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

A VEGETAÇÃO COMO INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO URBANO ACÚSTICO

Desirée Kuhn (1); Rita de Cássia Pereira da Silva (2)
(1) Doutoranda em Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Arquitetura, desireekuhn@gmail.com,
(2) Mestranda em Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Arquitetura, arqrita.rio@gmail.com
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

RESUMO
O desenho da paisagem sonora pode ser considerado uma faceta do desenho urbano (REHAN, 2016). O objetivo principal deste trabalho é sistematizar estratégias do uso da vegetação como instrumento para auxiliar o planejamento urbano acústico. A partir da técnica de pesquisa de revisão sistemática de literatura, buscou-se sistematizar e classificar as principais estratégias para a melhoria da qualidade sonora no meio urbano. Como resultado, foram analisados 39 artigos e documentos compilados em congressos da área e nas bases de dados do Periódicos Capes e *Google Academic*. Como produto, o artigo apresenta 21 estratégias de aplicação de vegetação, distribuído em sete categorias: extensão de áreas verdes urbanas; barreira acústica vegetal; taludes; grupos arbóreos; forração; paredes e fachadas vegetadas; e telhados verdes. Tornar o som um aspecto importante do desenvolvimento urbano, e agregar estratégias de uso da vegetação para o esverdeamento das cidades pode ser uma ferramenta importante para a atenuação de ruído, e mais que isso, uma ferramenta para qualificar os ambientes sonoros.
Palavras-chave: vegetação, verde urbano, acústica urbana, planejamento urbano.

ABSTRACT
The design of the sound landscape can be considered a facet of urban design (REHAN, 2016). The main objective of this work is to systematize strategies for the use of vegetation as an instrument to aid urban acoustic planning. From the research technique of systematic review of literature, we sought to systematize and classify the main strategies for the improvement of sound quality in the urban environment. As a result, we analyzed 39 articles and documents compiled in congresses in the area and in the Capes and Goggle Academic Periodicals databases. As a product, the article presents 21 strategies of vegetation application, distributed in seven categories: extension of urban green areas; acoustic barrier; slopes; tree groups; lining; vegetated walls and facades; and green roofs. Making sound an important aspect of urban development, and adding vegetation use strategies to greening cities can be an important tool for noise attenuation, and more than that, a tool for qualifying sound environments.
Keywords: vegetation, urban green, urban acoustics, urban planning.

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é atualmente um problema comum nos centros urbanos, e pensar soluções para minimizar seus efeitos tornou-se um dos novos desafios do planejamento urbano na era da sustentabilidade. Em algum momento, todos os cidadãos são afetados pelo ruído, e isso pode ter um impacto considerável na qualidade de vida e bem-estar das pessoas. Embora ainda haja muitas questões entre poluição sonora e seus riscos para a saúde, estudos existentes mostram que a exposição ao ruído aumenta o risco de pressão alta, estresse, insônia, entre tantas outras enfermidades relacionadas (NILSSON, 2013).

Muitas cidades no mundo, com destaque na Europa, vêm desenvolvendo pesquisas sobre como minimizar os impactos do ruído urbano, e que isso requer uma estratégia de redução de longo prazo, a partir de uma abordagem local. Para isso, muitas medidas precisam ser conciliadas, como redução de frota automotiva e alternativas mais sustentáveis de transporte, planejamento do uso da terra, planos de desenvolvimento urbano, entre outros (KLOTH, 2008). Igualmente importante, o planejamento dos espaços públicos abertos pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade do ambiente sonoro urbano.

De fato, o som se propaga ao ar livre a partir de uma fonte, e os fatores que determinam o nível de som no receptor estão relacionados à distância entre fonte e receptor, das propriedades do meio e dos obstáculos no qual o som se propaga (BROWN, 2010). Assim, atribuir dimensão suficiente ao espaço público aberto, assim como pensar a vegetação nele inserida torna-se uma importante estratégia no planejamento urbano. Ao passo que as ondas sonoras podem ser influenciadas quando se propagam através da vegetação, o uso bem planejado da vegetação pode contribuir para uma redução de ruído urbano (KLOTH, 2008).

