

Urban climate adaptation: an interdisciplinary research experience empowering architecture and urbanism education

La adaptación al cambio climático: una experiencia de investigación interdisciplinaria que potencia la formación en arquitectura y urbanismo

Denise Helena Silva Duarte

Universidade de São Paulo. São Paulo (Brasil)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Departamento de Tecnologia da Arquitetura

Fábio Luiz Teixeira Gonçalves

Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil)

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

Departamento de Ciências Atmosféricas

Denise Helena Silva Duarte

Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá (Brasil).

Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo (Brasil).

<https://scholar.google.com/citations?user=0hgHXkoAAAAJ&hl=en/>

<https://orcid.org/0000-0003-4373-9297>

dhduarte@usp.br / dhduarte@me.com

Fábio Luiz Teixeira Gonçalves

Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo. São Paulo (Brasil).

Meteorologia, Universidade de São Paulo. São Paulo (Brasil).

<https://scholar.google.com/citations?user=DIAOX2YAAAAJ&hl=en/>

<https://orcid.org/0000-0002-8419-0686>

fabio.goncalves@iag.usp.br / dhduarte@usp.br / dhduarte@me.com

Silva Duarte, D. H., & Teixeira Gonçalves, F. L. T. G. (2022). Urban climate adaptation: an interdisciplinary research experience empowering architecture and urbanism education *Revista de Arquitetura (Bogotá)*, 24(2), 116-125. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.4380>



<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.4380>

Abstract

The world's cities are growing in size and number. At the same time, the global climate change rises global average temperatures as well as increase weather extreme events. Sao Paulo, the 5th urbanized region in the world, has currently more than 21 million inhabitants and recent studies alert for the increased frequency of extreme climate/weather events in the city. In this context, this work presents an interdisciplinary research experience, based at the Architecture and Urbanism school in partnership with the Atmospheric Sciences' Department, approaching the interdependencies between urban morphology, green infrastructure, and microclimate in São Paulo, aiming to discuss planning, urban and building design alternatives to counterbalance urban warming effects in a subtropical changing climate. The research team, led by an architecture researcher and an associate researcher from atmospheric sciences, includes a post-doc researcher, graduate and undergraduate students, engaging architecture, urban design, planning, and meteorology dealing with the role of planning, urban and building design for climate change adaptation. This paper briefly summarizes what we have learnt with remote sensing, measurements and numerical simulation encompassing the metropolitan, the neighbourhood and the building scales and discuss the results of an interdisciplinary research empowering architectural education in different levels.

Keywords: architectural education; building design; interdisciplinary research; urban climate adaptation; urban design

Resumen

Las ciudades del mundo están creciendo en tamaño y número. Al mismo tiempo, el cambio climático global eleva las temperaturas medias del planeta y aumenta los fenómenos meteorológicos extremos. Sao Paulo, la quinta región urbanizada del mundo, tiene actualmente más de 21 millones de habitantes y estudios recientes alertan sobre el aumento de la frecuencia de los eventos climáticos/ meteorológicos extremos en la ciudad. En este contexto, este trabajo presenta una experiencia de investigación interdisciplinaria, basada en la escuela de Arquitectura y Urbanismo en colaboración con el Departamento de Ciencias Atmosféricas, que aborda las interdependencias entre la morfología urbana, la infraestructura verde y el microclima en Sao Paulo, con el objetivo de discutir alternativas de planificación, diseño urbano y de edificios para contrarrestar los efectos del calentamiento urbano en un clima subtropical cambiante. El equipo de investigación, dirigido por un investigador de arquitectura y un investigador asociado de ciencias atmosféricas, incluye un investigador postdoctoral, estudiantes de grado y de posgrado, que se dedican a la arquitectura, el diseño urbano, la planificación y la meteorología y que tratan el papel de la planificación, el diseño urbano y de edificios para la adaptación al cambio climático. Este artículo resume brevemente lo que hemos aprendido con la teledetección, las mediciones y la simulación numérica, abarcando las escalas metropolitanas, de barrio y de edificio, y discute los resultados de una investigación interdisciplinaria que potencia la educación arquitectónica en diferentes niveles.

Palabras clave: adaptación al clima urbano; diseño urbano; diseño de edificios; enseñanza de la arquitectura; investigación interdisciplinaria;

Introduction

This paper describes an interdisciplinary research experience based at the Architecture and Urbanism school in partnership with the Atmospheric Sciences' Department, empowering architectural education. On the one hand, the research scope approaches the interdependencies between urban morphology, green infrastructure and microclimate in São Paulo, Brazil, aiming to discuss planning, urban and building design alternatives to counterbalance urban warming effects in a subtropical changing climate. The research team, led by an architecture researcher and an associate researcher from atmospheric sciences, includes a post-doc researcher, graduate and undergraduate students from the architecture school.

On the other hand, experiences in thermal comfort are ongoing at the atmospheric sciences disciplines inside of the Biometeorology area. There is a very well-known literature dealing with thermal comfort and its impact on human health, including research developed for the local context, such as Gonçalves et al. (2007), Batista et al. (2016) and Diniz et al., (2020) for the São Paulo Metropolitan Area.

The research context

In 2018, 55 % of the world's population lived in urban settlements and it is expected to rise to 60 % in 2030. One in five people worldwide lives in a city with more than 1 million inhabitants. The world's cities are growing in size and number. In 2016, there were 31 megacities globally, 33 in 2018 and their number is projected to rise to 43 by 2030 (UN, 2019). Brazil surpassed 84 % of urban population in 2010 (IBGE, 2011).

At the same time, the global climate change is a phenomenon of shift in global climate patterns, rising global average temperatures as well as

Recibido: noviembre 11 / 2021

Evaluado: marzo 14 / 2022

Aceptado: mayo 25 / 2022

increasing weather extreme events, particularly heat waves. The Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, an international body that compiles worldwide studies on climate change, indicates, in its five previous reports (IPCC, 2014), both the climate change intensification as well as the increasing certainty about the human actions' role.

In a clear sign of continuing long-term climate change, the Copernicus Climate Change Service¹ reveals that globally 2020 was tied with the previous warmest year 2016, making it the sixth in a series of exceptionally warm years starting in 2015, and 2011-2020 the warmest decade recorded. 2020 was 0.6 °C warmer than the standard 1981-2010 reference period and around 1.25 °C above the 1850-1900 pre-industrial period, and this makes the last six years the warmest six on record. Europe saw its warmest year on record at 1.6 °C above the 1981-2010 reference period, and 0.4 °C above 2019, the previous warmest year.

The global climate change is a phenomenon of shift in global climate patterns, rising global average temperatures as well as increasing weather extreme events. The Intergovernmental Panel on Climate Change special report, *Global Warming of 1.5 °C* (IPCC, 2018), states that climate models project robust differences in regional climate characteristics between present-day and global warming of 1.5 °C, and between 1.5 °C and 2 °C. These differences include increases in mean temperature in most land and ocean regions (high confidence), hot extremes in most inhabited regions (high confidence), heavy precipitation in several regions (medium confidence), and the probability of drought and precipitation deficits in some regions (medium confidence). Most adaptation needs will be lower for global warming of 1.5 °C compared to 2 °C (high confidence). There is a wide range of adaptation options that can reduce the risks of climate change (high confidence). There are limits to adaptation and adaptive capacity for some human and natural systems at global warming of 1.5 °C, with associated losses (medium confidence). Pathways limiting global warming to that threshold 1.5 °C with no or limited overshoot would require rapid and far-reaching transitions in energy, land, urban and infrastructure (including transport and buildings), and industrial systems (high confidence). These systems transitions are unprecedented in terms of scale, but not necessarily in terms of speed, and imply deep emissions reductions in all sectors, a wide portfolio of mitigation options and a significant upscaling of investments in those options (medium confidence). Limiting to 1.5 °C is not impossible, but requires unprecedented efforts in all sectors, with a whole mitigation portfolio for each one of the sectors; to achieve this, 2050 CO₂ emissions should be zero, but there are also residual emissions to be

considered. Besides that, climate and Sustainable Development Goals - SDG are linked, and limiting to 1.5 °C helps to achieve other SDG. Adaptation options specific to national contexts, if carefully selected together with enabling conditions, will have benefits for sustainable development and poverty reduction with global warming of 1.5 °C, although trade-offs are possible (high confidence).

In 2019, the GEO6 Report (UN Environment, 2019) concluded that, at present the world is not on track to meet the SDGs by 2030 or 2050. Urgent action is required now as any delay in climate action increases the cost of achieving the goals of the Paris Agreement, or reversing our progress and at some point, will make them impossible. While urbanization is happening at an unprecedented level globally, the report says it can present an opportunity to increase citizens' well-being while decreasing their environmental footprint through improved governance, land-use planning and green infrastructure. Furthermore, strategic investment in rural areas would reduce pressure for people to migrate.

There is an important need to limit the potential negative sustainability impacts of drivers of population, economic development and climate change. Whether these three drivers serve as catalysts of positive (rather than negative) transformative response in the form of social equity, environmental resilience, and poverty eradication is likely to be determined by uncertain long-term impacts of drivers of urbanization and technology (UN Environment, 2019).

