

**Marcia Regina Werner Schneider Abdala**  
(Organizadora)



# **Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Marcia Regina Werner Schneider Abdala**

(Organizadora)

# Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
I34	Impactos das tecnologias na engenharia civil 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-542-6 DOI 10.22533/at.ed.426192008  1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.  CDD 690
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4261920081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
ARQ&CIVIL NAS ESCOLAS- PROJETO PESCADORES DE VIDA	
Marina Naomi Furukawa	
Ana Luisa Silva Alves	
Andressa Gomes dos Santos	
Gabriel Belther	
Gabriel Souza da Silva	
Iago Raphael Mathias Valejo	
Ítalo Guilherme Sgrignoli Madeira	
Luana Manchenho	
Marcelo Ambiel	
Vinicius Gabriel Parolin de Souza	
Vitor Hugo Vieira Brandolim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4261920082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
RESPOSTAS À DEMANDA POR HABITAÇÃO: QUALIDADE DE VIDA E DO ESPAÇO DA CIDADE	
Isabella Gaspar Sousa	
Maria do Carmo de Lima Bezerra	
Alice Cunha Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4261920083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
CORREDORES VERDES PARA A REABILITAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS	
Daniella do Amaral Mello Bonatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4261920084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ANÁLISE SOBRE A TRANSFORMAÇÃO TERRITORIAL NA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE MARICÁ/RJ	
Amanda da Conceição Rocha de Melo Nogueira	
Gisele Silva Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4261920085</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 62**

ANÁLISE DAS TEMPERATURAS INTERNAS E SUPERFICIAIS EM DIFERENTES REVESTIMENTOS URBANOS SOB AS COPAS DAS ESPÉCIES ARBÓREAS OITI (LICANIA TOMENTOSA) E MANGUEIRA (MANGIFERA INDICA) EM CUIABÁ - MT

Karyn Ferreira Antunes Ribeiro  
Flávia Maria de Moura Santos  
Marcos Valin de Oliveira Jr  
Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira  
Fernanda Miguel Franco  
José de Souza Nogueira  
Marcelo Sacardi Biudes  
Carlo Ralph De Musis

**DOI 10.22533/at.ed.4261920086**

**CAPÍTULO 7 ..... 77**

INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MICROCLIMA: ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DO AÇÚCAR, EM MACEIÓ – ALAGOAS

Sofia Campus Christopoulos  
Clarice Gavazza dos Santos Prado  
Patrícia Cunha Ferreira Barros  
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.4261920087**

**CAPÍTULO 8 ..... 88**

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL SOBRE O AMBIENTE INTERNO DAS CONSTRUÇÕES, COM ÊNFASE EM VIDROS

Giovana Miti Aibara Paschoal  
Paula Silva Sardeiro Vanderlei

**DOI 10.22533/at.ed.4261920088**

**CAPÍTULO 9 ..... 100**

INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

Sérgio Luiz Garavelli  
Armando de Mendonça Maroja

**DOI 10.22533/at.ed.4261920089**

**CAPÍTULO 10 ..... 113**

POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT

Cristiane Rossatto Candido  
Renata Mansuelo Alves Domingos  
João Carlos Machado Sanches

**DOI 10.22533/at.ed.42619200810**

**CAPÍTULO 11 ..... 125**

MAPEAMENTO COLETIVO NO LOTEAMENTO INFRAERO II EM MACAPÁ

Victor Guilherme Cordeiro Salgado  
Mauricio Melo Ribeiro  
Melissa Kikumi Matsunaga

**DOI 10.22533/at.ed.42619200811**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>138</b>
ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO (PDDRU)	
<a href="#">Andrea Sartori Jabur</a> <a href="#">Adriana Macedo Patriota Faganello</a> <a href="#">Mateus Pimenta De Castro</a> <a href="#">João Victor Souza Scarlatto Da Silva</a> <a href="#">Renan Meira Teles</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200812</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>151</b>
O MODELO DA CIDADE PORTUÁRIA REVISITADO	
<a href="#">Manuel Francisco Pacheco Coelho</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200813</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>163</b>
PLANEJAMENTO URBANO UTILIZANDO MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DO SETOR NORTE DO PERÍMETRO DE GOIÂNIA-GO, EM ESCALA 1:25.000.	
<a href="#">Henrique Capuzzo Martins</a> <a href="#">João Dib Filho</a> <a href="#">Beatriz Ribeiro Soares</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200814</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>175</b>
A RELAÇÃO ENTRE OS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DAS ZEIS E O MERCADO IMOBILIÁRIO: O CASO DAS ÁREAS DE LAZER E CULTURA EM PALMAS-TO	
<a href="#">Jordana Coêlho Gonsalves</a> <a href="#">Milena Luiza Ribeiro</a> <a href="#">Taynã Cristina Bezerra Silva</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200815</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>187</b>
REGIMES DE PROPRIEDADE FLORESTAL, FOGOS E ANTICOMUNS: O CASO PORTUGUÊS	
<a href="#">Manuel Francisco Pacheco Coelho</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200816</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>202</b>
MOBILITY MEASURED BY THE URBAN FORM PERFORMANCE OF THE CITY	
<a href="#">Peterson Dayan</a> <a href="#">Rômulo José da Costa Ribeiro</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200817</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>216</b>
ANÁLISE INTEGRADA DE FLUXOS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS INTELIGENTES ATRAVÉS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS COLETADOS EM TEMPO REAL	
<a href="#">Maria Rachel de Araújo Russo</a> <a href="#">Naliane Roberti de Paula</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200818</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>230</b>
INFLUÊNCIA DOS APLICATIVOS DE SMARTPHONES PARA TRANSPORTE URBANO NO TRANSITO	
<a href="#">Maria Teresa Françoso</a> <a href="#">Natália Custódio de Mello</a> <a href="#">Heloisa Moraes Treiber</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200819</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>244</b>
MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA PARA O PROBLEMA DE CARPOOLING: UM ESTUDO DE CASO NA UFSC JOINVILLE	
<a href="#">Natan Bissoli Silvia</a> <a href="#">Lopes De Sena Taglialienha</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200820</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>257</b>
UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA	
<a href="#">Adriano Paranaiba</a> <a href="#">Eliez Bulhões</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200821</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>271</b>
A QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO COMO MEIO SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE URBANA EM MANAUS	
<a href="#">Maximillian Nascimento da Costa</a> <a href="#">Jussara Socorro Cury Maciel</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200822</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>284</b>
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CORREDOR EXCLUSIVO DE ÔNIBUS E DA SINCRONIZAÇÃO SEMAFÓRICA NA VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO E EMISSÃO DE GASES POLUENTES: O CASO DE GOIÂNIA	
<a href="#">Mariana de Paiva</a> <a href="#">Maxion Junio de Alcantara</a> <a href="#">Filipe de Oliveira Fernandes</a> <a href="#">Denise Aparecida Ribeiro</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200823</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>298</b>
ESTUDO PRÉVIO PARA DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CÂMPUS UNIVERSITÁRIOS	
<a href="#">Sheila Elisângela Menini</a> <a href="#">Andressa Rosa Mesquita</a> <a href="#">Taciano Oliveira da Silva</a> <a href="#">Heraldo Nunes Pitanga</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200824</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>312</b>
O TRANSPORTE URBANO DE CARGA E O CENTRO COMERCIAL DE BELÉM	
<a href="#">Christiane Lima Barbosa</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.42619200825</b>	