Muitos são os benefícios provenientes do bom uso de estratégias de vegetação urbana, que além de auxiliar na redução de poluição sonora, pode sequestrar as emissões de dióxido de carbono e produzir oxigênio, purificar o ar e água, regular microclima, proteger o solo e água, manter a biodiversidade, produzir alimentos e matérias-primas, além de ter valores recreativos, culturais e sociais. O planejamento e a gestão do "esverdeamento urbano" é, portanto, de grande importância para o desenvolvimento urbano sustentável (LI ET AL, 2005).

Arquitetos, engenheiros, e demais planejadores urbanos desempenham um papel relevante no controle do ruído através da utilização de estratégias que possam auxiliar na qualificação do ambiente sonoro urbano. No entanto, poucos estudos na literatura foram encontrados quanto à real contribuição da vegetação como instrumento para o planejamento urbano e para a redução do ruído. Pesquisas isoladas sobre os efeitos de isolamento acústico da vegetação incorporada em edifícios ou, então, quando usada como barreiras para rodovias, ou ainda as contribuições dos telhados verdes são mais frequentes (PÉREZ, 2016).

O objetivo do artigo é sistematizar estratégias do uso de vegetação como instrumento para auxiliar o planejamento urbano acústico. Além da possibilidade de amenizar os efeitos do ruído urbano, a presença da arborização urbana também é responsável pela diversidade de vida silvestre, que podem emitir sons que qualificam diferenciadamente o ambiente (REGO; NIEMEYER; VASCONCELLOS, 2012).

2. A VEGETAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE ATENUAÇÃO DE RUÍDO URBANO

Para pensar a vegetação como instrumento para atenuação do ruído urbano é preciso compreender a interação entre eles, e isso inclui pensar nos efeitos diretos, como reflexão, difração, espalhamento e absorção por elementos da planta, como caules, galhos e folhas. Ainda, o tipo de solo e a alteração do microclima proporcionada pelas copas das árvores podem levar à redução do ruído (NILSSON, 2013).

Segundo NILSSON (2013), os níveis de som são reduzidos interagindo com o material vegetal de duas formas principais. Na primeira, o som pode ser redirecionado por meio de reflexão, difração ou dispersão, ou o som pode ser efetivamente absorvido pelo material da planta. Parte da absorção é causada pelas vibrações amortecidas das folhas. Na vegetação, ocorre dispersão múltipla. Como resultado, parte da energia do som deixará o caminho direto entre a fonte e o receptor, produzindo níveis mais baixos de pressão sonora naquele receptor. Além disso, a orientação das folhas em relação às ondas sonoras incidentes desempenha um papel importante (NILSSON, 2013).

Na realidade brasileira o uso da vegetação se torna ainda mais interessante, pois trata-se de um elemento de custo muito baixo, com crescimento generoso num clima tropical úmido, baixo custo de manutenção e grande variedade de espécies.

O planejamento ou o esverdeamento de um espaço aberto existente e as soluções possíveis para os problemas de ruído urbano podem ser das mais diversas, dependendo da morfologia local, do clima e da natureza estética da proposta de desenho. Assim, proposta de projeto deve levar em conta todos os parâmetros locais, e para isso algumas estratégias do uso da vegetação como instrumento para controle do ruído urbano podem ser adequadas às realidades locais.

3. MÉTODO

3.1. Revisão Sistemática de Literatura

A técnica utilizada é a revisão sistemática de literatura, que constitui o processo usado para coletar e analisar dados sobre o tema de pesquisa proposto. A revisão sistemática é um método realizado em etapas, que visa realizar pesquisas com o propósito de responder questões específicas e em profundidade de forma sistematizada, utilizando-se de fontes abrangentes e artigos potencialmente relevantes que tenham passado por avaliações criteriosas e de qualidade, através de uma estratégia científica de busca explícita e replicável (COOK; SACKETT; SPITZER, 1995; COOK; MULROW; HAYNES, 1997; MULROW, COOK, DAVIDOFF, 1997; PETTICREW, 2001).

