was verified that the implementation of the project located in the district of Luzia, Aracaju-SE, region of high urban nature, did not contribute to the increase of 93% in the flow of vehicles in Av. Dulce Diniz and to the increase of 2dBA in the corresponding sound pressure level, in order to verify a flow of access to the project of 40 vehicles / hour lower than the flow of 480 vehicles / hour registered in said avenue. However, the implementation of the venture located in the neighborhood of Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE, a poorly urbanized region, made an effective contribution to the increase of 233% in the flow of vehicles of Rua João Vital and the increase of 5dBA in the sound pressure level correspondent, since all flow registered in said street was exclusively of vehicles originated or destined to the enterprise. It is demonstrated, then, that residential developments located in less urbanized regions directly influence the local sound impact.
Keywords: sound impact, acoustic map, computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

O ruído ambiental tem sido um problema ao homem desde tempos antigos. Não por acaso, na Roma Antiga, já existiam regras relacionadas ao ruído emitido pelas rodas de carroças em atrito com as pedras que causavam perturbações do sono e incômodos à população. Da mesma forma, na Europa Medieval, carruagens e circulação de pessoas a cavalo não eram permitidos durante a noite em certas cidades, para garantir sono tranquilo aos habitantes (BERGLUND, LINDVALL e SCHWELA, 1999).

Em tempos atuais, sabe-se que estes problemas de ruído se mostram mais relevantes devido à intensa urbanização das cidades e respectivo aumento do número de fontes sonoras. É nesse ínterim, que como relata Berglund et al., (1999), a Organização Mundial da Saúde (OMS) tem abordado este problema com foco na gestão de ruídos que impactam a saúde das pessoas desde 1980.

Assim, é cada vez maior a necessidade de mensurar este problema de forma a quantificar a situação atual bem como prever ações que permitam o planejamento futuro. O mapa de ruídos, então, coloca-se como ferramenta adequada para estudo do problema, pois mostra a distribuição geográfica da poluição sonora, indicando a localização dos principais pontos críticos, possibilitando a introdução de medidas de gestão e de redução de ruídos em espaços urbanos. (GARAVELLI, et al., 2010).

Desta forma, para que os softwares computacionais gerem os mapas sonoros, é necessário que seja informada uma série de dados referentes à área do estudo: parâmetros morfológicos, de tráfego e acústicos. Os parâmetros de tráfego são obtidos através da contagem do volume do tráfego, classificando-os em veículos leves e pesados. Os parâmetros acústicos, por sua vez, também obtidos por meio de medições em campo, são usados para calibrar o modelo, isto é, comparar os valores medidos em campo com os cálculos gerados pelo programa. (FLORÊNCIO et al., 2017).

Ainda de acordo com Florêncio et al. (2017), a representação do cenário sonoro urbano é constituída por variáveis quantitativas e qualitativas. Dentre as variáveis quantitativas destacam-se os parâmetros de tráfego (contagem dos veículos) e os parâmetros acústicos (níveis de pressão sonora). Os parâmetros morfológicos, por sua vez, (a exemplo da topografia, hierarquia das vias, tipo de recobrimento do solo, áreas verdes e gabarito das edificações) representam as variáveis qualitativas. As variáveis quantificadas auxiliam na etapa de calibração do modelo, ao mesmo tempo em que qualitativamente realizam-se as análises a partir da leitura visual dos dados gerados.

Vale mencionar que, a implantação de edifícios residenciais influencia diretamente no impacto sonoro, tendo em vista os edifícios serem uma das partes físicas que compõem a forma urbana, pois, segundo Lamas (2000), a forma urbana pode ser entendida como a maneira pela qual se organizam as partes físicas ou elementos morfológicos os quais constituem e definem o espaço urbano.

Baseado no exposto, Guedes (2005) conseguiu realizar a predição dos níveis sonoros nas regiões em fase de expansão, por exemplo, o bairro Jardins, Aracaju-SE, de modo a contribuir para o planejamento na ocupação de áreas ainda sem construções, através da adequada implantação de edificações em locais que apresentem níveis sonoros compatíveis as suas futuras atividades ou que essas não exerçam incômodos ao entorno urbano.

2. OBJETIVO

Avaliar o impacto sonoro através de mapas acústicos após implantação de dois empreendimentos residenciais localizados no bairro de Luzia, Aracaju-SE e no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE.