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 324**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 325**

## INFLUÊNCIA DOS JARDINS VERTICAIS NO CLIMA ACÚSTICO DE UMA CIDADE

**Sérgio Luiz Garavelli**

Centro Universitário de Brasília, Engenharias,  
Brasília-DF.

**Armando de Mendonça Maroja**

Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina,  
Brasília-DF.

**RESUMO:** Em centros urbanos, a poluição sonora que acarreta prejuízos à saúde e a qualidade de vida da população aumentou nas últimas décadas. Ações no intuito de preservar e ou melhorar estes ambientes são fundamentais no sentido de tornar o desenvolvimento urbano sustentável. Uma das soluções que tem ganhado espaço nos últimos anos são os jardins verticais, entretanto as pesquisas relacionadas a este tema ainda são escassas. Os jardins verticais proporcionam ao ambiente construído o aumento no isolamento térmico e da absorção da radiação solar, o que provoca a diminuição no aquecimento das edificações e também do fenômeno conhecido como ilhas de calor. Este estudo apresenta os resultados de simulações computacionais com implantação de jardins verticais em duas áreas da cidade de Águas Claras, localizada no Distrito Federal. Os resultados indicam que a implantação de jardins verticais não provocou alterações significativas no clima acústico da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** poluição sonora, jardins

verticais, mapa de ruídos.

### INFLUENCE OF GREEN VERTICAL SYSTEMS IN THE ACOUSTIC CLIMATE OF A CITY

**ABSTRACT:** In urban centers, the noise pollution that causes damages to the health and quality of life of the population has increased in the last decades. Actions to preserve and / or improve these environments are fundamental in making urban development sustainable. One of the solutions that have gained space in the last years is the vertical gardens, however the research related to this subject is still scarce. The green vertical systems provide to the built environment the increase in thermal insulation and the absorption of solar radiation, which causes a decrease in the heating of buildings and also the phenomenon known as heat islands. This study presents the results of computational simulations with implantation of vertical gardens in two areas of the city of Águas Claras, located in the Federal District, Brazil. The results indicate that the implantation of vertical gardens did not provoke significant alterations in the acoustic climate of the region.

**KEYWORDS:** noise pollution, green vertical systems, noise map.

## 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da população observado nos centros urbanos nas últimas décadas agravou a contaminação ambiental por agentes como a poluição do ar e a poluição sonora, acarretando prejuízos à saúde e a qualidade de vida da população. Assim, ações que visam preservar e ou melhorar a qualidade destes ambientes são fundamentais no sentido de tornar o desenvolvimento urbano sustentável.

A exposição a níveis elevados de pressão sonora (NPS) é um problema grave em grandes centros urbanos, que tem aumentado nas últimas décadas. A poluição sonora é considerada pela Organização Mundial de Saúde como um problema de saúde pública, que afeta negativamente a qualidade de vida e a saúde de milhões de pessoas (WHO, 1999). Nas grandes cidades a principal fonte de ruído é o tráfego urbano, onde o transporte de massa tem uma contribuição significativa. Em muitas cidades, o sistema de transporte ferroviário, particularmente o metrô, contribui de maneira efetiva para o agravamento deste quadro.

Estudos envolvendo acústica ambiental visando avaliar os NPS gerados pelo transporte têm sido realizados por vários pesquisadores (Soeta e Shimokura, 2012; Lang and Stani, 1977; Paunović, Belojević and Jakovljević, 2014; Maroja *et al.*, 2014). A pesquisa realizada por Freia, Mohlera e Roolia (2014), investigou os efeitos da exposição ao ruído devido ao tráfego rodoviário moderado, na qualidade do sono, ou seja, o ruído noturno. Os resultados identificaram uma associação entre a qualidade do sono e o incômodo percebido.

No sentido de buscar soluções mitigadoras para problemas ambientais que afetam as cidades está a implantação de coberturas vegetais, muitas vezes negligenciada, mesmo sendo amplamente reconhecido o papel da vegetação nos ambientes urbanos. No mundo a preocupação com as condições de conforto ambiental urbano ocupa lugar de destaque e vem acompanhada de novas soluções para minimizar esses problemas. Uma das soluções que tem ganhado espaço nos últimos anos são os jardins verticais, entretanto as pesquisas relacionadas a este tema ainda são incipientes.

Os jardins verticais proporcionam ao ambiente construído o aumento no isolamento térmico e da absorção da radiação solar, o que provoca a diminuição do aquecimento das edificações e também do fenômeno conhecido como ilhas de calor. Aumenta a absorção de carbono, reduzindo a poluição do ar e melhorando sua qualidade e umidade. Proporciona ainda o aumento no isolamento acústico e da absorção sonora, gerando uma melhoria nas condições de conforto acústico em ambientes urbanos, além da qualidade visual, assim, transcende o conceito de um recurso estético, representando uma possibilidade de reduzir os impactos da urbanização sobre o meio ambiente e de melhoria do clima urbano (Othman *et al.*, 2016).

A História mostra que as fachadas com vegetação não são tecnologias novas, desde a década de 1980, pesquisas têm sido desenvolvidas avaliando os efeitos isolantes das plantas nas fachadas, a capacidade das plantas de mitigar a poeira, os

efeitos de resfriamento proporcionado pela evaporação das plantas e a criação de habitat para animais. O potencial das fachadas verdes para melhorar o microclima urbano e a pegada ecológica dos edifícios é grande, mas ainda são pouco utilizadas em países fora da Europa (Köhler, 2008).

