2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

RUÍDO DE TRÁFEGO VEICULAR E VERTICALIZAÇÃO URBANA: UM ESTUDO NA CIDADE DE CHAPECÓ - SC[1]

BALZAN, Katiane (1); FLOSS, Paula (2); SOUZA, Maria Luiza (3); ROJAHN, Jancaline (4); GROTH, Susan (5); VERGARA, Erasmo Felipe (6)

(1) Universidade Comunitária da Região de Chapecó, katilaura@unochapeco.edu.br
(2) Universidade Comunitária da Região de Chapecó, paulafloss@unochapeco.edu.br
(3) Universidade Comunitária da Região de Chapecó, maria.tmsouza@unochapeco.edu.br
(4) Universidade Comunitária da Região de Chapecó, jancaline@unochapeco.edu.br
(5) Universidade Comunitária da Região de Chapecó, s.groth@unochapeco.edu.br
(6) Universidade Federal de Santa Catarina, efvergara@gmail.com

RESUMO

A poluição sonora é um dos grandes problemas dos centros urbanos atualmente uma vez que a verticalização urbana e o crescente número de veículos acabam interferindo diretamente no ruído nas cidades. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as condições de poluição sonora devido ao tráfego veicular na região central da cidade de Chapecó – SC, e comparar os resultados com os limites permitidos pela legislação vigente. Os dados foram coletados com medidor sonoro em 14 pontos da cidade, com tempo de medição de 1 hora. A análise visa comparar grandezas acústicas, de tráfego e de geometria urbana em diferentes momentos: em 2011 - com um plano diretor vigente - e em 2019, após revisão da referida lei. Os resultados mostram incremento significativo nos níveis de pressão sonora, aliado à permissividade da legislação local quanto à verticalização urbana, que se mostra acelerada e crescente. É urgente uma conscientização e ação do poder público municipal quanto à necessidade de se considerar aspectos de acústica ambiental no planejamento urbano.

Palavras-chave: *Poluição sonora urbana. Planejamento urbano. Ruído de tráfego veicular.*

ABSTRACT

Noise pollution is one of the major problems in urban centers today, since urban verticalization and the growing number of vehicles end up directly increasing noise in cities. This study aims to evaluate noise pollution conditions due to vehicular traffic in the central region of Chapecó – SC, and compare the obtained results with the limits established by the current legislation. The data is obtained with a sound level meter in 14 different locations, with an measurement time of 1 hour. The analysis compares acoustic, traffic and urban geometry parameters in different moments: in 2011, with the first version of the legislation, and in 2019, after its update. Results

[1] BALZAN, Katiane; FLOSS, Paula; SOUZA, Maria Luiza; ROJAHN, Jancaline; GROTH, Susan; VERGARA, Erasmo Felipe. Ruído de tráfego veicular e verticalização urbana: um estudo na cidade de Chapecó – SC. ENTAC 2020. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

show a significant increment in the noise levels, which complies with the loosening of the local legislation regarding verticalization, which is increasing at a fast pace. It is paramount that the city government addresses the needs of entailing environmental acoustics in the urban planning strategies.

***Keywords**: Urban Noise Pollution. Urban Planning. Vehicular traffic noise.*

1 INTRODUÇÃO

As atividades de trabalho, industriais ou de serviços, os sistemas de transporte, as atividades de lazer e o aumento da densidade populacional estão diretamente vinculados à problemática do ruído (OMS, 2018). O ruído ambiental, particularmente o ruído de tráfego rodoviário urbano, tem, ao longo do tempo, reduzido a qualidade de vida da população e o tema tem adquirido relevância. Torija et al. (2006) afirmam que em aglomerações urbanas o tráfego veicular é a principal fonte de ruído.

Nunes; Dorneles; Soares (2000) comprovaram que em mapeamentos sonoros urbanos, o ruído de tráfego veicular é um dos maiores poluidores ambientais. Torija; Ruiz; Ramos (2009) identificaram que as paisagens sonoras nas quais o ruído de tráfego rodoviário predomina, apresentam relação linear entre incremento do fluxo de veículos e escalas de percepção do incômodo relatadas pela população.