3. MÉTODO

Para a avaliação do ruído gerado pelo tráfego veicular nas imediações dos empreendimentos estudados fez-se uso de medições em campo de níveis de pressão sonora equivalentes em decibels ponderados em A (L_{Aeq}), contagem do volume de tráfego veicular e de simulação computacional no software CadnaA.

Essas coletas foram feitas antes da implantação dos empreendimentos, e novamente com eles já implantados e ocupados 3 anos após.

3.1. Medições em campo

Para as medições do L_{Aeq} foi utilizado o sonômetro digital Impact IP – 170L. De acordo com os procedimentos preconizados na NBR 10151 (2000), para o empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE, as medições foram realizadas nos dias 28 e 29 de janeiro de 2016 apenas no período diurno por razões de limitações técnicas correspondentes à logística da equipe de medição em campo; e depois, nos dias

19 e 20 de fevereiro de 2019, as medições foram realizadas no mesmo período diurno para padronização da amostra.

Para o empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE, as medições foram realizadas nos dias 26 e 27 de janeiro de 2016 apenas no período noturno pela mesma razão anteriormente citada; e depois, nos dias 21 e 22 de fevereiro de 2019, as medições foram realizadas no mesmo período noturno para padronização da amostra.

Todas essas medições foram realizadas com duração de 15 minutos em cada ponto de medição. Os pontos de medição mencionados podem ser vistos nas Figuras 1 e 2.



Figura 1 – Pontos de medição no entorno do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE (AUTOR, 2019).



Figura 2 – Pontos de medição no entorno do empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE (AUTOR, 2019).

3.2. Volume de Tráfego Veicular

No que tange à entrada de dados no Software CadnaA foi realizada a contagem do volume de veículos que transitam nas vias principais nas imediações dos empreendimentos. Para isto, o fluxo das vias foi definido através de contagem realizada durante 15 minutos em cada via e extrapolado para a quantidade de veículos por hora.

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam as vias das quais foram coletados os dados de fluxo veicular nos respectivos pontos de medição.

Tabela 1 – Principais vias no entorno do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE.

Ponto	Vias
01	Avenida Adélio Franco
02	Av. Padre Nestor Sampaio esquina com a Rua Marise Almeida Santos
03	Rua Palmira Ramos Teles esquina com a Av. Dulce Diniz
04	Av. Dulce Diniz (frente ao empreendimento)
05	Rua Palmira Ramos Teles (detrás ao empreendimento)

Tabela 2 – Principais vias no entorno do empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE.

Ponto	Vias
01	Rua João Vital esquina com a Rua G
02	Rua José Almeida esquina com a Rua G
03	Av. Oceânica esquina com a Rua G
04	SE-100
05	Rua João Vital

3.3. Simulação Computacional

Para a simulação computacional realizada no Software CadnaA foram inseridos o empreendimento sob análise, as vias e as edificações do entorno, respeitando-se os parâmetros acústicos, de tráfego e morfológicos. A Figura 3 e a Figura 4 ilustram respectivamente a modelagem computacional no entorno dos dois empreendimentos em questão.