The five drivers raised by the GEO6 Report—population growth and demographics, urbanization, economic development, new technological forces, and climate change—have led to an unprecedented expansion of wealth for many but have also left many behind and could produce trouble for the future. The previous report, GEO-5, referred to two drivers – population and economic development – to which GEO-6 adds three more, urbanization (previously covered under population), technology and climate change. In this assessment, urbanization and climate change are added as independent drivers because of their importance in socioeconomic change. Urbanization has been going on throughout history, but its pace, scale and impact have accelerated sharply in recent decades. As such, it is included independently as a fourth driver (UN Environment, 2019).

In urban areas, the land use and the heat residues emissions by mechanical systems are playing a more significant role in ongoing warming trends than greenhouse gas emissions (Stone, 2012). Heat islands can increase discomfort and potentially raise the threat of heat stress and mortality in tropical climates as well as during the warmer seasons at temperate zones and heighten the cost of air conditioning and the demand for energy (Stewart; Oke, 2012).

¹ Copernicus: 2020 warmest year on record for Europe; globally, 2020 ties with 2016 for warmest year recorded. In: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2020-warmest-year-record-europe-globally-2020-ties-2016-warmest-year-recorded>. Press release in 8th January 2021.

Considering the IPCC's climate scenarios, both from the IPCC Special Report 1,5 °C (IPCC, 2018) and the latest AR6 cycle (IPCC, 2021; 2022), for the urban scale, the increase of urban vegetation cover is seen as an effective strategy to cooling cities and save energy due to the decreased demand for air conditioning. Particularly in urban centers, urban growth typically decreases space for green areas and the urban environment creates obstacles to planting of new trees. These include soil compaction, lack of space for roots, overhead and underground provision of services, such as electric cables and other urban infrastructures, and the lack of adequate management of trees. Consequences of neglecting green and water infrastructure—factors that modulate urban climate—are evident: recurrent and severe flooding, excessive heating of urban surfaces, low air quality and an increase in urban heating, particularly daytime urban heat island in the tropics, among other factors (Emmanuel, 2005). The situation is worse in high-density cities, where land is scarce and there is little provision of space for the incorporation of urban greenery such as urban parks and landscaping. Land-use pressures and overheated property markets limit the potential for large-scale green infrastructure (ONG, 2012). The integration of greenery in buildings and dense urban spaces faces many constraints (Chen, Y., Wong, N.H., 2006), despite some cases of success, such as Singapore, with the adoption of Green Plot Ratio by local legislation (ONG, 2002), increasing green infrastructure in parallel to the built density, adding shading and moisture to the urban environment.

In addition, both global and local urban heating phenomena can potentially influence the thermal building performance. The associated urban heat island and the global warming increases the cities surface temperature, which negatively impacts environmental and social balance (Santamouris, 2014), affecting energy consumption for cooling, emissions and human health and comfort.

Climate and urban context in Sao Paulo

São Paulo is a sprawling megacity with 39 municipalities. It is the 4th urbanized region in the world with almost 22 million inhabitants, the biggest Latin-American megacity (UN, 2019). Sao Paulo Metropolitan Area (SPMA) is located at 46.6 OW longitude and 23.5 OS latitude, characterized by a subtropical climate, with annual mild temperatures, with average of 19-20 °C nowadays, hot and wet summers and milder and drier winters.

The warming pattern has changed, not just globally, but also at the regional scale, including South America (Sánchez E. et al., 2015). Recent studies alert for the increased frequency of extreme events in the city such as heat waves (Batista, et al., 2016; Nobre, et al., 2010; Marengo, 2006; Diniz et al., 2020). The data from the Meteorological Station of Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (IAG/USP, s.d) reveals a progressive rising in air temperatures, which started in 1933; there was an increase in annual average temperature of approximately 3 °C, from 16-17 °C to 19-20 °C, and respective relative decrease of air humidity. There were heat wave events in January and February during the years 2014 and 2015, being the absolute maximum 37,7 °C occurred in October 2020 (IAG/USP, s.d). Temperatures over 36 °C became common after 2014, which has occurred as often as 13 times. There were 14 heat wave events during 2014, three times higher than the previous record (Batista et al., 2016). More recent projections from Diniz et al. (2020) have shown that the heat wave-related excess mortality will be increased by a factor of three times to twelve times, while duration and intensity will be also higher. Its impact on elderly mortality will increase, mainly from cardiovascular diseases in women (up to 587 deaths per 100.000 inhabitants per year).

From 2010 to 2020, the mean temperatures were higher than the previous bases from 1961-1990 and 1981-2010, at the IAG/USP Meteorological Station (IAG/USP, s.d.). Despite that 2016 was the coolest year among the later ones, there

Table 1 Annual mean air temperatures and their records for the period 2010-2020, in Sao Paulo. The anomaly was based on the mean air temperature in relation to the period 1981-2010
Source: Authors, over meteorological data (IAG/USP, s.d.).

	Annual mean air temperature	Anomaly based on the absolute maximum temperature 1981-2010	Absolute air temperature	Anomaly based on the absolute maximum temperature 1932-2012
2010	19,5	0,18	34,6	-1,0
2011	19,1	-0,15	34,7	-0,9
2012	19,9	0,61	35,9	0,3
2013	19,3	0,03	35,2	-0,4
2014	20,1	0,81	37,2	1,6
2015	20,3	1,09	36,4	0,8
2016	19,6	0,31	36,7	1,1
2017	19,7	0,42	36,1	0,6
2018	19,7	0,39	35,0	-0,6
2019	20,2	0,93	36,6	1,0
2020	19,6	0,36	37,7	2,1

were 100 days with temperatures higher than 30 °C (the average is 49 days), particularly from mid-March to the end of April. The years of 2015 and 2019 were the second and third warmest years since 1933, being overpassed only by the year of 2002, the record. The years of 2014, 2017 2018 and 2020 also presented temperatures above normal, from 0.3 to 0.8 °C positive anomaly. Concerning daily maximum temperature records, from 2014 to 2020, a plenty of them were broken. Before 2014, 35.9 °C (during the year of 2012) was the absolute record. After 2014, that record was broken twenty times, being present in all years, but 2017. That also means the effect of urban heat island acting together with global warming, as it is shown in Table 1.

Sao Paulo is characterized by a heterogeneous urban structure, caused by the rapid growth of the city during the 20th century. High-rises are found everywhere in the city and contrasts with poor informal settlements spread all over the metropolitan area. In Sao Paulo deforestation has occurred since the early stages of urban development due to illegal and legal allotments, however no updated official monitoring is available. The lack of information about the vegetation dynamics in SPMR can be related both to technical restrictions from the local technical staff and to suspicious political and economic interests influencing urban planning decision-making processes in the local government (Ferreira, 2015). It must be noted that the São Paulo megacity has not grown in the last decades as much, therefore, the last years of temperature increase can be attributed to global warming.

Besides the urban scale, the Brazilian Panel on Climate Change - PBMC states that the building sector is increasing its energy consumption both in Brazil and all around the world (PBMC, 2016). According to data from the Brazilian Energy Research Company, energy consumption in buildings (commercial, residential, and public sector) is responsible for a significant portion of the energy generated in Brazil, more than 15 % of total energy consumption and circa 50 % of electricity consumption, being half of this in the residential sector (Brasil, 2020a; 2020b).

In the global scenario, buildings account for about 32 % of global energy demand from a variety of sources, which has motivated cities worldwide to adopt more rigorous urban and building regulations, as well as more efficient energy consumption policies. In Brazil, unlike countries in higher latitudes, the cooling demand is significantly higher than the heating one. The estimated electricity consumption for air conditioners in the residential sector has more than tripled in the last 12 years. The household air conditioner ownership increased by 9.0 % per

year between 2005 and 2017, influenced mainly by the growth of sales of new appliances between 2010 and 2015 (Brasil, 2018).

During the heatwave events, such as the one during the year of 2014, the energy demand tends to be even greater. An example is the heatwave that took place in São Paulo in January and February 2014, when there was a 4.9 % energy consumption increase during January and 8.6 % during February, if compared to the same months in 2013. Mostly was due to the increase in the purchase and use of air conditioning in that period, especially by the residential sector (Brasil, 2014). Once the air conditioning is installed, the equipment will be used whenever there is a temperature increase (Wu & Pett, 2006), which means that consumption patterns probably will not return to what they used to be previously.

After periods of low economic growth in Brazil, which characterized the 1980s and part of the 1990s, economic stability and the rise in average family income created the conditions to supply part of a suppressed demand for thermal comfort, as expressed by the increase of electricity consumption due to the use of air conditioners in the country. The energy consumption for thermal comfort is the fastest growing end-use in Brazil. Considering only the residential sector, the ownership of air conditioners more than doubled from 2005 and 2017, and the demand are expected to increase in a near future. The estimated electricity consumption for air conditioners in the residential sector has more than tripled in the last 12 years (Brasil, 2018).