3.2. Método de Pesquisa

A pesquisa se deu em duas etapas. No primeiro momento, foi realizada uma revisão sistemática de literatura para investigar os principais resultados do uso de vegetação para atenuação de ruído urbano nas fontes de dados Periódicos Capes, *Google Academic* e nos anais dos Congressos ICA (*International Congress on Acoustics*) e SOBRAC (Sociedade Brasileira de Acústica). Essas bases foram escolhidas porque concentram diversos periódicos e pesquisas importantes relacionados ao tema do conforto acústico. No segundo momento, buscou-se sistematizar as estratégias encontradas do uso da vegetação para a melhoria da qualidade sonora no meio urbano.

4. RESULTADOS

A revisão sistemática buscou investigar "quais são as principais estratégias do uso de vegetação para melhorar a qualidade do ambiente sonoro urbano?". Com base nessa questão de revisão, foi desenvolvido o protocolo de investigação, que constam com os seguintes requisitos: artigos ou documentos nas línguas inglesa, espanhola, italiana, francesa ou brasileira; artigos revisados por pares; de publicação recente (no máximo 20 anos). Para a revisão foram adotadas as seguintes palavras-chave:

"vegeta* AND urban* AND acoustic* AND strateg*"

A busca digital dos artigos e livros foi feita nas bases de dados já referidas, limitada pela disponibilidade de acesso ao material. O Quadro 1 mostra os resultados da busca realizada.

BASES	Período analisado	Nº artigos selecionados	Nº artigos analisados
Periódicos CAPES	1998-2018	69	13
SOBRAC	2012-2014	01	01
ICA	2016	03	03
Google academic	2008-2018	509	22

Quadro 1. Busca e seleção de artigos para a revisão sistemática.

Posterior à busca dos estudos através das palavras-chaves, fez-se a seleção dos artigos pela leitura atenta aos resumos, quando foram selecionados aqueles que se enquadravam nos critérios de inclusão da pesquisa. Por fim, foram analisados minuciosamente 39 artigos e documentos, de onde buscou-se fazer a extração dos dados de forma sistematizada. Uma vez extraídos os dados das fontes, realizou-se uma classificação em categorias dos resultados encontrados por tipologia de vegetação e uso.

5. ESTRATÉGIAS VERDES/VEGETAIS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Neste tópico estão descritas e sistematizadas as principais estratégias encontradas sobre uso de vegetação urbana como instrumento de controle de ruído urbano. Essas estratégias estão classificadas por categorias de uso e tipo de vegetação, exemplificando e oferecendo soluções para se desenvolver espaços públicos abertos "mais verdes" e que auxiliam na redução de ruído ao passo que potencializam a qualidade sonora do ambiente urbano. Além de contribuir para a saúde pública, conforto térmico, aumentar a qualidade de vida dos cidadãos, essas estratégias podem contribuir para a proteção dos recursos naturais locais, bem como para a diversidade da vida silvestre.

5.1. Extensão de espaços verdes urbanos

Numa escala de nível urbano, ou até mesmo regional (meso e macroescala) existem um grande número de sistemas que estão constantemente interagindo. O projeto *Sonorus*, iniciado a partir do *European Noise Directive* (END) em 2002, visa analisar as relações entre tipos de uso de solo e qualidades acústicas ambientais. Segundo estudos do projeto *Sonorus*, existe relação direta entre a extensão da chamada "tranquilidade" nas cidades, ou seja, mais silenciosas, com a base de dados do espaço verde existente. Essa

abordagem tem uma base teórica em termos da física da propagação do som, uma vez que áreas verdes, como parques, geralmente têm baixos níveis de ruído dentro do contexto urbano de uma cidade. A partir disso novos indicadores foram propostos, como o indicador de porosidade da cidade (Δ *porous*), que considera a proporção de áreas verdes para as áreas construídas (construção e pavimentação), conforme apresentado na Equação 1, descritos no trabalho do grupo de pesquisa (SÁNCHEZ; MAURIZ; MARGARITIS, 2016). Este indicador também pode ser usado para prever os níveis de ruído de tráfego na macroescala (ALVES, 2016).