As fachadas verdes também podem ser utilizadas como sistemas passivos de economia de energia, a sombra produzida pela vegetação, o isolamento proporcionado pela vegetação e substrato, o resfriamento devido a evaporação e o efeito de barreira ao vento, são os principais fatores relacionados a economia de energia proporcionada pelos jardins verticais. (Pérez *et al.*, 2011). O trabalho dos autores descreve os resultados sobre o comportamento de uma fachada verde de dupla pele ou cortina verde nas condições do Mediterrâneo continental seco. Verificou-se que é criado um microclima entre a parede do edifício e a cortina verde, sendo caracterizado por temperaturas inferiores e umidade relativa mais alta, significando que a tela verde atua como uma barreira contra o vento e confirma o efeito de evaporação devido a transpiração das plantas. Peres *et al.* (2014) organizaram um artigo que faz a revisão da literatura sobre os jardins verticais como ferramenta passiva para economia de energia em edifícios, concluíram que os jardins verticais oferecem grande potencial na redução do consumo de energia, especialmente em edifícios.

Os trabalhos relacionados com a alteração do clima acústico em ambientes urbanos devido a implantação de jardins verticais são mais escassos, quando comparados às pesquisas que tratam da economia de energia e temperatura. Calleri *et al.* (2017) investigaram a influência de diferentes materiais de fachadas no clima acústico de uma área urbana. A investigação foi realizada por meio de simulações com três tipos materiais, três coeficientes de dispersão das fachadas e duas posições de escuta foram testados enquanto a posição e as características da fonte sonora foram mantidas invariáveis. Os resultados indicaram que o coeficiente de absorção das fachadas e as posições do ouvintes afetam significativamente amplitude percebida dos espaços, enquanto o coeficiente de espalhamento não é influente. Concluíram ainda que o tempo de reverberação e os níveis de pressão sonora (NPS) podem não ser suficientes para constatar diferenças na percepção.

Ismail (2013) utilizou um modelo computacional simplificado para investigar os efeitos da instalação de vegetação vertical na propagação de ruído de longa distância, utilizou como os parâmetros geométricos da textura urbana islâmica. Os resultados mostraram que a atenuação relativa dos jardins verticais aumentou efetivamente perto da fonte. No entanto, para locais mais distantes da fonte a atenuação foi pouca efetiva.

O estudo de Van Renterghem *et al.* (2014) avaliou a propagação do ruído do tráfego rodoviário nos edifícios do centro de uma cidade. Os resultados mostraram que as fachadas de vegetação são mais eficientes quando aplicadas em cânions de cidades estreitas com materiais de fachada acusticamente reflexivos, foi observada uma diminuição dos níveis de pressão sonora em torno de 1,0 dB(A).

Azkorra *et al.* (2015), realizaram uma pesquisa em laboratório que avaliou o

isolamento acústico e o coeficiente de absorção sonora de jardins. Os resultados indicaram um índice de redução sonora ( $R_w$ ) de 15 dB e coeficiente de absorção sonora ponderado ( $\alpha$ ) de 0,40. Concluíram que os jardins verticais têm um potencial significativo como uma ferramenta de isolamento acústico para edifícios.

Este trabalho foi realizado em Águas Claras, região Administrativa do Distrito Federal, Brasil, que apesar de ser uma cidade jovem e planejada, sofre com as consequências do processo de urbanização e adensamento populacional. Esses processos juntamente com o crescimento constante do tráfego rodoviário levam a um número crescente de problemas ambientais, dentre eles destaca-se ruído. Atualmente, em Águas Claras, as principais fontes de ruído são oriundas dos transportes, o tráfego rodoviário e o metrô, que na cidade quase em sua totalidade é de superfície.

A cidade de apenas 22 anos possui aproximadamente 150 mil habitantes e foi construída as margens da linha do metrô, como mostra a Figura 1. Atualmente o Metrô-DF conta com uma malha de aproximadamente 42 km, que liga a região administrativa de Brasília às de Ceilândia e Samambaia, possui 24 estações em funcionamento. Com uma frota de 32 trens, transporta em média 160 mil passageiros por dia. Como característica especial, a maior parte da malha metroviária é de superfície, ou seja, a céu aberto — em trincheiras, sobre aterros, ou em faixas isoladas do terreno. Esta característica propiciou um custo menor da instalação do sistema, porém pelo fato de estar exposto, o ruído ambiental produzido pelo metrô atinge a população residente na vizinhança da malha de superfície. Os usuários nas estações e no interior dos vagões, durante o trajeto, também estão expostos aos ruídos emitidos pela operação do metrô. Dos 32 trens utilizados, 20 trens são da série 1000 (mais antigos) e 12 trens são da série 2000 (mais novos). A velocidade máxima dos trens é de 80 km/h, utilizam a bitola de 1.600 mm (Bitola Irlandesa) e a alimentação elétrica é realizada por um terceiro trilho.