It was verified that, for the São Paulo weather conditions, residential buildings that use traditional construction systems and were built around the 1970's tend to respond reasonably well to the current and projected future climate changes, operating in passive mode and keeping most of the year under comfortable conditions, according to the ASHRAE-55 (2020) adaptive comfort model. The gradual increase of hours in warmer conditions, out of the comfort zone, and the discomfort intensity can be considered unavoidable, and it was simulated around 270 % discomfort increase in the housing units studied, highlighting the summer period and the heat waves (Alves et al., 2016).

In addition to the traditional residential buildings, there is a large stock of new residential ones in São Paulo, especially built from 2007 to 2014 due to a real estate market boom in the city. Being driven by market issues, the real estate production is remarked by the distance between professional practice and architecture research and it over values the aesthetic while other issues, as functionality and performance, do not play such

an important role. On the one hand, glass facades, less thermal mass and poor natural ventilation design are used in wealthy and fancy new high-rise residential buildings, with big apartments, for residents that can afford air conditioning for thermal comfort. On the other hand, these building design strategies are imitated by middle-class buildings, which are much smaller, and they are spreading very fast all over the city.

The city of Sao Paulo has in force three laws for its urban planning and development: The Master Plan (2014), the Zoning Law (2016) and the Building Code (2017) (Sao Paulo, s.d.). As recently updated texts, it was expected that they could express the integration of its contents pointing at contemporary urban issues such as managing energy efficiency and providing buildings with quality and comfort to the users. What happens instead are several mismatches between their contents. On the opposite of the worldwide trend, São Paulo city laws have been losing, over the last century and the update process, almost all the performance construction requirements, which influence the environmental quality of buildings (Tsuda, 2018).

Methodology

Under this urban and climate context, this project deals with the role of planning, urban and building design for climate change adaptation,

including occasional heat waves or for the projected IPCC AR-5 scenarios. For this purpose, a research team was based at the Architecture and Urbanism school in partnership with the Atmospheric Sciences' Department approaching the interdependencies between urban morphology, green infrastructure, and microclimate in São Paulo, aiming to discuss urban and building design alternatives to counterbalance urban warming effects in a subtropical changing climate.

The research group encompasses a principal investigator at the Architecture and Urbanism school, an associate researcher from the Atmospheric Sciences Department, a post-doc researcher and Architecture students from different levels: 4 PhDs and 2 Master candidates, 4 Diploma students and 6 undergraduates as scientific initiation researchers, from 2nd to 5th year students.

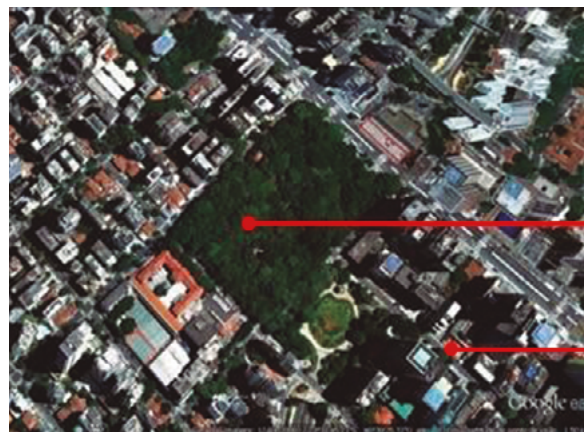
The research group was formed aiming to involve Architecture students at different levels of their education in training around common themes. All research topics involve graduate and undergraduate students working together, in theoretical, experimental, public policies and/or design issues. In some cases, the undergraduate students started as scientific initiation in the laboratory, continued for the Diploma and later apply for the graduate courses. In this case, the 4 PhD candidates did the Master in the same group, as well as the post-doc researcher for Master and PhD, consolidating a long-term research commitment with environment and energy issues.

The research topics were organized in three different scales: 1) metropolitan scale, mainly studying the impact of vegetation loss increasing land surface temperature, due to the lack of shading and humidity, at various temporal and spatial scales, combining satellite thermal images from 2002 to 2017 (Modis), vegetation indices and mapping techniques, exploring daytime and nighttime effects and relating these results to the urban morphology, feeding other investigations in the group; 2) neighbourhood scale, subdivided into 2.1) the impact of vegetation on urban microclimate, encompassing urban parks, street trees and green walls; and 2.2) the role of the density of built form on local microclimate, concerning urban geometry and materiality; 3) building scale, regarding building's thermal performance and comfort, highlighting the new stock of residential buildings that emerged during the real estate boom in the last years in Sao Paulo. The neighbourhood and building scales are carried out through local measurements and numerical modelling, mainly with ENVI-met and TAS/EDSL.

Vertical interactions in the group were encouraged, e.g., green issues are addressed in metropolitan, neighbourhood and building scales (green walls), besides public policies, encompassing researchers and students in all levels of formation, including design proposals by the four Diploma students.

Figure 1. Microclimate monitoring (on the right): on the right, two nearby locations in Sao Paulo downtown, close to Paulista Avenue below, on the left, the urban block/below, on the right, the urban park in a densely built and high-rise area

Source: authors, (2016).



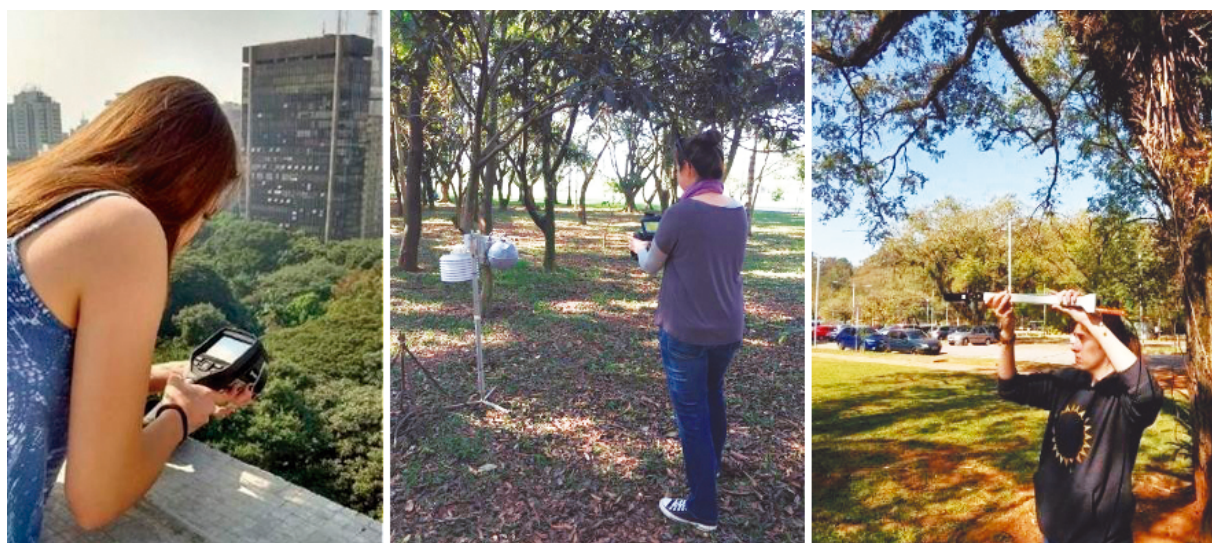


Figure 2 - Fieldwork to measure surface temperature with a thermographic camera, air, temperature, and air humidity in different locations and leaf area index with the canopy analyzer

Source: authors, (2016).

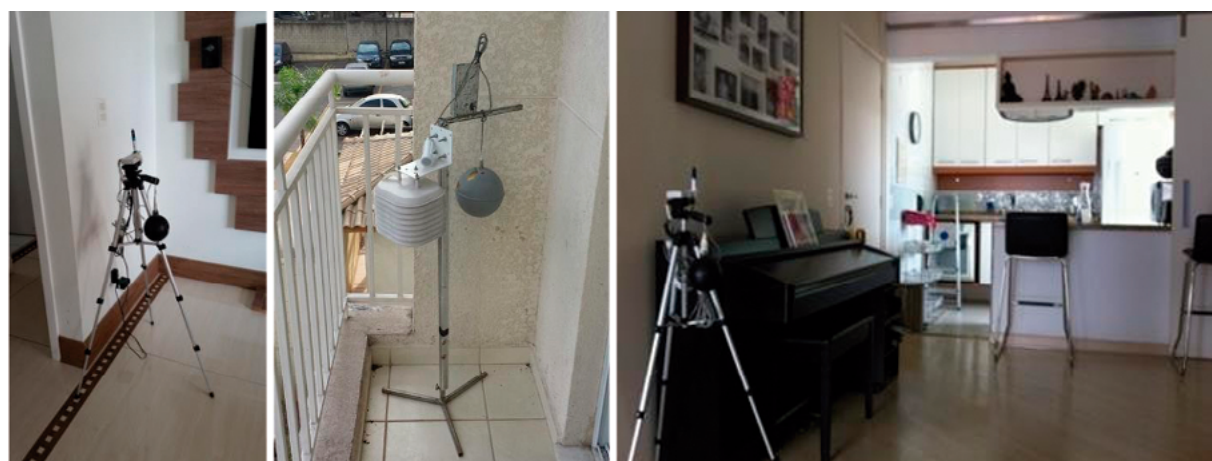


Figure 3. Indoor measurements in apartment buildings

Source: authors, (2016).