$$\Delta_{porous} = \frac{Green\ space\ coverage}{Building\ coverage + Road\ coverage} (Eq.1)$$

Equação 1: Indicador de porosidade da cidade

Numa escala local, as estratégias na sequência podem ser aplicadas e adaptadas à morfologia e condições da área.

5.2 Barreiras acústicas vegetais

As barreiras acústicas vegetais abrangem muros e elevações verticais vegetadas, com o objetivo de reduzir os níveis sonoros das áreas afetadas pelos altos índices de ruído (NILSSON ET AL, 2013). Na Figura 1, um exemplo de aplicação.



Figura 1: Barreira acústica vegetal.
Fonte: Google imagens. Site < http://www.i-trade.fr/mur-antibruit-vegetalisable>

5.2.1 Barreira de baixa altura - máximo 1m de altura (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: calçadas e ciclovias, próximo a um receptor no espaço de menos de 1 metro da barreira; habitação e espaços livres, como parques, em zonas de sombras de barreiras.

Redução de ruído: 3 a 12 dB(A) em relação a uma estrada urbana; e 9 a 15 dB(A) para vias de trens elétricos a uma distância de 2 a 50 metros.

Custo benefício: Promove o embelezamento e contribui para a segurança dos pedestres e ciclistas. Pode tomar algum espaço e reduzir a largura do passeio.

5.2.2 Barreira vegetal leve ao longo de pontes, viadutos e elevados - máximo 1m de altura (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: calçadas, ciclovias e áreas livres abaixo de ruas urbanas e trilhos de trens elétricos/ VLT; habitação no mesmo nível ou abaixo.

Redução de ruído: até 5 dB(A) abaixo de pontes de tráfego rodoviário; até 15 dB(A) abaixo de vias de VLT e trens elétricos.

Custo benefício: promove o embelezamento e contribui com a biodiversidade.

5.3 Taludes

Talude é um plano inclinado de terra, que pode ser coberto com vegetação ou não, e que tem como função principal dar estabilidade ao aterro. Na Figura 2, um exemplo de aplicação.



Figura 2: Talude vegetado em rodovia.
Fonte: Google imagens. Site https://www.engevant.com.br/rodovias-e-ferrovias/

5.3.1 Talude escalonado campado - tamanho máximo 1.20m, altura mínima da barreira 4m (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: parques, playgrounds, jardins, ao longo de ciclovias, calçadas, rodovias, para receptores em zona de sombra de barreira.

Redução de ruído: 6 a 14 dB(A) em uma distância de 1 a 20 metros, comparado com a barreira rígida reta descampada.

Custo benefício: promove embelezamento, contribui com a biodiversidade. Pode precisar de reforço na fundação da barreira.

5.3.2 Talude de terra com forte inclinação (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: áreas livres e casas ao longo de autoestradas e ferrovias.

Redução de ruído: até 5 dB(A) comparado com um talude trapezoidal suave a uma distância de 1 a 50 metros.

Custo benefício: promove o embelezamento, diminui a poluição visual, contribui para a biodiversidade. Toma mais espaço que uma barreira.

5.4 Grupos arbóreos

Grupos de árvores de grande porte. Na Figura 3, um exemplo de aplicação.



Figura 3: Cinturão verde.
Fonte: Google imagens < http://institutoaua.org.br>

5.4.1 Árvores em cânions urbanos e pátios (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: passeios e fachadas em ruas e pátios.