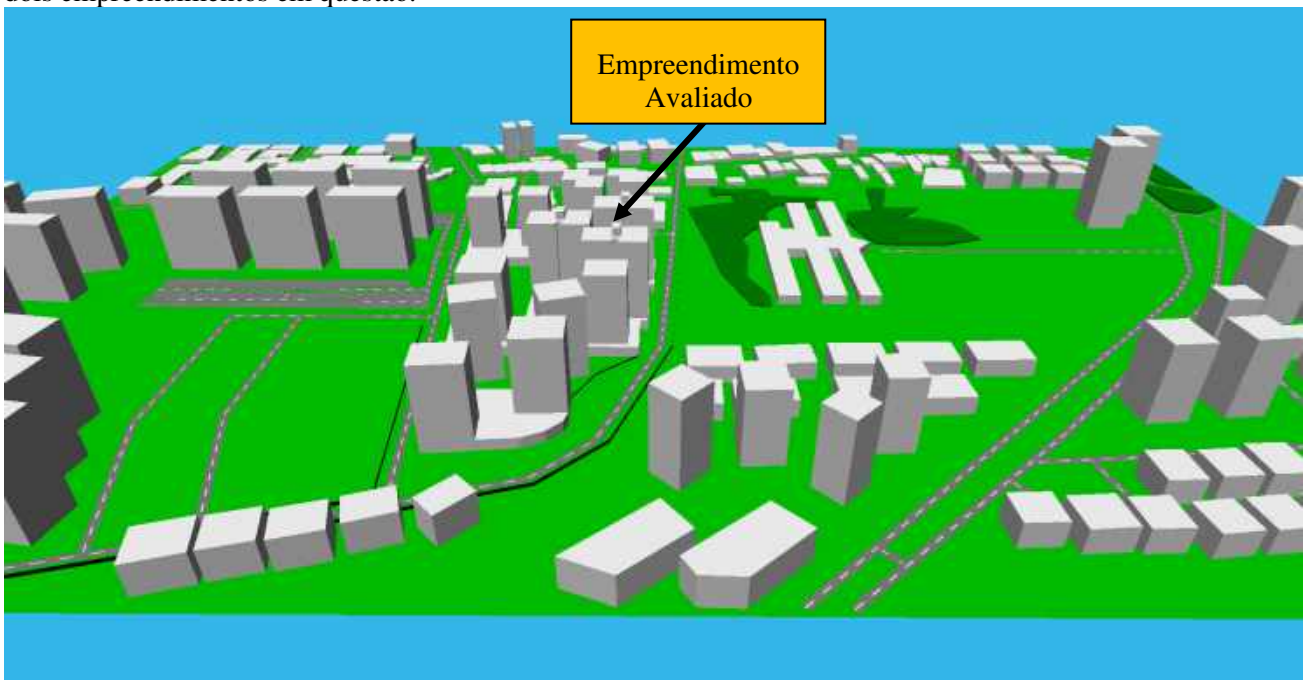

Figura 3 – Entorno do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE (AUTOR, 2019).

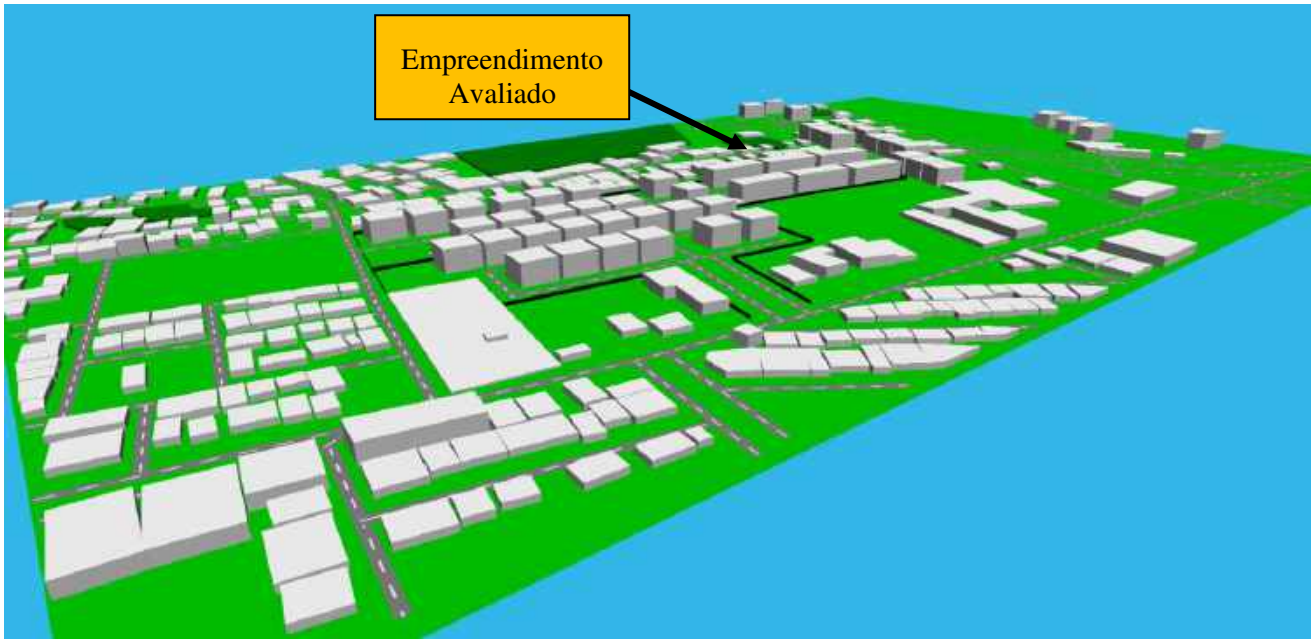

Figura 4 – Entorno do empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE (AUTOR, 2019).