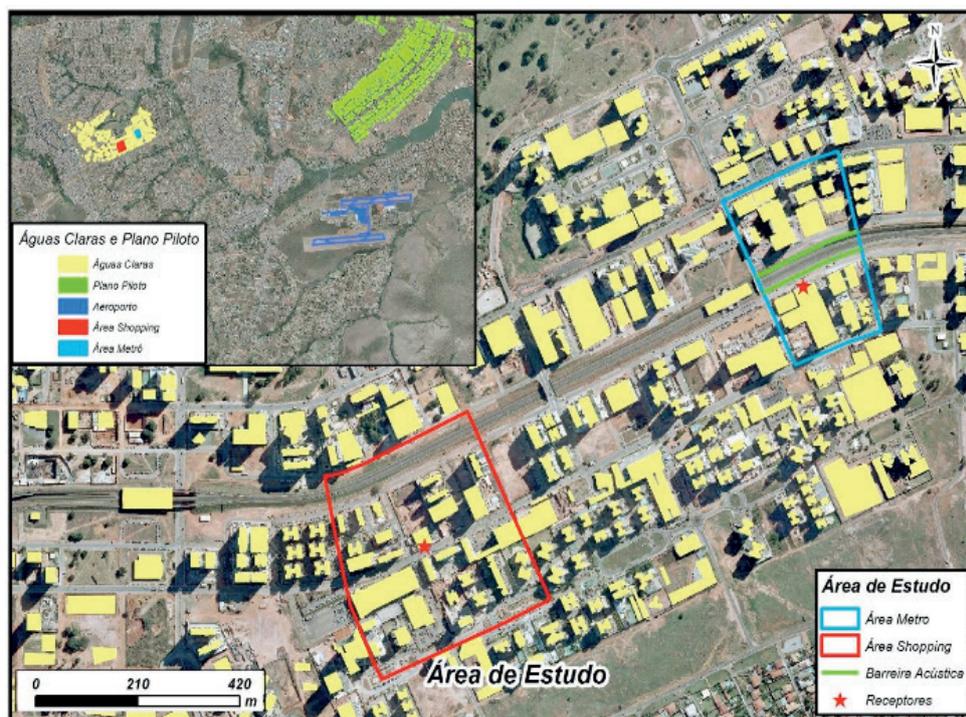


Figura 1: Localização das áreas de estudo, em Águas Claras – DF

Fonte: Produzida pelos autores

Em estudos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa (Garavelli *et al.*, 2016; Ali *et al.*, 2017), foi constatado que o ruído ambiental produzido pelo do metrô que chega nas fachadas de edifícios durante a passagem atinge NPS acima de 70 dB(A).

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar os impactos da implantação de jardins verticais no clima acústico da cidade de Águas Claras - DF. A simulação foi realizada em duas regiões com vizinhança acústica diferente. A primeira as margens de um avenida com grande fluxo de veículos e com configuração de rua em U, e a outra numa área cortada pela via férrea de superfície. As duas áreas de estudo estão identificadas na Figura 1.

## 2 | METODOLOGIA

O método tem como base simulações e modelagens com a elaboração de mapas acústicos, realizada através da predição dos NPS que atingem a fachada dos edifícios e estimativa da população exposta ao ruído ambiental por faixa dos indicadores acústicos  $L_{den}$  e  $L_n$ .

A metodologia utilizada pode ser dividida nas seguintes etapas: avaliação dos níveis de pressão através de medições *in situ*; coleta dos dados do fluxo devido ao tráfego rodoviário e ferroviário; simulações através do software de simulação ambiental SoundPlan para gerar os mapas acústicos; calibração do mapa e simulações com a implantação de jardins verticais para a região mais impactada pelo tráfego rodoviário e a implantação de barreiras recobertas por jardins verticais nos locais atingidos pelo tráfego rodoviário e ferroviário.

Os parâmetros acústicos de interesse na análise do ruído ambiental utilizados são definidos a partir do nível de pressão sonora equivalente  $L_{eq}(A)$ : nível do ruído contínuo equivalente ao som produzido durante um dado período de tempo medido com o filtro de frequências na ponderação A.

Segundo a Diretiva Europeia 2002/49/EC o  $L_{den}$  é definido pela equação:

$$L_{den} = 10 \times \log_{10} \left[ \frac{1}{24} \left( 12 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right] \quad (1)$$

Onde  $L_d$  é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 12h avaliado entre 6h e 18h;  $L_e$  é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 4h avaliado entre 18h e 22h (entardecer);  $L_n$  é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 8h avaliado entre 22h e 6h. No caso, os indicadores  $L_d$ ,  $L_e$  e  $L_n$  devem ser medidos com o filtro de frequências na ponderação "A". A equação mostra que o indicador  $L_{den}$  representa o nível de pressão sonora nas 24h do dia, com a aplicação de uma ponderação diferenciada para os ruídos emitidos durante o período do anoitecer/entardecer (correção -5 dB) e da noite (correção +10 dB). Os limites de horários foram adaptados à legislação brasileira.

Vamos denominar de Área 1 a região com configuração em U, ou seja, com acima de 95% de edifícios em ambos os lados. Os jardins verticais foram simulados nas áreas disponíveis das fachadas dos edifícios, destacadas na figura 2. Foram posicionados próximos e paralelos as fachadas dos edifícios. O coeficiente de absorção médio para todas as faixas de frequência considerado foi de 0,4 no lado da barreira voltado para o exterior e 1,0 do lado voltado para fachada, envidando assim qualquer influência nos resultados. Já na região localizada as margens da via do metrô, Área 2, os jardins verticais foram simulados como barreiras acústicas recobertas por jardins em ambos os lados. As barreiras verticais foram simuladas com 2,5m de altura e mais 1m de estrutura que forma um ângulo de 45° com barreira, voltada para o trilho do metrô. Nesse caso nos dois lados coeficiente de absorção médio para todas as faixas de frequência foi considerado como 0,4.

Os mapas de ruído foram elaborados segundo as recomendações das diretrizes indicadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) "Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído" (APA, 2011), que segue as recomendações da Diretiva Europeia 2002/49/CE.

As avaliações acústicas *in situ* foram realizadas em intervalos de tempo de 15 min, em dias sem atividades como trovões ou chuva. Para cada medida foi feita a análise em bandas de oitavas, que permitiu a verificação da existência de componentes tonais. O equipamento utilizado foi o sonômetro FUSION da 01dB, com calibrador Acústico da 01 dB Steel, tripé e protetor de vento. O sonômetro e o calibrador foram calibrados em

laboratório acreditado pelo INMETRO (RBC). A análise dos dados foi realizada com uso do *software* dBTraid da 01dB e o equipamento de medição foi calibrado antes e após a realização das medidas.

A seguir estão descritos os parâmetros utilizados para as simulações computacionais. Na modelagem do ruído ferroviário foi utilizado o modelo de propagação RMR-2002/Categoria 7. O fluxo dos trens do metrô foi obtido a partir dos horários de funcionamento disponíveis no site do Metrô - DF (METRO, 2018). As movimentações médias dos trens foram determinadas por meio da periodicidade, correspondendo a uma média de 13 trens por hora tanto no período diurno como no entardecer. Não foi considerado o período noturno, pois poucas viagens acontecem entre 22h e 6h. A velocidade média dos trens foi estabelecida em 50km/h.

O ruído do tráfego rodoviário foi avaliado através do modelo matemático NMPB-Routes. O fluxo e a composição do tráfego veicular foram determinados a partir dos dados dos Controladores Eletrônicos de Velocidade – CEV fornecidos pelo Departamento de Trânsito do DF. Esses aparelhos, além de registrarem as infrações de trânsito, armazenam dados referentes ao volume e a composição do tráfego nas 24h do dia. O relatório de volume de tráfego rodoviário apresenta a contagem de veículos para cada hora do dia classificados nas seguintes categorias: motos, pequenos, médios e pesados.