Horizontal interactions among different themes were encouraged also, e.g., the density studies subgroup discussing with the green infrastructure subgroup, aiming to counterbalance built density with climate amenities in the city, one of the big challenges to be explored and answered. The in situ urban climate and building thermal performance measurements were planned, as far as possible, aiming to optimize human and equipment resources, at the same time, coinciding urban and building scale data gathering to evaluate the results simultaneously.

The reference station from IAG/USP gathers all climatological data in an hourly basis since 1933, giving a long-term overview from a suburban location. The thermal satellite images for the metropolitan area were analyzed for a 15 year's period, from 2002 to 2017. At the neighbourhood (figure 1 and 2) and building's scale (figure 3) it was possible to coincide both measurements in April 2016, on an hourly basis, considered sufficient to calibrate both models, due to very stable weather condition during that period.

Simultaneously, as far as possible, depending on climate stability, instruments and people availability, parallel measurements (fig.2) were carried out to gather local data related to: 1) surface temperature with a thermographic camera, at the same time as a Landsat pass, for comparison; 2) leaf area index of local species; 3) building facades, paving and vegetation surface temperature, to be compared with ENVI-met modelling

results; 4) indoor measurements of air temperature and humidity, wind speed and globe temperature in residential buildings, to calibrate a building energy simulation model, in this particular case, TAS/EDSL (fig.3).

In a regular basis, smaller groups' meetings were carried out for 1) discussing theoretical issues, 2) for training features of new software versions encompassing modelling, parametrization, visualization of results; 3) for planning common activities including workshops and fieldwork and 4) for presentation and discussion of partial results, most of the time, exchanging the findings among the team members.

For the urban and building scales, the research methods encompass: 1) data raising and/or mapping to identify study areas; 2) development of fieldwork plans according to the resources and constraints of the models adopted; 3) primary data collection in urban scale for soil, vegetation and atmosphere at ground level, to be obtained by surface microclimatic measurements coupled with remote sensing (RS) data and geographic information systems (SIGs), and also by measurements at the building scale; 4) modelling of the study areas, for the urban scale using ENVI-met, and for the building scale using Thermal Analysis Software – TAS/EDSL; 5) calibration of the models between measured and simulated data (Shinzato et al, 2019; Alves et al, 2016; 2021); 6) development of parametric studies and selection of the

best strategies from simulation results for current and future climate scenarios. Therefore, starting from the metropolitan information, using thermal satellite images and other available mapping techniques, besides microclimate data at pedestrian level, the purpose was to focus in interest areas and develop parametric studies to select the best strategies using model simulation.

Results

Results of the project² include the impacts of density, vegetation and urban surfaces in microclimate, the effects of adaptation strategies to climate change for urban areas and buildings, in current and future climates, as well as applications in urban and building design and public policies. The outcomes can be better understood organized in three scales: metropolitan, neighbourhood and building scale.

Metropolitan scale: land surface temperatures as a function of vegetation suppression in spatial and temporal scales

Results are shown starting from the metropolitan scale, aiming to quantify the impact of vegetation loss in the urban microclimate and to contribute for public policies in the São Paulo Metropolitan Region (SPMR). Temporal variations of the land surface temperature and vegetation indices, obtained by MODIS satellite images from 2002 to 2017 were analysed. Urban morphology was mapped

using the WUDAPT-Local Climate Zones (LCZ) approach. LCZ maps for 2003 and 2017 were generated to verify whether changes in LST and/or vegetation cover can be explained by changes in urban morphology. The year of 2016 was chosen for the entire procedure, due to a very stable weather condition coinciding with the in-situ measurements period. Daytime and nighttime land surface temperature (LST) and the Normalized Vegetation Index (NDVI) derived from 2016 Aqua/MODIS satellite images were computed for the SPMR (Ferreira & Duarte, 2019; Ferreira, 2019).

There is a strong negative linear correlation between LST and NDVI, both for daytime and nighttime. LST-NDVI correlation is strongest during summer, when LSTs are higher, and the vegetation cover more vigorous (Figure 4). During daytime LCZ 1 showed lower temperatures than LCZ 3. Since NDVI values of these two zones are similar, shadows may have lowered LST. The combination of vegetation cover shaded by buildings may explain the lowest daytime LST of LCZ 4. The open arrangement of LCZ 4 and 6 also enables urban ventilation, which may have an influence both in diurnal and nocturnal LST. During nighttime, the daily heat storage and the lack of open spaces may contribute to LCZ 1 higher LST values. Results showed that ventilation, building shadows and vegetation cover have a key role in LST for SPMR (Ferreira & Duarte, 2019; Ferreira, 2019).

Neighborhood scale: green infrastructure and built density

Green infrastructure studies on ENVI-met V.4 Science model were intensified after the Albero tool, a new resource for modelling and parametrization of trees available as part of ENVI-met; therefore, a 3D parametrization of Brazilian trees was carried out with Albero based on leaf

² Results from the project, encompassing researchers and students in all levels of education, including design proposals by the four Diploma students, can be found at <https://www.researchgate.net/project/The-role-of-planning-urban-and-building-design-for-climate-adaptation-in-the-microscale-Contributions-to-an-interdisciplinary-approach>. Forthcoming publications are continuously updated in the same platform.

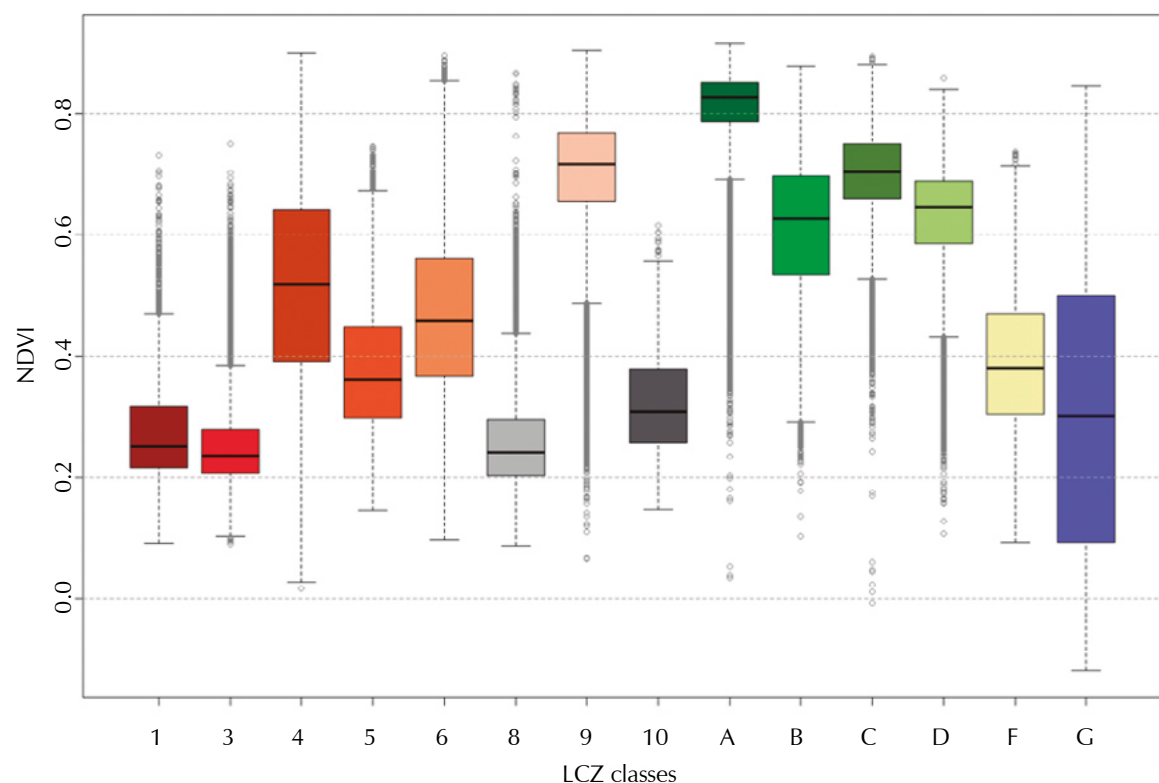


Figure 4. Boxplot with NDVI by LCZ. The bottom of the box indicates the first quartile and the top of the box, the third quartile. The line within the box indicates the median

Source: Ferreira, Duarte (2019)

density in local field measurements (Shinzato et al., 2019). The full-forcing feature was also important to better calibrate São Paulo's micro-climatic conditions, coupling in situ and simulation results. Different scenarios were simulated, considering an urban park and its surroundings. The new areas with vegetation were incorporated gradually in order to verify the local micro-climate effect including street trees, trees inside the blocks (Shinzato et al., 2018) and green walls (Silva, 2018; Silva & Duarte, 2018).