Redução de ruído: não mais que 2 dB(A) por posicionamento próximo de árvores em rua.

Custo benefício: solução totalmente verde (absorção de CO2, aumenta diversidade) e promove embelezamento.

5.4.2 Cinturão verde - múltiplas filas de árvores (FANG; LING, 2003).

Área de implantação: próximo de rodovias e autoestradas.

Redução de ruído: de 3 a 5,9 dB(A) em faixas de árvores e arbustos menos adensadas, com visibilidade entre 6m e 19m; redução de até 2,9 dB(A) em áreas com árvores e arbustos esparsos, com visibilidade de mais de 20m.

Custo benefício: contribui para a redução de CO2, aumenta biodiversidade, promove o embelezamento. Leva muitos anos para atingir o efeito máximo de redução de ruído. É indicado árvores altas de folhagem densa e perene.

5.4.3 Cinturão verde - múltiplas filas de árvores (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: espaços abertos próximo de rodovias e autoestradas,

Redução de ruído: até 6 dB(A) em uma distância de 50m para um cinturão de árvores de 5m de profundidade.

Custo benefício: solução totalmente verde (absorção de CO2, aumenta diversidade) e promove embelezamento, redução da poluição por retenção de partículas no ar. Leva muitos anos para atingir o efeito máximo de redução de ruído. Devem ser selecionadas espécies que permitem o plantio denso.

5.4.4 Árvores atrás de barreiras acústicas (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: áreas atrás de barreiras acústicas em propagação de som a sota-vento.

Redução de ruído: até 5 dB(A) em uma distância de 100m em forte sota-ventos próximo a rodovias.

Custo benefício: reduz fortemente o impacto visual negativo da barreira acústica. Necessita de copas densas para maximizar o efeito.

5.5 Forração

São plantas de cobertura do solo com crescimento rasteiro, constituído em sua maior parte por plantas da família das gramíneas. Na Figura 4, um exemplo de aplicação.



Figura 4: Gramado.
Fonte: Google imagens < https://itograss.com.br>

5.5.1 Gramado (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999)

Área de implantação: parques, praças, canteiros, trilhos de trens elétricos.

Redução de ruído: até 3 dB(A) em uma distância de 10m.

Custo benefício: baixo impacto visual, permite acesso, e toma mais espaço que uma barreira.

5.5.2 Faixas verdes (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: acostamentos e estacionamentos em áreas livres.

Redução de ruído: de 3 a 9 dB(A) em uma distância de 50m.

Custo benefício: promove o embelezamento.

5.5.3 Solo e forração (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: espaços abertos em áreas rurais ao longo de autoestradas.

Redução de ruído: até 9 dB(A) em uma distância de 50m.

Custo benefício: promove o embelezamento e aumenta os espaços verdes.

5.5.4 Plantações (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: espaços abertos em áreas rurais ao longo de autoestradas.

Redução de ruído: até 5 dB(A).

Custo benefício: contribui para o provimento de alimentos. Efeito sazonal.

5.6 Paredes e fachadas vegetadas

Paredes verdes, jardins verticais, fachadas vegetadas são paredes com cobertura vegetal. Podem ser constituídas por blocos de jardineiras sobrepostas, módulos aplicados a superfície da parede, ou pelo simples plantio de plantas tipo trepadeiras em jardineiras no piso. Na Figura 5, um exemplo de aplicação.



Figura 5: Fachada vegetada.
Fonte: Google imagens < http://www.cristinamello.com.br/>

5.6.1 Paredes vegetadas (AZKORRA; ZALOA ET AL, 2015).

Área de implantação: instalação de 42 módulos-base, totalizando 10.08m², pré-cultivado de sistema de parede verde.

Redução de ruído: 14 dB para ruído de tráfego.