Este estudo foi desenvolvido em Chapecó – SC, cidade média, com população de 220 mil habitantes (IBGE, 2019). Chapecó apresenta acelerada verticalização urbana no bairro Centro e suas proximidades, devido às mudanças do Plano Diretor de Chapecó (PMC, 2014). Isso impacta na geometria urbana da área central e, somado ao aumento da densidade urbana decorrente da verticalização permitida, interfere no ruído urbano, uma vez que aumenta também o tráfego veicular na região.

Com isso, o trabalho tem por objetivo avaliar as condições atuais de poluição sonora urbana devido ao ruído de tráfego veicular na área central do município de Chapecó - SC e discutir a verticalização urbana no tempo e seu impacto no incremento no nível de pressão sonora (NPS).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área delimitada para estudo é de grande importância no desenvolvimento da cidade devido, principalmente, às vias que ligam o centro aos demais bairros. As atividades comerciais, institucionais e de serviços, consolidadas a partir de 1950, com a implantação das agroindústrias, foram concentradas na área central do município, mais precisamente na Av. Getúlio Vargas e suas paralelas, as avenidas Nereu Ramos e Fernando Machado (FUJITA, 2013). Essa concentração e sua intensificação a partir da década de 1990 se deu, em grande parte, graças aos parâmetros urbanísticos - uso do solo, coeficiente de aproveitamento (CA) e taxa de ocupação (TO) dos lotes e alturas máximas das edificações (gabaritos) permitidos. Assim, esta área apresenta concentração das atividades do setor terciário, sendo altamente requisitada e valorizada. Apresenta também equipamentos de saúde, educação e cultura e engloba pontos como o Terminal de Transporte Coletivo Urbano, que aumenta o fluxo de pedestres e veículos pesados em seu entorno.

A área de estudo é permeada por vias arteriais e coletoras. As avenidas Nereu Ramos, Getúlio Vargas, Fernando Machado, Porto Alegre e General Osório são vias arteriais, de fluxo de tráfego veicular intenso, pois conectam a cidade como um todo no sentido norte/sul. A Av. Getúlio Vargas é classificada pelo Plano Diretor (PMC,

2014) como Via Central Especial, dado seu valor histórico. A Av. General Osório caracteriza-se pelo fluxo de veículos pesados, pois liga as divisas norte e sul da cidade. Dessa forma, considerando as dimensões das quadras, o traçado ortogonal da malha urbana e as características de tráfego veicular das vias que permeiam a área de estudo, definiu-se uma malha quadriculada para a localização dos pontos de coleta de dados, buscando-se um espaçamento entre nós que evitasse a localização de ponto sobre edifícios ou meios de quadra.

As medições foram realizadas nas vias arteriais de sentido N/S, por apresentarem maior diversidade de fluxo entre si. Os dados foram coletados no período vespertino, considerando o horário de pico, com duração de uma hora, das 17h30 às 18h30, de segunda-feira à sexta-feira. A sequência de medição foi definida randomicamente e não foram realizadas medições em dias de chuva ou com pista molhada. Foram aferidas grandezas acústicas - nível de pressão sonora contínuo equivalente (L_{Aeq}) e nível máximo de pressão sonora (L_{Amax}); meteorológicas; quantidade de veículos e suas categorias; e uso e ocupação do solo.

As coletas ocorreram em dois momentos, apresentados nos resultados de forma comparativa, a fim de possibilitar a discussão acerca da verticalização da cidade no tempo e seu impacto no incremento de NPS: a) em 2011, com sonômetro 2270, Bruel & Kjaer, classe 1; b) em 2019, com sonômetro DEC-5030, Instrutherm, tipo 2. Todas medições ocorreram seguindo as exigências normativas (ABNT, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Plano Diretor de Chapecó passou por revisão em 2014 (PMC, 2014) e novos índices urbanísticos foram estabelecidos, não havendo mais limitação de altura máxima na Área Urbana Central (AUC), objeto de estudo deste trabalho (Tabela 1).

Tabela 1 - Principais índices urbanísticos na Área Urbana Central (AUC)

AUC	CA	TO Base	TO Torre	Limite de Altura (pvto ou m)
2004	5,6	90%	60%	14 ou 42
2014	9	90%	60%	sem limite

Fonte: PMC (2004); PMC (2014).