4. RESULTADOS

No que diz respeito ao empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE, a Tabela 3 apresenta a média do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) medidas em cada ponto, a Tabela 4 apresenta a contagem de veículos no período diurno realizada nas principais vias próximas ao empreendimento sob análise e a Figura 5 e 6 ilustram a simulação computacional, todos os dados respectivos aos períodos de janeiro de 2016 e fevereiro de 2019.

Tabela 3 – Resultado das medições (Diurno)

Ponto	**Vias**	**L_{Aeq} (2016)**	**L_{Aeq} (2019)**
01	Av. Adélia Franco	77,0	77,0
02	Av. Padre Nestor Sampaio esquina com a Rua Marise Almeida Santos	74,0	75,0
03	Rua Palmira Ramos Teles esquina com a Av. Dulce Diniz	68,0	69,0
04	Av. Dulce Diniz (frente ao empreendimento)	67,0	69,0
05	Rua Palmira Ramos Teles (detrás ao empreendimento)	62,0	62,0

Tabela 4 – Contagem de Veículos (Diurno)

Vias	**Veículos por hora (2016)**	**Veículos Pesados (%) (2016)**	**Veículos por hora (2019)**	**Veículos Pesados (%) (2019)**
Av. Adélia Franco (sentido sul)	1613	4	1646	4
Av. Adélia Franco (sentido norte)	1471	4	1576	4
Av. Padre Nestor Sampaio	975	3	1368	2
Rua Marise Almeida Santos	230	3	446	3
Rua Palmira Ramos Teles	172	3	226	0
Av. Dulce Diniz (frente ao empreendimento)	249	4	480	2
Acesso de veículos do empreendimento	**-**	**-**	**40**	**0**



Figura 5 – Mapeamento Acústico do entorno do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE (AUTOR, 2016).



Figura 6 – Mapeamento Acústico do entorno do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE (AUTOR, 2019).

Constatou-se, então, quanto ao fluxo de veículos, que houve um aumento de 2% na Av. Adélio Franco (sentido sul), um aumento de 7% na Av. Adélio Franco (sentido norte), um aumento de 40% na Av. Padre Nestor Sampaio, um aumento de 94% na Rua Marise Almeida Santos, um aumento de 31% na Rua Palmira Ramos Teles e um aumento de 93% na Av. Dulce Diniz. Concomitantemente, em relação ao nível médio de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), verificou-se que não houve variação nos pontos 1 e 5, verificou-se um aumento de 1dBA nos pontos 2 e 3 e um aumento de 2dBA no ponto 4.

Levando-se em conta o registro de 40 veículos/hora que acessam o empreendimento pela Av. Dulce Diniz, conclui-se que a implantação do empreendimento não impactou significativamente no aumento do fluxo de veículos na Av. Dulce Diniz, e correspondentemente, no aumento do nível de pressão sonora equivalente, em razão da maior contribuição ser da Av. Dulce Diniz com 480 veículos/hora. Em outras palavras, a expansão urbana do entorno demonstrou-se mais relevante no impacto sonoro que a implantação do empreendimento propriamente dito.

No que diz respeito ao empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE, a Tabela 5 apresenta a média do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) medidas em cada ponto, a Tabela 6 apresenta a contagem de veículos no período noturno realizada nas principais vias próximas ao empreendimento sob análise e as Figuras 7 e 8 ilustram a simulação computacional, todos os dados respectivos aos períodos de janeiro de 2016 e fevereiro de 2019.

Tabela 5 – Resultado das medições (Noturno)

Ponto	**Vias**	**L_{Aeq} (2016)**	**L_{Aeq} (2019)**
01	Rua João Vital esquina com a Rua G	70,0	70,0
02	Rua José Almeida esquina com a Rua G	69,0	69,0
03	Av. Oceânica esquina com a Rua G	74,0	76,0
04	SE-100	74,0	73,0
05	**Rua João Vital (frente ao empreendimento)**	**52,0**	**57,0**

Tabela 6 – Contagem de Veículos (Noturno)

Vias	**Veículos por hora (2016)**	**Veículos Pesados (%) (2016)**	**Veículos por hora (2019)**	**Veículos Pesados (%) (2019)**
Rua João Vital	**12**	**0**	**40**	**0**
Rua G	276	4	326	4
Rua José Almeida	57	16	68	0
Av. Oceânica	797	5	938	6
SE-100 (sentido norte)	816	4	1330	7
SE-100 (sentido sul)	908	5	850	2



Figura 7 – Mapeamento Acústico do entorno do empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE (AUTOR, 2016).