Building scale: thermal performance and comfort under an urban and changing climate

Before the in-situ measurements and simulation, the building scale investigation started at the intersection of two factors: the local real estate housing typical production, mainly multi-family apartment buildings, from 2005 to 2014 in São Paulo - a Real Estate boom period (Longarine & Duarte, 2017) and the changing warming climate, registered by the reference meteorological station in the suburbs. In parallel to this Real Estate boom period, and in contrast to the worldwide trend, the local building code have been losing since the 20th century, along several updating processes, many construction requirements, which influence the environmental quality of buildings. The justification for some of these changes was on the fact that the approval processes for building construction were simplified, dismissing the need to detail internal spaces, to speeding up the city hall clearance, a worrying path for planning a more energy efficient future (Tsuda, 2019; Tsuda & Duarte, 2018).

Inside this context, the research focused on the building thermal performance simulation looking for the assessment of the different weather scenarios and the parameters related to construction and building use, influencing indoor thermal performance and human comfort. At the building scale, this study combined simulations and in-situ data collection. Measurements were carried out simultaneously in five apartment buildings. Substantial differences in thermal performance were found, attributed to the building design, building components and materials, solar orientation, openings, and shading, as well as to the occupation pattern, especially regarding ventilation rate. Results demonstrate that: a) more space or more openings do not guarantee a better thermal performance; b) balcony glazing can be positive or negative, depending on solar orientation and opening hours; c) thermal performance depends in large amount of the user operation of openings (Alves, 2019; Alves et al., 2021).

Another challenge is the consideration of the urban heat island (UHI) effect, considering both the climate change and the local urban warming. For this purpose, an UHI effect, locally measured (Gusson & Duarte, 2018; Alves et al., 2021), was

coupled to the climatic data in the current and future scenarios, IPCC RCP 8.5 AR-5, for the simulation with TAS/EDSL.

Discussion

For the metropolitan scale, higher daytime and nighttime surface temperature were found at the urbanized areas, compared to their less urbanized surroundings; however, the urbanized area is not homogeneous. Areas with higher vegetation indexes and/or higher buildings have lower surface temperatures compared to other urban typologies in the daytime period, and areas with high buildings and low vegetation indexes have higher nighttime surface temperature, a figure compatible with the surface heat island pattern. Regarding areas with high rise buildings and high vegetation indices, existent only in wealthy neighbourhoods in São Paulo, the buildings are more spaced, and the nighttime surface temperatures are lower compared to the high-rise compact morphology found at downtown, not only because of green but also due to the higher sky view factor for the longwave radiation loss during nighttime. The areas that presented extensive vegetation losses and urban interventions, such as pavement, showed an increase in surface temperature. The results also reveal the role of urban design in surface thermal dynamics, encompassing building heights and spacing (the ratio of street width to building height), open spaces, green infrastructure, and buildings' thermal mass, indicating the potential, and consequently the responsibility, of urban and building design in the development of strategies for mitigation and adaptation to urban warming phenomena, especially in a scenario of climate change and extreme events (Ferreira, 2019).

For the neighbourhood scale, regarding the urban form, both geometry and urban materials were investigated separately. Results suggest that urban geometry determines the neighbourhood microclimate conditions, but surface finishes raise questions for the conflict between more reflective materials for the buildings' interior and the outside urban environment (Gusson, 2020; Gusson et al., 2020).

One of the main aims of the São Paulo Master-plan and its current land-use regulation is to increase population density along the city's main transport axes, optimizing the occupation of the areas around the train stations, subway lines and bus corridors (São Paulo, s.d.). At the same time, there are no predictive studies of the real impact of the proposed densification over the urban microclimate.

In principle, densifying affects the climate within the Urban Canopy Layer - UCL through the storage of heat, in the urban fabric during nighttime. This storage depends on the materiality of the urban surfaces, on urban geometry and on the sky-view factor (SVF). During daytime, mutual shading

generated by adjacent buildings plays an important role in decreasing surface temperatures (Gusson, 2020; Gusson et al., 2020).

For the building scale, simulation results show that the balcony is positive when it assumes several configuration possibilities, varying also for different solar orientations and mutual shading from the surrounding buildings in such a dense urban environment like Sao Paulo, acting and being occupied as a transitional environment in fact and not as an indoor room, during the day and during the night; in this way it can be a vector of the best operating practices in the search for thermal comfort. Elements allowing the opening operation, especially the ones connected to the balcony, namely external glazing, door between balcony and living room and external shading elements, must be available to be operated by the user, who must be able to perceive the best possible operation and perform it (Alves, 2019; Alves et al., 2021).

Conclusions

This paper summarizes an interdisciplinary research experience between architecture, urbanism and meteorology empowering architects' education in different levels. Teamwork dynamics were detailed, exemplifying vertical and horizontal interactions among different scales, themes, and students' formation levels. The vertical interactions among researchers, graduate and undergraduate students allow the Diploma students to develop building and urban design proposals, informed by the latest research developments in the group. Currently, research goes forward following a close cooperation between Architecture and Urbanism and Meteorology courses.

Research methods were briefly presented, as well as some results on what we have learnt with remote sensing, microclimatic measurements and numerical simulation in the metropolitan, neighbourhood and building scales, for current and future climate scenarios. The research results in a sprawling megacity as Sao Paulo suggests that urban density seems to be a better solution for urban climate adaptation, but it is possible only side by side with urban amenities, creating small oasis spread all over the city, in transition spaces, taking the benefits of green, cool surfaces, weak winds and mutual building shading. For now, São Paulo is going to the opposite direction, more and more air conditioning dependent, with a local building code failing to establish any thermal and energy performance requirement and lacking good quality

urban spaces in most parts of the city. Therefore, this project results' can subsidy proposals for future revisions of the local masterplan, zoning law and building code, that should be more aligned with overheating issues, related to climate change and urban heating phenomena, as many other urban ordinances in different cities and climates.

To conclude, aligned with the final statement of IPCC Cities (2018), "the science we need for the cities we want", the decision process should be based on scientific evidence. In the built environment, the scientific development and the adaptation plans related to planning, urban and building design can follow the recently launched AR6 cycle (IPCC 2021; 2022), aiming the "Special Report on Cities", included in the IPCC agenda for the forthcoming years, in AR7 cycle. In the Brazilian context, with a huge diversity between scales and social and economic development of our cities, an important challenge is to balance the urban density needed, instead of urban sprawl, relating climate actions to the Sustainable Development Goals (SDG), side by side with climate amenities in urban and building scales, including energy efficiency, mobility, urban ecosystem services and nature-based solutions. For that, urban and building professionals with different backgrounds and skills must be trained to work in interdisciplinary teams in close collaboration, with the aim of creating a balanced urban ecosystem facing the challenges of current and future climate scenarios.

Contributions and Acknowledgements

Denise Helena Silva Duarte and Fábio Luiz Teixeira Gonçalves coordinated and vice-coordinated, respectively, this research group during the funded project FAPESP and are responsible for the conceptualization, data gathering, analysis and conclusions, as well as for the writing and final revision of this paper.

Acknowledgements to all the researchers, graduate and undergraduate students involved in this project. This research was supported by FAPESP (Grants #2016/02825-5, #2014/ 50978-0 #2016/01204-7, #2015/17360-5, #2016/20433-7, #2016/21884-2 and #2017/12816-6), by the National Council for Scientific and Technological Development – CNPq (Productivity Grant 309669/2015-4, Master and PIBIC Scholarships), by Capes Master Scholarship and by the University of Sao Paulo PUB undergraduate scholarship.

References

- Alves, C., Duarte, D.; Gonçalves, F. (2016). Residential Buildings' Thermal Performance and Comfort for the Elderly under Climate Changes Context in the city of São Paulo, Brazil. *Energy and Buildings*, v.114, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.044>
- Alves, C., Duarte, D.; Gonçalves, F. (2021). The recent residential apartment buildings' thermal performance under the combined effect of the global and the local warming. *Energy and Buildings*, v. 238, 110828. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110828>
- Alves, C. A. (2019). A produção recente de edifícios residenciais em São Paulo: desempenho e conforto térmico no contexto urbano e climático em transição. PhD Thesis (Architecture and Urbanism) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.16.2019.tde-31072019-171853>
- ASHRAE 55 (2020). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE. <https://www.ashrae.org/>
- Batista, R., Gonçalves, F. L. T.; ROCHA, R. P. da. (2016). Present climate and future projections of the thermal comfort for the metropolitan region of São Paulo, Brazil. *Climate Change*, 137 (3-4), 439-454. <http://link.springer.com/10.1007/s10584-016-1690-5>