Na Figura 1, observa-se que em 2011 a área central do município caracterizava-se pela predominância de edificações de até 3 pavimentos, com ocupação pontual e esparsa de edifícios de até 8 pavimentos. Em 2019, apenas cinco anos após a publicação dos novos parâmetros, é perceptível a mudança no cenário urbano da cidade, que passa a apresentar maior número de edifícios com 12 e 16 pavimentos e, embora ainda de forma dispersa, ocupações de até 32 pavimentos, ou seja, aproximadamente 96 m de altura, já são encontradas. Destaca-se ainda que durante o levantamento de dados de 2019 foram observadas edificações em construção, o que indica incremento na verticalização da cidade.

Esse cenário pode ser discutido sob diferentes aspectos de qualidade ambiental, como questões térmicas e lumínicas, de tráfego, de densidade urbana, entre outras, mas nos ateremos aqui ao impacto na acústica urbana.

Quando a relação altura/distância entre edifícios (h/d) é maior que 1, caracteriza-se o efeito cânion, que pode gerar incrementos significativos nos níveis de ruído (TORIJA;

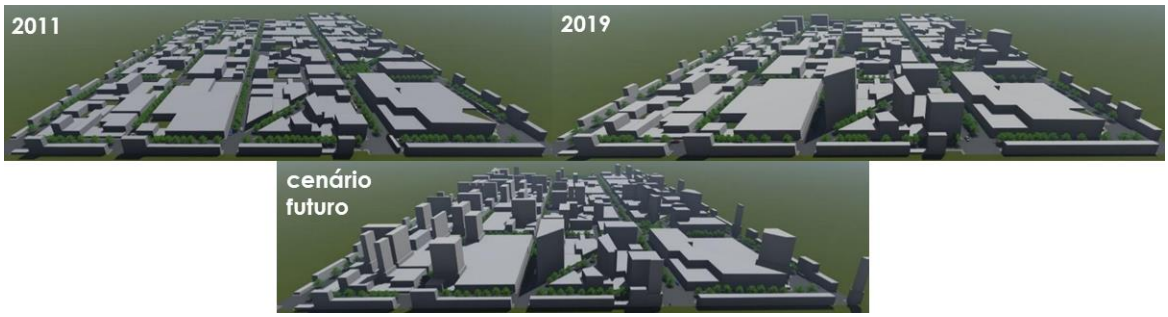
RUIZ; RAMOS, 2007). Esse tipo de situação é encontrado em centros históricos de antigas cidades, que apresentam ruas estreitas, ou até mesmo em áreas de urbanização recente, onde a verticalização das edificações é estimulada. Huang et al. (2009) mostraram que os cânions urbanos ocasionam alterações na dispersão de poluentes gerados pelos veículos, problemas de radiação do solo e concentração de ruídos, especialmente o ruído de tráfego. Na Figura 2, observa-se a morfologia da área de estudo, em diferentes momentos (2011, 2019 e simulação de verticalização nos lotes livres), sendo possível perceber a verticalização urbana crescente no tempo. Considerando os comparativos e a simulação de futuro, acredita-se que, muito em breve, a comunidade local estará exposta a condições de ruído de tráfego veicular ainda mais graves, uma vez que a forma de cânion urbano tem influência nos níveis de ruído do tráfego rodoviário para receptores diretamente expostos (ECHEVARRIA SANCHEZ, et al., 2016).

Figura 1 - Mapa de gabaritos da área de estudo e sua evolução no tempo.



Fonte: PMC, 2014. Editado pelos autores.

Figura 2 - Evolução da verticalização urbana na área de estudo: 2011, 2019 e simulação em lotes livres a partir dos índices urbanísticos do plano diretor atual.



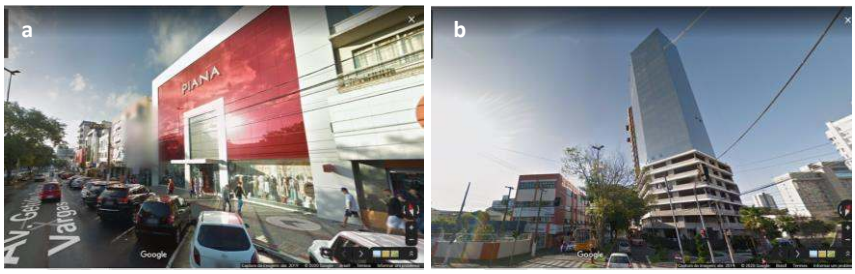
Fonte: Os autores.