Custo benefício: promove o embelezamento. Material sustentável, com reciclagem de resíduos plásticos na fabricação dos módulos da parede verde.

5.6.2 Fachada frontal (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: fachadas principais.

Redução de ruído: de 2 a 3 dB(A) em uma altura de 1,5m a 4m na fachada.

Custo benefício: promove o embelezamento e reduz a poluição do ar.

5.6.3 Fachadas vegetadas em praças urbanas (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: fachadas principais.

Redução de ruído: 3 dB(A) em uma altura de 1,5 ao longo da praça.

Custo benefício: promove o embelezamento, o isolamento térmico do edifício. Pode fazer a praça parecer escura por reduzir a refletância da luz. Alto custo para instalação e manutenção. Ciclo de vida curto: 10 anos.

5.6.4 Fachadas de pátios vegetadas (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: fachadas construídas em pátios

Redução de ruído: 4 dB(A) em uma altura de 1,5m ao longo do pátio e ao longo da altura da fachada.

Custo benefício: promove o embelezamento. Reduz a poluição do ar. Promove o isolamento térmico do edifício. Pode fazer o pátio parecer escuro por reduzir a refletância da luz. Alto custo para instalação e manutenção. Ciclo de vida curto: 10 anos.

5.6.5 Pátios abertos vegetados (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: fachada do edifício.

Redução de ruído: 4,5 dB(A) em uma altura de 1,5m ao longo do pátio e ao longo da altura da fachada.

Custo benefício: promove o embelezamento. Promove o isolamento térmico do edifício. Pode fazer o pátio parecer escuro por reduzir a refletância da luz. Alto custo para instalação e manutenção. Ciclo de vida curto: 10 anos.

5.7 Telhados vegetados

Telhado verde, cobertura verde ou vegetada, é uma técnica da arquitetura voltada para o plantio nos telhados ou lajes de cobertura dos edifícios, muito utilizada para o conforto térmico da edificação. Na Figura 6, um exemplo de aplicação.



Figura 6: Telhado verde.
Fonte: Google imagens < https://www.hometeka.com.br>

5.7.1 Telhado verde extensivo (VAN RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2009).

Área de implantação: instalação de telhado verde extensivo (20 cm de substrato) no telhado em edifício em *canyon* urbano.

Redução de ruído: de 3 a 5,5 dB(A) por laje de cobertura e de 5 a 6,5 dB (A) por telhado inclinado em *canyon* urbano.

Custo benefício: promove o embelezamento. Reduz a perda de calor e a entrada do fluxo de calor para o edifício. Promove o isolamento térmico do edifício. Melhora o escoamento de água da chuva. Menor custo de instalação e manutenção. Ciclo de vida longo: 50 anos.

5.7.2 Telhado verde semiextensivo (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: instalação de telhado verde semiextensivo (10cm de substrato) no telhado envolta do pátio.

Redução de ruído: 2,5 dB(A) por cobertura plana e 8dB(A) por telhado inclinado em uma altura de 1,5m em torno do pátio e na fachada ao longo da altura do edifício.

Custo benefício: promove o embelezamento. Reduz a perda de calor e a entrada do fluxo de calor para o edifício. Promove o isolamento térmico do edifício. Melhora o escoamento de água da chuva. Menor custo de instalação e manutenção. Ciclo de vida longo: 50 anos.

5.7.3 Barreira de telhado (NILSSON ET AL, 2013).

Área de implantação: 0,64 x 0,96m (largura e altura) de barreira nas bordas do edifício envolta do pátio.

Redução de ruído: 3 dB(A) quando a barreira está colada ao longo dos dois lados do edifício central em uma altura de 1,5m envolta do pátio e na fachada ao longo da altura do edifício.

Custo benefício: promove o embelezamento. Promove a proteção da cobertura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Beatley (2013), o "som é parte integrante do ambiente urbano, e há uma consciência crescente de que ele deve ser considerado no mesmo nível de importância que a estética visual no

planejamento urbano e no processo de desenho" (BEATLEY, 2013). Assim, a paisagem sonora é um aspecto essencial para qualidade de vida nas cidades.