Na elaboração dos mapas de ruído, motos, pequenos e médios foram classificados como veículos leves e os “pesados” como veículos pesados. As médias de fluxo e composição foram determinadas a partir de dados do período de maio/2016 a maio/2017 e complementadas com filmagens, considerando a passagem pelos aparelhos de mais de 90 mil veículos por dia em média. A velocidade dos veículos leves e pesados foi considerada como 50 km/h e o pavimento das vias como asfalto liso. A comparação entre os valores dos níveis de pressão medidos in situ e os previstos pelos mapas apresentaram um desvio menor do que 3 dB(A). O passo da grelha foi estabelecido em 5m para os mapas de ruído rodoviário e ferroviário, com altura de cálculo de 4m. Os valores médios anuais de 25°C para temperatura e umidade relativa de 70% foram utilizados.

### 3 | RESULTADOS

Os mapas acústicos com os resultados das simulações para a Área 1 estão apresentados nas Figuras 2 e 3, na primeira sem a implantação dos jardins verticais e na outra com a implantação.

A diferença entre os mapas apresentados nas Figuras 2 e 3 são muito sutis, quase imperceptíveis, indicando que a implantação dos jardins verticais neste caso não provoca grandes alterações no ambiente acústico.

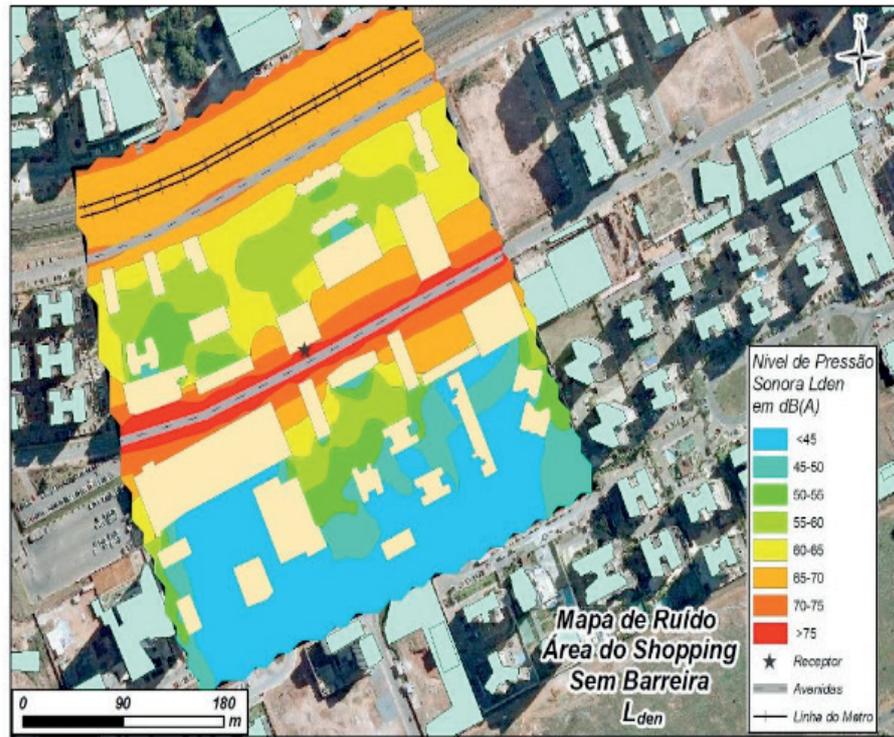


Figura 2: Mapa de ruídos sem a implantação dos jardins verticais (Área 1)

Fonte: Produzida pelos autores

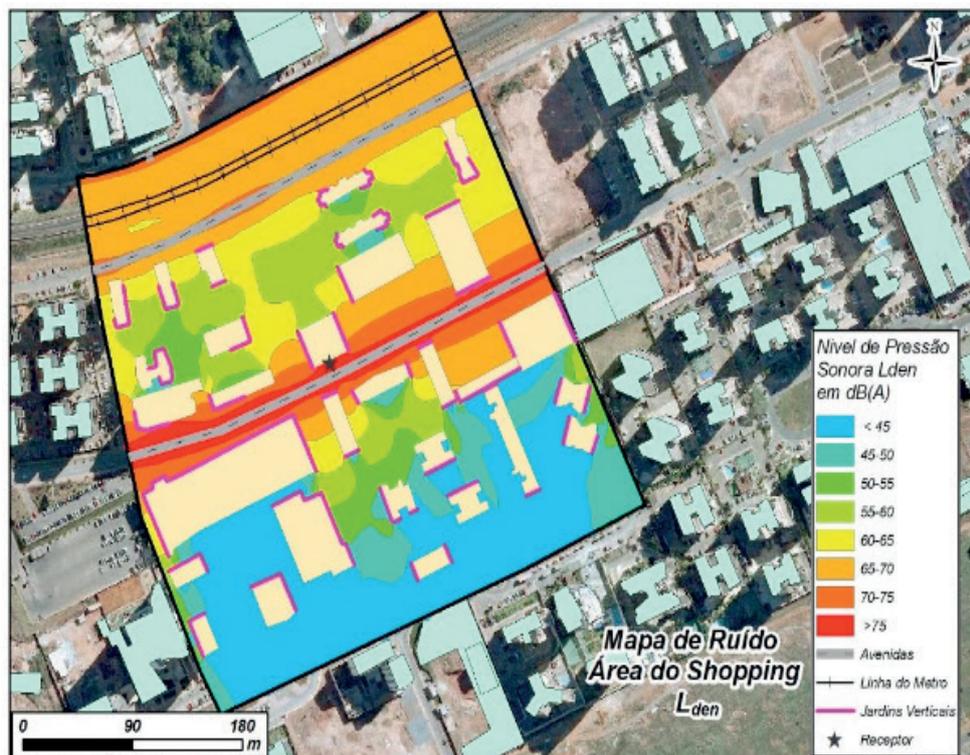


Figura 3: Mapa de ruídos com a implantação dos jardins verticais (Área 1)

Fonte: Produzida pelos autores

As Figuras 4 e 5 apresentam os mapas acústico para a Área 2, sendo a primeira com o ruído gerado pelo metrô, porém sem a implantação das barreiras revestidas com os jardins verticais. Na Figura 5 estão os resultados com a implantação das barreiras.