- Chen, Y., Wong, N. (2006). Thermal benefits of city parks. *Energy and Buildings* 38, 105–120. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.04.003>
- Diniz, F. R., Gonçalves, F. L. T., Sheridan, S.. (2020). Heat wave and elderly mortality: Historical analysis and future projection for Metropolitan Region of São Paulo, Brazil. *Atmosphere*, 11, 933. <https://doi.org/10.3390/atmos11090933>
- Emmanuel, R. (2005). *An Urban Approach to Climate-Sensitive Design. Strategies for the Tropics*. New York: Spon Press. <https://www.routledge.com/An-Urban-Approach-To-Climate-Sensitive-Design-Strategies-for-the-Tropics/Emmanuel/p/book/9780415334105>
- Ferreira, L. S. (2015). Vegetation Management in São Paulo, Brazil: Clearing of Urban Vegetation and Environmental Compensation. In: *Trees. People and the Built Environment II*, Birmingham. Proceedings. Birmingham: ICF. 32-42. <https://www.charteredforesters.org/wp-content/uploads/2016/11/TPBEII-Paper-Ferreira-01.pdf>
- Ferreira, L. S. (2019). Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo. PhD Thesis (Architecture and Urbanism) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.16.2019.tde-02102019-173844>
- Ferreira, L. S.; Duarte, D. H. S. (2019). Exploring the relationship between urban form, land surface temperature and vegetation indices in a subtropical megacity. *Urban Climate*, 27, 105-123. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.11.002>
- Gonçalves, F. L. T., Braun, S., Silva Dias, P. L. Sharovsky, R. (2007). Influences of the weather and air pollutants on cardiovascular disease in the metropolitan area of Sao Paulo. *Environmental Research*, v. 104, 275-281. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2007.01.004>
- Gusson, C. S. (2020). O impacto da verticalização no microclima urbano e no conforto térmico na escala do pedestre: o papel da geometria e da envoltória dos edifícios. PhD Thesis (Architecture and Urbanism) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.16.2020.tde-29032021-104403>
- Gusson, C. S.; Simon, H.; Duarte, D. H. S. (2020). Impact of Built Density and Surface Materials on Urban Microclimate for Sao Paulo, Brazil: Simulation of Different Scenarios Using ENVI-met Full Forcing Tool. In: 35th PLEA Conference on Passive and Low Energy Architecture, A Coruña. Planning Post Carbon Cities. A Coruña: University of A Coruña and Assoc. PLEA2020 Planning Post Carbon Cities. v. 1. 818-823. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497947>
- Gusson, C.; Duarte, D. (2018). Microclimatic behaviour of two densely built areas in Sao Paulo, Brazil. In: 10th International Conference on Urban Climate – ICUC. Proceedings, New York. <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/meetings-events/ams-meetings/10th-international-conference-on-urban-climate-14th-symposium-on-the-urban-environment/>
- IAG/USP (s.d). Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP. <http://www.estacao.iag.usp.br/>
- IBGE (2011). Censo Demográfico 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>
- IPCC (2014). Climate Change 2014. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. <https://www.ipcc.ch/>
- IPCC (2018). Global Warming of 1.5 °C. Special Report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. <https://www.ipcc.ch/>
- IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis (WGII). Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. <https://www.ipcc.ch/>
- IPCC (2022). Climate Change 2022. Impacts, adaptation and vulnerability (WGII). Chapter 6: Cities, settlements and key infrastructure. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. <https://www.ipcc.ch/>
- Longarine, A.; Duarte, D. (2017). Caracterização da produção recente de edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Paulo: Subsídios para estudos de desempenho térmico das unidades e de impactos na mobilidade urbana. In: 17a Conferência Internacional da LARES - Latin American Real Estate Society, São Paulo. Latin American Real Estate Society. São Paulo: LARES, v. 1. 1-30. <https://lares.architecturez.net/doc/oai-laress-id-laress-2017-paper-80>
- Marengo, J. A. (2006). Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Distrito Federal, Brasil. <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/2006/10/24/mudancas-climaticas-globais-e-seus-efeitos-sobre-a-biodiversidade-caracterizacao-do-clima-atual-e-definicao-das-alteracoes-climaticas-para-o-territorio-brasileiro-ao-longo-do-seculo-xxi/>
- Nobre, C. A. et al. (2010). Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças climáticas: Região metropolitana de São Paulo. Sumário executivo. <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/2010/05/13/vulnerabilidades-das-megacidades-brasileiras-as-mudancas-climaticas-regiao-metropolitana-de-sao-paulo/>
- ONG, B. L. et al. (2012). Green Plot Ratio - Past, Present and Future. In: *Tropics 2050. iNTA 2012 - 4th International Network for Tropical Architecture*. https://www.researchgate.net/publication/236634754_Green_Plot_Ratio_-_Past_Present_Future
- ONG, B. L. (2002). Green Plot Ratio: An Ecological Measure for Architecture and Urban Planning. *Landscape and Urban Planning*, v.63, 197-211. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00191-3](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00191-3)
- PBMC (2016). Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf
- Santamouris, M. (2014). On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. *Energy and Buildings*, v. 82, 100-113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.022>
- São Paulo (s.d.). Prefeitura de São Paulo. Municipal Ordinances. <http://www.capital.sp.gov.br/>
- Shinzato, P.; Simon, H.; Duarte, D.; Bruse, M. (2019). Calibration process and parametrization of tropical plants using ENVI-met V4. São Paulo case study. *Architectural Science Review*, v.62, 2, 112–125. <https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1563522>
- Shinzato, P.; Simon, H.; Bruse, M.; Duarte, D. (2018). Effect of Green Infrastructure Based on Microclimatic Simulations of Street Trees Scenarios. Case Study: São Paulo, Brazil. In: *International Conference on Urban Climate - ICUC10*, New York. <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/meetings-events/ams-meetings/10th-international-conference-on-urban-climate-14th-symposium-on-the-urban-environment/>
- Silva, P. W. S. (2018). O impacto das fachadas verdes nos microclimas urbanos. Master Dissertation (Architecture and Urbanism) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.16.2018.tde-13092018-140952>
- Silva, P. W. Stark; Duarte, D. (2018). Green Walls Simulation for Subtropical Climates: Sensitivity tests with ENVI-met V4. In: *PLEA 2018 - Passive and Low Energy Architecture*, 2018, Hong Kong. Smart and healthy within the two-degree limit. Hong Kong: PLEA - Passive and Low Energy Architecture. v. 3. 1009-1010. <http://www.plea-arch.org/index.php/plea-proceedings/>
- Stewart, I. Oke, T. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society* v. 93, 1879-1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>
- Stone, B. (2012). *The city and the coming climate. Climate Changes in the Places we live*. New York: Cambridge. <https://www.cambridge.org/core/books/city-and-the-coming-climate/6BC2C28AF3A6D1E9FA1974F5E66149DF>
- Tsuda, F. P.; Duarte, D. (2018). The Conflicts between the Simplification of Building Regulations and the Challenge of Building Cities for a Changing Climate: The case of Sao Paulo city. In: *PLEA 2018 - Passive and Low Energy Architecture*, Hong Kong. Smart and healthy within the two-degree limit. Proceedings. Hong Kong: PLEA. v. 3. 1159-1160. <http://www.plea-arch.org/index.php/plea-proceedings/>
- Tsuda, F. P. (2019). Conforto, adequação climática e o papel dos códigos de edificações: os desafios de São Paulo frente ao estado da arte no Brasil e no mundo. Master Dissertation (Architecture and Urbanism) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.16.2019.tde-17102019-102350>
- UN Environment (2019). *Global Environment Outlook 6, GEO6*. <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6#>
- UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- Wu, A. Pett, J. (2006). Cold comfort for Kyoto? Carbon implications from increasing residential cooling demand. A scoping report. ACE: London. <http://pett-projects.org.uk/wp-content/uploads/2009/03/ACE-Research-2006-08-Cold-Comfort-for-Kyoto-full-report1.pdf>



ISSN: 1657-0308 (Impresa)
E-ISSN: 2357-626X (En línea)

Volumen

24

Nro. 2

REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

Arquitectura



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

• Revista de Arquitectura (Bogotá)
• Vol. 24 Nro. 2 2022 julio-diciembre
• pp. 1-140 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X
• Bogotá, Colombia

A Orientación editorial

Enfoque y alcance

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* (ISSN 1657-0308 Impresa y E-ISSN 2357-626X en línea) es una publicación científica seriada de acceso abierto, arbitrada mediante revisión por pares (doble ciego) e indexada, en donde se publican resultados de investigación originales e inéditos.

Está dirigida a la comunidad académica y profesional de las áreas afines a la disciplina. Es editada por la Facultad de Diseño y el Centro de Investigaciones (CIFAR) de la Universidad Católica de Colombia en Bogotá (Colombia).

La principal área científica a la que se adscribe la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* según la OCDE es:

- Gran área: 6. Humanidades
- Área: 6.D. Arte
- Disciplina: 6D07. Arquitectura y Urbanismo

También se publican artículos de las disciplinas como 2A02, Ingeniería arquitectónica; 5G03, Estudios urbanos (planificación y desarrollo); 6D07, Diseño.