O desenho da paisagem sonora pode ser considerado uma faceta do desenho urbano (REHAN, 2016). A ideia principal deste artigo foi focar nas estratégias do uso da vegetação como instrumento para o planejamento urbano acústico. Tornar o som um aspecto importante do desenvolvimento urbano, e agregar estratégias de uso da vegetação para o esverdeamento das cidades pode ser uma ferramenta decisiva para atenuação de ruído, e mais que isso, uma ferramenta para qualificar os ambientes sonoros.

A partir da revisão sistemática de literatura foram selecionados e consultados 39 artigos científicos, que forneceram subsídios para a elaboração das 21 estratégias vegetadas como instrumentos para o planejamento urbano acústico. A maior parte dessas estratégias resultaram de 3 trabalhos – Nilsson (2013); Van Renterghem e Botteldooren (2009); e Azkorra (2015). Esses trabalhos trouxeram maior contribuição para o desenvolvimento das estratégias vegetadas uma vez que especificaram o desempenho da vegetação urbana em decibéis.

Por fim, este artigo buscou sistematizar informações que possam de alguma forma auxiliar planejadores urbanos e demais membros da comunidade no processo de planejamento urbano para tornar os ambientes urbanos mais agradáveis de se viver.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. et al. Urban sound planning-the SONORUS project. In: **INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings**. Institute of Noise Control Engineering, p. 2662-2671, 2016.

AZKORRA, Z. et al. Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. **Applied Acoustics**, v. 89, p. 46-56, 2015.

BEATLEY, T. Celebrating the natural soundscapes of cities. **The nature of cities**, 2013. <http://sustainablecitiescollective.com/nature-cities/ 111251/celebrating-natural-soundscapes-cities>

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological economics**, v. 29, n. 2, p. 293-301, 1999.

BOTTELDOOREN, D. et al. The urban soundscape–a different perspective. **Sustainable mobility in Flanders: The livable city**, p. 177-204, 2008.

BROWN, A. L. Soundscapes and environmental noise management. **Noise Control Engineering Journal**, v. 58, n. 5, p. 493-500, 2010.

FANG, C.; LING, D. Investigation of the noise reduction provided by tree belts. **Landscape and urban planning,** v. 63, n. 4, p. 187-195, 2003.

KLOTH, M. et al. Practitioner handbook for local noise action plans-recommendations from the SILENCE project. **AVL List GmbH,** Austria, 2008.

LI, F. et al. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. **Landscape and urban planning**, v. 72, n. 4, p. 325-336, 2005.

NILSSON, M. et al. Novel Solutions for Quieter and Greener Cities. 2013.

PÉREZ, G. et al. Acoustic insulation capacity of Vertical Greenery Systems for buildings. **Applied Acoustics**, v. 110, p. 218-226, 2016.

PIOVESAN, T. R. et al. Absorção Sonora de dois sistemas modulares de telhados verdes brasileiros. **Anais do XXV Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica,** p 369-376, Campinas-SP, 2014.

REGO, A.Q.; NIEMEYER, M. L.; VASCONCELLOS, V. Passeio sonoro: uma metodologia para procedimentos de campo e registro de dados (Parque Do Flamengo, RJ). 11º Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil. **Anais de Congresso**, 2012.

REHAN, R. M. The phonic identity of the city urban soundscape for sustainable spaces. **Hbrc Journal**, v. 12, n. 3, p. 337-349, 2016.

SÁNCHEZ, G. E.; MAURIZ, L. E.; MARGARITIS, S. Controlling the sound environment. Urban sound planning - the SONORUS project, 2016.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D. Reducing the acoustical façade load from road traffic with green roofs. **Building and environment**, v. 44, n. 5, p. 1081-1087, 2009.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.