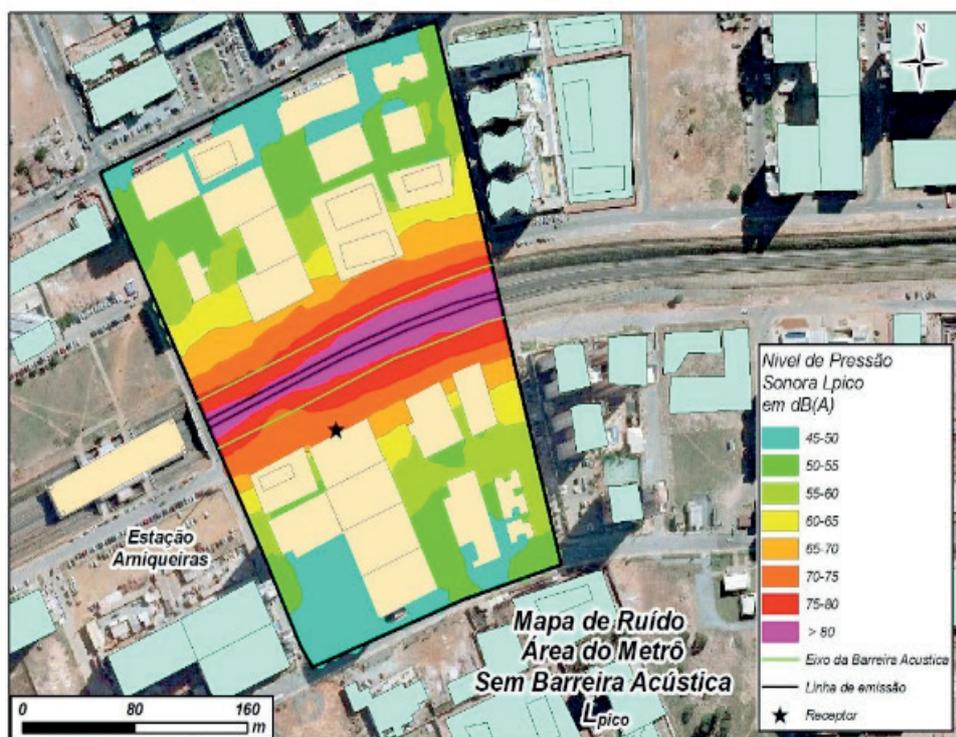


Fig. 4– Mapa de ruído da área do Metrô, sem barreiras acústicas (Área 2)

Fonte: Produzida pelos autores

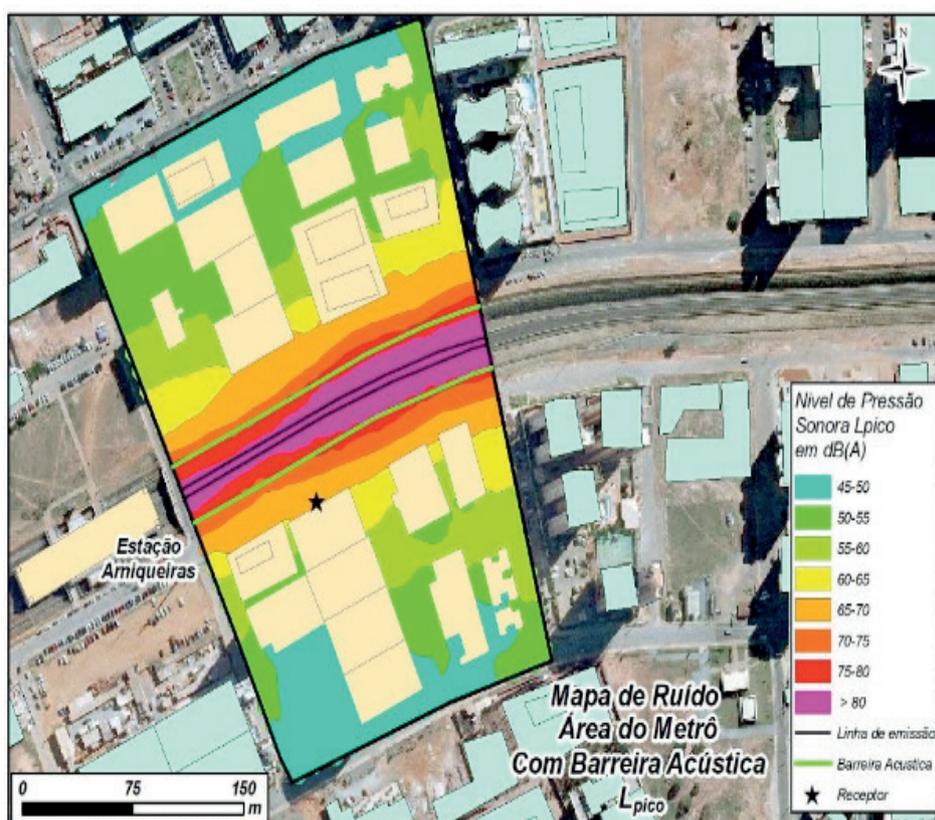


Fig. 5– Mapa de ruído da área do Metrô, com barreiras acústicas (Área 2)

Fonte: Produzida pelos autores

Para o caso da implantação de barreiras acústicas revestidas com vegetação,

os resultados se mostraram mais promissores, deve-se ressaltar que o principal fator de influência foi a barreira e não o revestimento, indicando que os jardins verticais no caso têm efeitos mais estéticos. Os jardins foram simulados em cima de uma base de alvenaria.

Com o objetivo de realizar uma análise mais minuciosa foi calculada a população exposta por faixa dos indicadores Lden e Ln (nível equivalente de pressão sonora para o período noturno). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, sendo a primeira para a Área 1. A primeira coluna representa as faixas para os indicadores acústicos, a segunda e terceira a população exposta por faixa do indicador Lden. O outro conjunto de colunas apresenta os resultados para o indicador Ln.

Índice	Lden (dBA)			Ln (dBA)		
	Sem JV	Com JV	Dif.%	Sem JV	Com JV	Dif.%
<35	0	0	0,0	206	344	67,0
35 - 40	106	98	-7,5	344	400	16,3
40 - 45	240	314	30,8	426	336	-21,1
45 - 50	344	382	11,0	566	546	-3,5
50 - 55	468	418	-10,7	538	532	-1,1
55 - 60	554	520	-6,1	389	342	-12,1
60 - 65	602	666	10,6	221	190	-14,0
65 - 70	246	170	-30,9	0	0	0,0
> 70	130	122	-6,2	0	0	0,0

Tabela 1 – População exposta para os parâmetros Lden e Ln para os edifícios antes e após a implantação dos jardins verticais (JV) – Área 1

Apesar dos mapas para a Área 1 não apresentarem diferenças visíveis, pode-se observar na Tabela 1 uma diminuição do número de habitantes nas faixas mais elevadas em contrapartida com o aumento para as faixas mais baixas, tanto para o parâmetro Lden como para o Ln.