Figura 8 – Mapeamento Acústico do entorno do empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE (AUTOR, 2019).

Constatou-se, então, quanto ao fluxo de veículos, que houve um aumento de 233% na Rua João Vital, um aumento de 18% na Rua G, um aumento de 19% na Rua José Almeida, um aumento de 17% na Av. Oceânica, um aumento de 63% na SE-100 (sentido norte) e uma redução de 6% na SE-100 (sentido sul). Da mesma forma, em relação ao nível médio de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), verificou-se que não houve variação nos pontos 1 e 2, verificou-se um aumento de 2dBA no ponto 3, uma redução de 1dBA no ponto 4 e um aumento de 5 dBA no ponto 5.

Durante as medições em campo, observou-se que todos os veículos que acessaram o empreendimento provinham unicamente da Rua João Vital, bem como os veículos que saíam do empreendimento se destinavam à mesma rua. Isto nos leva a concluir que o fluxo de 40veículos/hora registrados na Rua João Vital em fevereiro de 2019 representa o impacto sonoro de 5 dBA no ponto 5 causado pela implantação do empreendimento sob análise.

5. CONCLUSÕES

Portanto, uma das razões para a não contribuição direta do empreendimento localizado no bairro de Luzia, Aracaju-SE no impacto sonoro do entorno, pode ter relação direta com o fato de sua implantação ser numa região de natureza mais urbanizada, ou seja, próxima de locais como o Shopping Jardins (distante 1km), centro da cidade (distante 4,6km), centros comerciais e escolas. Cada um destes fatores urbanísticos pode influenciar no aumento do fluxo de veículos, pois, segundo Maciel (2009), na medida em que a cidade tenha todas as construções de edifícios residenciais finalizadas, pode-se esperar um cenário de aumento nos níveis de ruído com agravamento do problema de poluição sonora devido ao adensamento populacional.

No entanto, em relação ao empreendimento localizado no bairro do Conjunto Prisco Viana, Barra dos Coqueiros-SE, observou-se que a região de sua implantação é caracterizada pela predominância de casas populares com poucos edifícios residenciais, além de estar distante 7,3km do centro da cidade de Aracaju, não apresentando muitos fatores que pudessem demandar um aumento significativo do fluxo de veículos. Por esta razão, pode-se concluir a efetiva contribuição da implantação do referido empreendimento no impacto sonoro nas vias vicinais.

Por fim, esta avaliação do impacto sonoro através de mapas acústicos após implantação de empreendimentos residenciais, pode servir como ferramenta de gestão de ruído para fins de planejamento urbano, pois, de acordo com Guedes, (2005), esses aspectos mostram a importância de prever os níveis de ruído gerados pelo tráfego de uma via e utilizar essas informações como partida durante a fase de projeto tanto na escala urbana quanto na dimensão do edifício, de modo a minimizar os efeitos do ruído urbano nos ambientes construídos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 10151 – Acústica, Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade**, Rio de Janeiro, 2000.

BERGLUND, B.; LINDVALL, T.; SCHWELA, D.H. (Eds.). **Guidelines for community noise.** World Health Organization (WHO). 1999.

FLORÊNCIO, D; BRASILEIRO, T; ARAÚJO, E; ARAÚJO, V; ARAÚJO, B. Análise Estatística do Ruído de Tráfego como validação para mapeamento acústico. XIV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Balneário Camboriú, 2017.

GARAVELLI, S. L.; MORAES, A. C. M.; NASCIMENTO, J. R. R.; NASCIMENTO, P. H. D. P.; MAROJA, A. M. Mapa de Ruído como Ferramenta de Gestão da Poluição Sonora: Estudo de Caso de Águas Claras -DF. 4º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVL – PLURIS. Faro, 2010.

GUEDES, I. C. M. **Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro: Estudo de Caso no Bairro Jardins em Aracaju (SE).** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2005.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**, 2. ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2000.

MACIEL, B. A.; RIBEIRO, R. J. C.; BIAS, E. S.; GAVARELLI, S. L.; CAVALCANTI, M. M. Modelagem do ruído urbano como instrumento de gestão ambiental. XIV SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Natal, 2009.