Guedes; Bertoli; Zannin (2011) verificaram que perfis de vias com edifícios altos nos dois lados nem sempre representam espaço urbano do tipo canyon, visto que a descontinuidade entre as fachadas vizinhas de edifícios pode tornar o espaço permeável ao ruído, contribuindo para a menor persistência ou menor concentração do som refletido. Esta é uma importante consideração quando se analisa o cenário passado (2011) e o atual (2019), uma vez que tais descontinuidades ainda são presentes na morfologia urbana da área estudada. Entretanto, o cenário futuro a partir da ocupação de 90% da área do lote para a base de até seis pavimentos pode trazer consequências de significativo incremento nos níveis do ruído de tráfego veicular na região.

Ao longo da Av. Getúlio Vargas, embora ainda não haja incremento significativo na altura total das edificações, visto que a mesma é ocupada por edificações antigas,

nos últimos anos foram executadas diversas reformas de fachadas, alterando as características dos edifícios que, antes dotados de detalhes da arquitetura Art Decó, recorrente dos centros urbanos mais antigos da região, agora são revestidos por vidros, pastilhas e placas metálicas (Figura 3) - materiais que aumentam as reflexões sonoras e, consequentemente, promovem incremento no NPS.

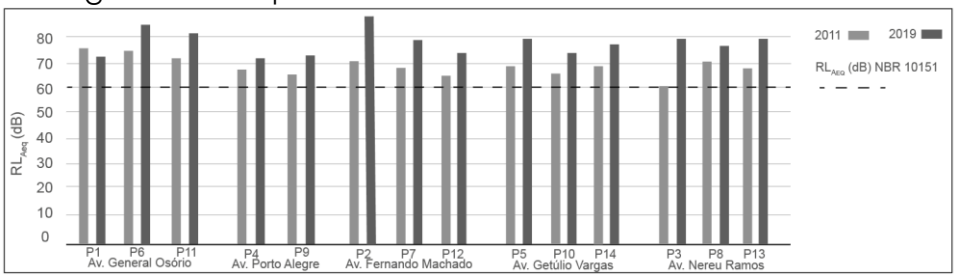
Figura 3 - Características de materiais de fachadas reformadas em edifícios antigos da Av. Getúlio Vargas (a) e de novos edifícios na Av. Nereu Ramos (b).



Fonte: Google Maps - Street View, captura da imagem: abr 2019. Acesso em junho 2020.

Chapecó tem seu centro urbano ocupado por edificações comerciais e de serviço, em sua maioria, mas ainda apresenta significativa ocupação de uso residencial ou misto (comercial/serviços e residencial) no mesmo lote. Além disso, destaca-se nesta área a presença de equipamentos comunitários urbanos, como hospitais e escolas, adjacentes a vias arteriais e coletoras principais, como são configuradas as vias de sentido N/S. Esta relação de uso e ocupação do solo é importante quando comparada ao NPS coletado na área, tanto em 2011 quanto em 2019. Observa-se, a partir da Figura 4 que, tanto em 2011 quanto em 2019, o NPS medido excedeu, em todos os pontos medidos, o limite RL_{Aeq} de 60 dB no período diurno, conforme o preconizado pela NBR 10151 para área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas (ABNT, 2019).

Figura 4 - Comparativo entre NPS medido em 2011 e 2019.



Fonte: Os autores.

O comparativo entre grandezas acústicas em 2011 e 2019 (Figura 4) permite aferir um incremento do NPS no tempo, mesmo em vias que apresentaram praticamente mesmo número de veículos por hora, a exemplo da Av. Nereu Ramos, com média de veículos de 1179 em 2011 e 1282 em 2019 (Tabela 2) . Apesar do aumento de menos de 1% no total de veículos por hora, nesta via nota-se incremento de L_{Aeq} em todos os pontos medidos, superando 20 dB de aumento em alguns pontos.

Em todas as vias arteriais e coletoras da área estudada, houve aumento de NPS. Na Av. Fernando Machado, o acréscimo foi de pelo menos 10 dB em todos os pontos de medição e também um aumento de 22% no volume de tráfego de veículos. Esta via é um dos principais corredores de conexão dos setores Norte e Sul do município e vem apresentado aumento de densidade urbana decorrente de sua verticalização.