Índice	Lden (dBA)			Ln (dBA)		
	Sem JV	Com JV	Dif.%	Sem JV	Com JV	Dif.%
<45	0	0	0,0	328	461	+40,5
45 - 50	208	241	15,9	665	742	+11,6
50 - 55	601	807	34,3	786	807	+2,7
55 - 60	753	732	-2,8	503	470	-6,6
60 - 65	622	579	-6,9	525	437	-16,8
65 - 70	437	437	0,0	678	568	-16,2
70 - 75	864	689	-20,3	0	0	0,0
> 75	0	0	0,0	0	0	0,0

Tabela 2 – População exposta para os parâmetros Lden e Ln para os edifícios antes e após a implantação dos jardins verticais (JV) – Área 2

Na fachada de um dos edifícios de 12 andares em cada uma das áreas de estudo foram posicionados receptores em diferentes alturas e avaliados os NPS. Um total

de 340 receptores na fachada dos prédios foi utilizado para realizar simulações com o objetivo de avaliar a variação dos NPS com a altura. Foi constatado que o Lden teve uma redução média de 0,36 dB(A) e o Ln de 0,35 dB(A). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Altura	Lden	Lden <sub>JV</sub>	Diferença	Ln	Ln <sub>JV</sub>	Diferença
2m	75,7	75,6	0,1	73,9	73,9	0,0
4m	75,7	75,6	0,1	73,9	73,8	0,1
10m	74,6	74,5	0,1	72,8	72,7	0,1
20m	72,7	72,6	0,1	70,9	70,8	0,1
30m	71,1	71,1	0,0	69,4	69,3	0,1

Tabela 3 – Níveis de pressão sonora dB(A) – Área 1

Os resultados da Tabela 3 mostram NPS que diminuem à medida que a altura é aumentada, ou seja, os NPS que atingem os andares mais altos são significativos, porém menores quando comparados com os andares inferiores. Pôde ser observado que os parâmetros Lden e Ln praticamente não sofrem alterações com a implantação dos jardins verticais, indicando novamente pouco influência no clima acústico da Área 1.

Altura	Lden	Lden <sub>JV</sub>	Diferença	Ln	Ln <sub>JV</sub>	Diferença
2m	69,4	65,5	3,9	63,0	59,1	3,9
4m	71,5	66,9	4,6	65,1	60,5	4,6
10m	74,6	71,0	3,6	68,2	64,6	3,6
20m	75,6	75,3	0,3	69,2	68,9	0,3
30m	75,7	75,6	0,1	69,3	69,3	0,0

Tabela 4 – Níveis de pressão sonora dB(A) – Área 2

A implantação de barreiras revestidas com jardins verticais altera o clima acústico de maneira mais significativa, tanto para o parâmetro Lden como para o Ln. Esta conclusão é corroborada pelos resultados dos mapas e também através da Tabela 4 quando analisamos os dados até a altura de 10m onde pode ser observada a efetividade das barreiras. A partir dos 20 metros os efeitos são menores o que indica que para a Área 2, nos locais onde os edifícios foram superiores a 10 metros a barreira deve ser alterada para que se tenha resultados mais significativos. Estas alterações podem ser na geometria, distância entre fonte e receptor ou altura da barreira. A simulação de barreiras revestidas de vegetação não foi feita na Área 1 em função da proximidade da via com os edifícios.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a implantação de jardins verticais nas fachadas dos edifícios de ruas em U provocam pequenas alterações no clima acústico, o valor

encontrado neste estudo foi de 0,36 dB(A) para o parâmetro Lden e de 0,35 dB(A) para o Ln.

A implantação de barreiras revestidas com jardins verticais se mostrou mais efetiva, porém estudos preliminares com simulações são necessários para avaliar se os efeitos desejados serão alcançados, principalmente para os receptores posicionados nos andares mais elevados de edifícios localizados as margens de vias com alto tráfego de veículos ou vias férreas.

Os resultados preliminares indicam que os efeitos da barreira principalmente em relação à altura e geometria são mais importantes do que a cobertura.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem à FAP-DF (Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal), ao UniCEUB e a UnB pelo apoio financeiro e parceria na realização do projeto 0193.001557/2017.

## REFERÊNCIAS

Ali, M. Y.; Barbalho, B. S.; Garavelli, S. L.; Maroja, A. M. **Incômodo Provocado pelo Metrô em Águas Claras - DF.** In: XXVII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Anais. Brasília-DF, Brasil, 2017.

APA (2011) Agência Portuguesa do Ambiente. **Directrizes para elaboração de mapas de ruído.** Disponível em: [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas\\_EstudiosReferencia/DirectrizesMapasDez2011\\_todo\\_2.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudiosReferencia/DirectrizesMapasDez2011_todo_2.pdf). Acesso em: 28/03/2014.

Azkorra, Z., Pérez G., Coma J., Cabeza L.F., Bures S., J.E. Álvaro, Erkoreka A., Urrestarazu M. **Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings.** Applied Acoustics, v. 89, p. 46-56, 2015.

Calleri Cristina; Shtrepi Louena; Armando, Alessandro; Astolfi Arianna. **On the influence of different facade materials on the auditory perception of a urban space.** in: Conference: 46TH International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, at Hong Kong. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/319528874> >. Acesso em: 05/02/2018.

Diretiva 2002/49/CE. **Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.** The Official Journal of the European Communities, v. 189, p. 12-17, 2002.

Garavelli, S. L.; Silva, W. C.; Silva, E. F. F.; Costa, C. A.; Carvalho Jr, E. B. e Maroja, A. M. **A contaminação acústica provocada pelo Metrô do DF.** In: 7º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável. Anais. Maceió-AL, Brasil, 2016.

Ismail, Mostafa Refat. **Quiet environment: Acoustics of vertical green wall systems of the Islamic urban form.** Frontiers of Architectural Research, v. 2, p. 162-177, 2013.