Los objetivos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son:

- Promover la divulgación y difusión del conocimiento generado a nivel local, nacional e internacional
- Conformar un espacio para la construcción de comunidades académicas y la discusión en torno a las secciones definidas.
- Fomentar la diversidad institucional y geográfica de los autores que participan en la publicación.
- Potenciar la discusión de experiencias e intercambios científicos entre investigadores y profesionales.
- Contribuir a la visión integral de la arquitectura, por medio de la concurrencia y articulación de las secciones mediante la publicación de artículos de calidad.
- Publicar artículos originales e inéditos que han pasado por revisión de pares, para asegurar que se cumplen las normas éticas, de calidad, validez científica, editorial e investigativa.
- Fomentar la divulgación de las investigaciones y actividades desarrolladas en la Universidad Católica de Colombia.

Palabras clave de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*: arquitectura, diseño, educación arquitectónica, proyecto y construcción, urbanismo.

- Idiomas de publicación: español, inglés, portugués y francés.
- Título abreviado: Rev. Archit.
- Título corto: RevArq

Políticas de sección

La revista se estructura en tres secciones correspondientes a las líneas de investigación activas y aprobadas por la institución, y dos complementarias, que presentan dinámicas propias de la Facultad de Diseño y las publicaciones relacionadas con la disciplina.

Cultura y espacio urbano. En esta sección se publican los artículos que se refieren a fenómenos sociales en relación con el espacio urbano, atendiendo aspectos de la historia, el patrimonio cultural y físico, y la estructura formal de las ciudades y el territorio.

Proyecto arquitectónico y urbano. En esta sección se presentan artículos sobre el concepto de proyecto, entendido como elemento que define y orienta las condiciones proyectuales que devienen en los hechos arquitectónicos o urbanos, y la forma como estos se convierten en un proceso de investigación y nuevo de conocimiento. También se presentan proyectos que sean resultados de investigación, los cuales se validan por medio de la ejecución y transformación en obra construida del proceso investigativo. También se contempla la publicación de investigaciones relacionadas con la pedagogía y didáctica de la arquitectura, el urbanismo y el diseño.

Tecnología, medioambiente y sostenibilidad. En esta sección se presentan artículos acerca de sistemas estructurales, materiales y procesos constructivos, medioambiente y gestión, relacionados con los entornos social-cultural, ecológico y económico.

Desde la Facultad. En esta sección se publican artículos generados en la Facultad de Diseño, relacionados con las actividades de docencia, extensión, formación en investigación o internacionalización, las cuales son reflejo de la dinámica y de las actividades realizadas por docentes, estudiantes y egresados; esta sección no puede superar el 20% del contenido.

Textos. En esta sección se publican reseñas, traducciones y memorias de eventos relacionados con las publicaciones en *Arquitectura y Urbanismo*.

Portada: Atrio.
Fotografía: Yudi Tatiana Huérano Talero (2021)
CC BY-NC



A Frecuencia de publicación

Desde 1999 y hasta el 2015, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* publicó un volumen al año, a partir del 2016 se publican dos números por año en periodo anticipado, enero-junio y julio-diciembre, pero también maneja la publicación anticipada en línea de los artículos aceptados (versión Post-print del autor).

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se divulga mediante versiones digitales (PDF, HTML, EPUB, XML) e impresas con un tiraje de 700 ejemplares, los tiempos

de producción de estas versiones dependerán de los cronogramas establecidos por la editorial.

Los tiempos de recepción-revisión-aceptación pueden tardar entre seis y doce meses dependiendo del flujo editorial de cada sección y del proceso de revisión y edición adelantado.

Con el usuario y contraseña asignados, los autores pueden ingresar a la plataforma de gestión editorial y verificar el estado de revisión, edición o publicación del artículo.

A Canje

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* está interesada en establecer canje con publicaciones académicas, profesionales o científicas del área de *Arquitectura y Urbanismo*, como medio de reconocimiento y discusión de la producción científica en el campo de acción de la publicación.

Mecanismo

Para establecer canje por favor descargar, diligenciar y enviar el formato: RevArq FP20 Canjes

A Contacto

Dirección postal:
Avenida Caracas N° 46-72
Universidad Católica de Colombia
Bogotá D. C., (Colombia)
Código postal: 111311

Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones (CIFAR).
Sede El Claustro. Bloque "L", 4 piso
Diag. 46A N° 15b-10
Editora: Anna Maria Cereghino-Fedrigio

Teléfonos:
+57 (1) 327 73 00 – 327 73 33
Ext. 3109; 3112 o 5146
Fax: +57 (1) 285 88 95

Correo electrónico:
revistadearquitectura@ucatolica.edu.co
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB:
www.ucatolica.edu.co
vínculo Revistas científicas
<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/revistas-cientificas>
<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/>



Universidad Católica de Colombia
(2021, enero-junio). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 24(2),
1-140. Doi: 10.14718

ISSN: 1657-0308
E-ISSN: 2357-626X

Especificaciones:
Formato: 34 x 24 cm
Papel: Mate 115 g
Tintas: Negro y policromía



Universidad Católica de Colombia

Presidente
Édgar Gómez Betancourt

Vicepresidente - Rector
Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Jurídico
Edwin de Jesús Horta Vásquez

Vicerrector Administrativo
Édgar Gómez Ortiz

Vicerrector Académico
Elvers Medellín Lozano

Vicerrector de Talento Humano
Ricardo López Blum

Director de Investigaciones
Edwin Daniel Durán Gaviria

Directora Editorial
Stella Valbuena García

Facultad de Diseño

Decano
Werner Gómez Benítez

Director de docencia
Jorge Gutiérrez Martínez

Directora de extensión
Mayerly Rosa Villar Lozano

Director de investigación
César Eligio-Triana

Director de gestión de calidad
Augusto Forero La Rotta

Comité asesor externo
Facultad de Diseño
Édgar Camacho Camacho
Martha Luz Salcedo Barrera
Samuel Ricardo Vélez
Giovanni Ferroni del Valle

Facultad de Diseño

Centro de Investigaciones - CIFAR

REVISTA DE ARQUITECTURA

Arquitectura

Revista de acceso abierto,
arbitrada e indexada

Publindex: Categoría B. Índice Bibliográfico Nacional IBN.
Esci: Emerging Source Citation Index.
Doaj: Directory of Open Access Journals.
Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.
SciELO: Scientific Electronic Library Online - Colombia
Redib: Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.
Ebsco: EBSCOhost Research Databases.
Clase: Base de datos bibliográfica de revistas de ciencias sociales y humanidades.
Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Directorio y catálogo).
Dialnet: Fundación Dialnet - Biblioteca de la Universidad de La Rioja.
LatinRev: Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades.
Proquest: ProQuest Research Library.
Miar: Matrix for the Analysis of Journals.
Sapiens Research: Ranking de las mejores revistas colombianas según visibilidad internacional.
Actualidad Iberoamericana: (Índice de Revistas) Centro de Información Tecnológica (CIT).
Google Scholar
Arla: Asociación de Revistas latinoamericanas de Arquitectura.

Editorial

Av. Caracas N° 46-72, piso 5
Teléfono: 3277300 Ext. 5145
editorial@ucatolica.edu.co
www.ucatolica.edu.co
http://publicaciones.ucatolica.edu.co/

Impresión:

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
Bogotá D. C., Colombia
Septiembre de 2022

Revista de Arquitectura (Bogotá)

Director
Werner Gómez Benítez

Editora
Anna Maria Cereghino-Fedrigio

Editores de sección
▲ Flor Adriana Pedraza-Pacheco
▲ Mariana Ospina-Ortiz
▲ Carolina Rodríguez-Ahumada
▲ Johanna Rodríguez-Ahumada

Equipo editorial

Coordinador editorial
John Fredy Guzmán
coordinacioneditorial@ucatolica.edu.co

Diseño y montaje
Juanita Isaza
juanaisaza@gmail.com

Traductora

Inglés
Myriam Rodríguez Páez
myriamrodriguezp@gmail.com

Corrector de estilo
Gustavo Patiño Díaz
correctordeestilo@gmail.com

Página Web
Centro de Investigaciones - CIFAR

Distribución y canjes
Claudia Álvarez Duquino
calvarez@ucatolica.edu.co

Comité editorial y científico

Beatriz García Moreno, Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Carmen Egea Jiménez, Ph.D.
Universidad de Granada. Granada, España

Clara E. Irazábal-Zurita, Ph.D.
University of Missouri. Kansas City, Estados Unidos

Dania González Couret, Ph.D.
Universidad Tecnológica de La Habana. La Habana, Cuba

Débora Domingo-Calabuig, Ph.D.
Universitat Politècnica de València. Valencia, España

Denise Helena Silva Duarte, Ph.D.
Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, Brasil

Fernando Vela-Cossío, Ph.D.
Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

Jean Philippe Garric, Ph.D. - HDR
Université Paris I Panthéon-Sorbonne. Paris, France
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Juan Carlos Pérgolis, M.Sc.
Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia

Khifan Luna Ph.D.
University of Waterloo. Waterloo, Canada

Luis Gabriel Gómez Azpeitia, Ph.D.
Universidad de Colima. Colima, México

Margarita Greene Z., Ph.D.
CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable. Santiago, Chile
Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