O aumento no número de veículos por hora em quatro das cinco vias analisadas, pode ser explicada pelo aumento da frota de veículos, que foi de 42% de 2011 para 2018 (Tabela 3). Conforme dados do IBGE (2019), o PIB per capita teve um incremento de 46% de 2011 a 2017 enquanto a população total no município aumentou em 20%. Ou seja, o aumento no número de veículos leves, na casa de 46%, demonstra um poder de compra maior, mas também mobilidade urbana pautada no transporte individual, o que traz impactos urbanos em diversos aspectos, sendo o aumento da poluição sonora um deles.

Tabela 2 - Quantidade média de veículos por hora em cada via.

	2011				**2019**			
Vias	**Motos**	**Leves**	**Pesados**	**Total**	**Motos**	**Leves**	**Pesados**	**Total**
Av. General Osório	193	939	188	**1320**	226	1210	63	**1499**
Av. Porto Alegre	71	799	21	**891**	155	1212	7	**1374**
Av. Fernando Machado	114	807	103	**1024**	160	1030	61	**1251**
Av. Getúlio Vargas	306	1485	29	**1820**	233	1423	5	**1661**
Av. Nereu Ramos	147	913	119	**1179**	179	1051	51	**1281**

Fonte: Os autores.

Apesar da revisão do plano diretor ser relativamente recente e ter alterado significativamente os parâmetros urbanísticos, Chapecó não dispõe de nenhum instrumento legal municipal que regule NPS. Assim como na maioria das cidades brasileiras, o planejamento urbano ocorre sem considerar importantes aspectos de qualidade ambiental. Haja visto que, atualmente, na AUC permite-se ocupação de 90% da área do lote para a base do edifício, podendo ser de até seis pavimentos, acrescidos de torre com 60% da área do lote, sem limite de altura. O único índice que regula esta ocupação é o coeficiente de aproveitamento, que é de nove vezes a área do lote, uma ocupação bastante permissiva quando comparada a outras cidades de mesmo porte.

Tabela 3 - Frota de veículos no município de Chapecó - SC.

	Motos	**Leves**	**Ônibus**	**Total**
2011	29726	80109	340	110139
2018	38768	117475	461	156704

Fonte: IBGE (2019).

Os resultados nos permitem perceber a importância e a urgência de um olhar criterioso por parte da municipalidade acerca da relação dos índices urbanísticos postos atualmente e o aumento no NPS. Como exposto por Cortês e Niemeyer (2013), a tendência de verticalização de áreas nobres e valorizadas expõe zonas residenciais ao esgotamento dos espaços e a verticalização desenfreada em cidades de porte médio. No estudo citado, os autores demonstram que o mapeamento de ruído é uma ferramenta eficaz para tratar o problema da poluição sonora, quando considerado no planejamento urbano.

Em países da Comunidade Europeia, mapas de ruído são ferramentas estratégicas para planejamento urbano, exigidos em cidades com população superior a 250 mil habitantes ou potenciais geradoras de poluição sonora, conforme Diretiva 2002/49/EC. No Brasil, apesar do desenvolvimento de normas, como as da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR 10151 (ABNT, 2019) e a NBR 10152 (ABNT, 2017), e as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA N.001/90 (BRASIL, 1990a) e CONAMA N.002/90 (BRASIL, 1990b), o ruído não tem sido considerado pelas políticas de planejamento urbano (CORTÊS; NIEMEYER, 2013).

Além disso, como apontado por Guedes; Bertoli; Zannin (2011), prever o nível de ruído gerado pelo tráfego veicular permite aos projetistas de edificações utilizarem estas informações na fase de projeto das edificações, minimizando os efeitos do ruído urbano no interior dos edifícios a partir da especificação de tecnologias construtivas que contribuam para melhor isolamento ou atenuação sonora.

4 CONCLUSÕES

O NPS na área central da cidade de Chapecó está acima dos limites preconizados pelas normas nacionais em todas as vias arteriais e coletoras principais que permeiam a região. Em muitos pontos os valores de L_{Aeq} excedem 80 dB, podendo causar danos significativos à saúde humana. A verticalização crescente e incentivada pelos parâmetros construtivos atuais postos pelo plano diretor tende a incrementar problemas ambientais relacionados ao esgotamento da infra-estrutura urbana, ao conforto térmico e lumínico, ao acesso ao sol e, como demonstrado pelo presente estudo, à poluição sonora.

Embora Chapecó apresente zona central ativa, com usos diversificados, o NPS atual é incompatível com usos predominantes desta área, demonstrando falhas ou negligência do planejamento urbano no que tange à poluição sonora e impactos do ruído à qualidade de vida da população.