Köhler Manfred. **Green facades—a view back and some visions Urban Ecosyst,** v.11, p. 423-436, 2008.

Lang, J., Stani M. **Measures against noise in Subway stations.** Journal of Sound and Vibration, v. 51(3), p. 365-367, 1977.

Maroja, A. M.; Santos, F. S.; Carvalho Jr., E. B.; Garavelli, S. L. **Análise Espacial do Impacto Ambiental Acústico Provocado pela Implantação do VLT em Brasília - DF** In: 6º Congresso Luso-Brasileiro de Planejamento Urbano, Regional e Integração Sustentável, Lisboa-PT. Livro de Actas, v. 1. Lisboa, Portugal, 2014.

METRÔ , 2018. **Horário de Funcionamento**. Disponível em: <[http://www.metro.df.gov.br/?page\\_id=8762](http://www.metro.df.gov.br/?page_id=8762)>. Acesso em: 17/04/2018.

Othman, Ahmad Ridzwan; Sahidin, Norshamira. **Vertical Greening Façade as Passive Approach in Sustainable Design**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 222, p. 845-854, 2016.

Paunović K., Belojević G., Jakovljević B. **Noise annoyance is related to the presence of urban public transport**. Science of the Total Environment, v. 481, p. 479-487, 2014.

Pérez Gabriel, Rincón Lúdia, Vila Anna, González Josep M., Cabeza Luisa F. **Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings**. Applied Energy, v. 88, p. 4854-4859, 2011.

Pérez, Gabriel; Julià Martorell, Ingrid; Cabeza, Luisa F. **Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 39, p. 139-165, 2014.

Soeta Y., Shimokura R. **Sound field characteristics of underground railway stations – Effect of interior materials and noise source positions**. Applied Acoustics, v. 73(11), p. 1150-1158, 2012.

Thomazelli Rodolfo; Caetano Fernando D. N., Bertoli Stelamaris R. **Acoustic properties of green walls: Absorption and insulation**. Proceedings of Meetings on Acoustics 28, Buenos Aires, 5 to 9 September, 2016.

Van Renterghem, Timothy; Hornikx, Maarten; Forssen, Jens; Botteldooren, Dick. **The potential of building envelope greening to achieve quietness**. Building and Environment, v. 61, p. 34-44, 2013.

World Health Organization (WHO). In: Berglund B, Lindvall T, Schwela D, eds. **Guidelines for Community Noise**. Geneva: World Health Organization; 1999.

World Health Organization. **Burden Night Noise Guidelines for Europe**. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2009.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem Sistêmica 46, 48

Arquitetura 5, 14, 15, 16, 17, 20, 30, 31, 32, 44, 75, 77, 78, 87, 124, 125, 131, 175, 185, 214, 230, 233

Arteterapia 1, 2, 4, 9, 11, 12

### C

Câmpus Universitário 8, 138, 298, 300, 301, 302, 306, 307, 308, 309, 310, 311

Cidade 6, 7, 8, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 37, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 56, 60, 62, 64, 71, 72, 75, 79, 81, 82, 100, 102, 103, 104, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 133, 135, 136, 140, 141, 142, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 202, 203, 214, 218, 221, 228, 235, 238, 245, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 265, 266, 270, 271, 272, 275, 279, 285, 296, 300, 301, 310, 312, 313, 314, 317, 320, 321, 322

Cidade Limpa 113, 114, 118

Climatologia 63

Conjuntos Habitacionais 20, 21, 23, 25, 28, 29, 126

Construção Civil 5, 6, 88, 113

Corredores Verdes 6, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 43, 44, 45

### D

Desenvolvimento 6, 9, 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 22, 24, 26, 27, 34, 35, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 64, 78, 79, 89, 100, 101, 126, 127, 129, 130, 132, 135, 136, 139, 160, 163, 179, 184, 186, 188, 198, 200, 228, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 239, 241, 245, 262, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 283, 285, 286, 298, 299, 302, 303, 304, 310, 311

Drenagem Urbana 48, 138, 139, 147

### E

Engenharia 2, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 25, 46, 61, 75, 76, 88, 99, 113, 138, 149, 167, 173, 174, 186, 230, 243, 260, 269, 282, 283, 296, 297, 298, 310, 311, 312, 318, 324, 325, 326, 327

Ensino 16, 26, 53, 276, 297, 303, 324

Extensão 1, 16, 18, 19, 35, 36, 51, 52, 129, 134, 169, 193, 248, 285, 291, 308, 309, 320

### H

Humano 6, 1, 2, 5, 8, 11, 12, 21, 48, 89, 90, 91, 93, 95

## I

Iluminação Natural 88, 89, 99

Infraestrutura Urbana 20, 23, 25, 26, 30, 33, 47, 53, 55, 181, 228, 252, 264

## J

Jardins Verticais 7, 40, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111

## M

Mapa de Ruídos 100, 107

Mapeamento Coletivo 7, 125, 127, 129, 131, 132, 134

Maricá-RJ 46, 47

Materiais Construtivos 63

Microclima Urbano 42, 43, 77, 78, 102

## O

Ocupação do Solo 7, 38, 46, 47, 60, 75, 77, 87, 273, 278, 314

## P

Participação 24, 26, 27, 50, 52, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 186, 262, 275, 305

Planejamento Urbano 8, 25, 32, 34, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 60, 111, 124, 125, 127, 128, 136, 149, 163, 170, 173, 185, 186

Plano Diretor 8, 24, 37, 61, 125, 126, 127, 128, 135, 136, 137, 138, 148, 163, 164, 176, 179, 180, 182, 185, 257, 261, 303, 317

Poluição Sonora 100, 101

Poluição Visual 7, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 122, 123, 124

## Q

Qualidade Visual 7, 101, 113, 114, 115, 118, 123, 124, 133

## R

Reabilitação 6, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 43, 44

Regularização Fundiária 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 126, 178, 179

Resiliência Urbana 32, 44

## S

Simulação Computacional 77

Sistema de Espaços Livres 32, 34, 43

Sombreamento Arbóreo 62, 64, 66, 75

Sustentabilidade 6, 35, 44, 46, 49, 60, 61, 137, 138, 139, 196, 261, 263, 264, 273, 275, 299, 300, 301, 303, 304, 306, 307

Sustentabilidade Ambiental 6, 46

## T

Transdisciplinar 6, 1, 2, 8, 11, 48

Transmissão espectral 88

## V

Vidros 7, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 99

Voluntariado 16

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-542-6