Em trechos das vias arteriais já há a existência de cânions urbanos, que contribuem no incremento do NPS. A partir do cenário de verticalização possível na cidade, a poluição sonora tende a acentuar visto que os índices urbanísticos propostos pelo plano diretor estimulam a configuração futura de cânions urbanos, o que pode agravar os problemas do ruído de tráfego veicular enfrentados pela comunidade.

Como exposto na literatura, os mapas acústicos se apresentam como ferramenta importante para as tomadas de decisões relativas ao planejamento urbano e para a busca de soluções urbanas que resolvam problemas sonoros já existentes. Entretanto, destaca-se em Chapecó a inexistência de instrumentos que auxiliem os atores municipais no planejamento urbano com vistas às questões acústicas.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó e do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 10152**: Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.

CORTÊS, M. M.; NIEMEYER, M. L. **O potencial da utilização da ferramenta de mapa de ruído em diferentes escalas de análise**. Paranoá, Brasília, no 11, p. 87-98, 2014.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil). Resolução n. 001, de 2 de abril de 1990a. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. **Diário Oficial da União**, [S.l.], 2 abr. 1990. Seção 1, p. 640.

_____, Conselho nacional de meio ambiente (Brasil). Resolução n. 002, de 8 de março de 1990b. Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO. **Diário Oficial da União**, [S.l.], 8 mar. 1990. Seção 1, p. 6408.

DIRETIVA 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. **Official Journal of the European Communities**, p.12-25, 2002.

ECHEVARRIA SANCHEZ, Gemma Maria; VAN RENTERGHEMET, Timothy; THOMAS, Pieter; BOTTELDOOREN, Dick. The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. **Building and Environment.** v. 97, n. Supplement C, p. 96–110, 2016.

FUJITA, Camila. CHAPECÓ: estrutura e dinâmica de uma cidade média no oeste catarinense. **Geo UERJ** - Ano 15, no. 24, v. 1, 1o semestre de 2013 p. 312-338. ISSN: 1415-7543 E-ISSN: 1981-9021 DOI: 10.12957/geouerj.2013.6918

GUEDES, Italo C. Montalvão; BERTOLI, Stelamaris R.; ZANNIN, Paulo H. T. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju — Brazil. **Science of The Total Environment**. v. 412–413, p. 66–76, 2011.

HUANG, Y. et al. Impact of wedge-shaped roofs on airflow and pollutant dispersion inside urban street canyons. **Building and Environment**, Shanghai, v. 44, n. 12, p. 2335-2347, Dec. 2009.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de informações básicas municipais:** Perfil dos Municípios Brasileiros 2019. Chapecó: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/chapeco.html?>. Acesso em: 11 mai. 2020.

NUNES, M. F. O.; DORNELLES, G. T.; SOARES, I. N. Medidas de atenuação do ruído de tráfego urbano para o conforto acústico em áreas residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: ENTAC, 2000. 484 p.

OMS ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Resumo das orientações das diretivas da OMS,** relativas ao ruído no meio ambiente. Disponível em <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/383922/noise-guidelines-exec-sum-eng.pdf?ua=1>. Acesso em: 10 mai. 2020.

PMC, 2004. Lei complementar n. 202 de 6 de janeiro de 2004. **Plano de Desenvolvimento Territorial de Chapecó.** Chapecó, SC, 6 jan. 2004.

PMC, 2014. Lei complementar n. 541 de 26 de novembro de 2014. **Plano Diretor de Chapecó**. Chapecó, SC, 26 nov. 2014.

TORIJA, A. J. et al. Análisis de la percepción de los diferentes paisajes sonoros presentes en los entornos urbanos. In: Tecniacústica, 2009, Cadiz. **Anais eletrônicos...** Cadiz: SEA, 2009.

TORIJA, A. J. et al. Estudio de la relación entre el L_{Aeq} y los niveles percentiles para la descripción del ruido ambiental. In: Tecniacústica, 2006, Gandia. **Anais eletrônicos...** Gandia: SEA, 2006.

TORIJA, A. J.; RUIZ, D. P.; RAMOS, A. Influence of the type of route in the acoustic emission of different types of vehicles in traffic. In: International Congress on Acoustics, 19, 2007, Madrid. **Anais eletrônicos...** Madrid: IIE, 2007a.