Mariano Vázquez Espí, Ph.D.
Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

Maureen Trebilcock-Kelly, Ph.D.
Universidad del Bío-Bío (Chile), Chile

Teresa Cuervo-Vilches, Ph.D.
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid, España

CONTENIDO

Contextos
Contexts
3-9

Cultura y espacio urbano
Culture and urban space
10-71

Proyecto arquitectónico y urbano
Architectural and urban project
72-105

Tecnología, medioambiente y
sostenibilidad
Technology, environment and
sustainability
106-136

- ES** Revisión del buen uso de las palabras clave en las revistas de arquitectura iberoamericanas, en cuanto a frecuencia y tendencia3
Anna Maria Cereghino-Fedrigio
-
- ES** Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo10
Luisa Moreira-Villavicencio
- ES** Impactos en la movilidad como resultado del proyecto Transmicable en la localidad de Ciudad Bolívar.....17
Accesibilidad, infraestructura y cambios para los habitantes en torno a la estación Mirador del Paraíso
Milton Mauricio Moreno-Miranda
- ES** Incidencias del arte urbano en la configuración de la ciudad.27
El caso de Medellín, Colombia
Nino Gaviria-Puerta
- ES** Renovación urbana y derecho a la ciudad: discursos y actores en torno a la renovación del espacio público en el centro histórico de Medellín.....37
Yurany Andrea Serna
- ES** El arte callejero como herramienta transformadora para una nueva ciudadanía en Manizales, Colombia.....50
Andrea Marulanda-Montes, Valentina Mejía-Amézquita, Tania Giraldo-Ospina
- ES** Análisis estético y urbano del pasaje Cervantes: conexiones simbólicas para propuestas de intervención creativa.....61
Juan-Alejandro López-Carmona, Mónica-Lucía Molina-Saldarriaga
-
- ES** La intervención y la planificación de la vivienda en la formalidad o la informalidad72
Mishell Echeverría
- ES** Morfologías y patrones urbanos en conjunto de vivienda palafítica.....84
Vivienda vernácula en el corregimiento de El Morro (Nueva Venecia), en el municipio de Sitionuevo, Magdalena, Colombia
Hárold Medina-Garzón, Gustavo Adolfo Arteaga-Botero, Cecilia López-Pérez
- ES** Adaptaciones geográficas de la casa moderna en Colombia.....94
Cuatro casos de estudio en el litoral, el valle, la montaña y el altiplano
Isabel Llanos-Chaparro, Édison Henao-Carvajal, Daniel Bárcenas-Duque
-
- ES** Análisis de la distribución del arbolado urbano de alineación en La Plata, Argentina.....106
Mariana Birche
- EN** Urban climate adaptation: an interdisciplinary research experience empowering architecture and urbanism education.....116
Denise Helena Silva Duarte, Fábio Luiz Teixeira Gonçalves
- ES** El campus de la Universidad del Valle: un laboratorio de diseño del paisaje moderno en Colombia.....126
Verónica Iglesias-García

A Derechos de autor

La postulación de un artículo a la *Revista de Arquitectura* (Bogotá) indica que- el o los autores certifican que conocen y aceptan la política editorial, para lo cual firmarán en original y remitirán el formato RevArq FP00 Carta de originalidad.

La *Revista de Arquitectura* (Bogotá) maneja una política de Autoarchivo VERDE, según las directrices de SHERPA/RoMEO, por lo cual el autor puede:

- *Pre-print* del autor: Archivar la versión *pre-print* (la versión previa a la revisión por pares)
- *Post-print* del autor: Archivar la versión *post-print* (la versión final posterior a la revisión por pares)
- Versión de editor/PDF: Archivar la versión del editor – PDF/HTML/XLM en la maqueta de la *Revista de Arquitectura* (Bogotá).

El Autoarchivo se debe hacer respetando la licencia de acceso abierto, la integridad y la imagen de la *Revista de Arquitectura* (Bogotá), también se recomienda incluir la referencia, el vínculo electrónico y el DOI.

El autor o los autores son los titulares del Copyright © del texto publicado y la Editorial de la *Revista de Arquitectura* (Bogotá) solicita la firma de una autorización de reproducción del artículo (RevArq FP03 Autorización reproducción), la cual se acoge a la licencia CC, donde se expresa el derecho de primera publicación de la obra.

La *Revista de Arquitectura* (Bogotá) se guía por las normas internacionales sobre propiedad intelectual y derechos de autor, y de manera particular el artículo 58 de la Constitución Política de Colombia, la Ley 23 de 1982 y el Acuerdo 172 del 30 de septiembre de 2010 (Reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Católica de Colombia).

Para efectos de autoría y coautoría de artículos se diferencian dos tipos: “obra en colaboración” y “obra colectiva”. La primera es aquella cuya autoría corresponde a todos los participantes al ser fruto de su trabajo conjunto. En este caso, quien actúa como responsable y persona de contacto debe asegurar que quienes firman como autores han revisado y aprobado la versión final, y dan consentimiento para su divulgación. La obra colectiva es aquella en la que, aunque participan diversos colaboradores, hay un autor que toma la iniciativa, la coordinación y realización de dicha obra. En estos casos, la autoría corresponderá a dicha persona (salvo pacto en contrario) y será suficiente únicamente con su autorización de divulgación.

El número de autores por artículo debe estar justificado por el tema, la complejidad y la extensión, y no deberá ser superior a la media de la disciplina, por lo cual se recomienda que no sea mayor de cinco. El orden en que se enuncien corresponderá a los aportes de cada uno a la construcción del texto, se debe evitar la autoría ficticia o regalada. Si se incluyen más personas que trabajaron en la investigación se sugiere que sea en calidad de colaboradores o como parte de los agradecimientos. La *Revista de Arquitectura* (Bogotá) respetará el número y el orden en que figuren en el original remitido. Si los autores consideran necesario, al final del artículo pueden incluir una breve descripción de los aportes individuales de cada uno de firmantes.

La comunicación se establece con uno de los autores, quien a su vez será el responsable de informar a los demás autores de las notificaciones emitidas por la *Revista de Arquitectura* (Bogotá).

En virtud de mantener el equilibrio de las secciones y las mismas oportunidades para todos los participantes, un mismo autor puede postular dos o más artículos de manera simultánea; si la decisión editorial es favorable y los artículos son aceptados, su publicación se realizará en números diferentes.

A Acceso abierto

La *Revista de Arquitectura* (Bogotá), en su misión de divulgar la investigación y apoyar el conocimiento y la discusión en los campos de interés, proporciona acceso abierto, inmediato e irrestricto a su contenido de manera gratuita mediante la distribución de ejemplares impresos y digitales. Los interesados pueden leer, descargar, guardar, copiar y distribuir, imprimir, usar, buscar o referenciar el texto completo o parcial de los artículos o la totalidad de la *Revista de Arquitectura* (Bogotá).



Esta revista se acoge a la licencia *Creative Commons* (CC BY-NC de Atribución – No comercial 4.0 Internacional): “Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos”.

La *Revista de Arquitectura* es divulgada en centros y grupos de investigación, en bibliotecas y universidades, y en las principales facultades de Arquitectura, mediante acceso abierto a la versión digital y suscripción anual al ejemplar impreso o por medio de canje, este último se formaliza mediante el formato RevArq FP20 Canjes.

Para aumentar su visibilidad y el impacto de los artículos, se envían a bases de datos y sistemas de indexación y resumen (SIR) y, asimismo, pueden ser consultados y descargados en la página web de la revista.

La *Revista de Arquitectura* no maneja cobros, tarifas o tasas de publicación de artículo (Article Processing Charge-APC), o por el sometimiento de textos a la publicación.

A Ética y buenas prácticas

La *Revista de Arquitectura* se compromete a cumplir y respetar las normas éticas en todas las etapas del proceso de publicación. Los autores de los artículos publicados darán cumplimiento a los principios éticos contenidos en las diferentes declaraciones y legislaciones sobre propiedad intelectual y derechos de autor específicos del país donde se realizó la investigación. En consecuencia, los autores de los artículos postulados y aceptados para publicar, que presentan resultados de investigación, deben firmar la declaración de originalidad (formato RevArq FP00 Carta de originalidad).

La *Revista de Arquitectura* reconoce y adopta los principios de transparencia y buenas prácticas descritos por COPE, “Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing” (2015).

El equipo editorial tiene la obligación de guardar la confidencialidad acerca de los artículos recibidos, y abstenerse de usar en sus propias investigaciones datos, argumentos o interpretaciones hasta tanto el artículo no sea publicado. También debe ser imparcial y gestionar los artículos de manera adecuada y en los plazos establecidos. La selección de revisores se hará con objetividad y estos deberán responder a la temática del artículo.

El editor, los autores y los revisores deben seguir las normas éticas internacionales definidas por el Committee on Publication Ethics (COPE), con el fin de evitar casos de:

- Fabricación, falsificación u omisión de datos.
- Plagio y autoplagio.
- Publicación redundante, duplicada o fragmentada.
- Omisión de referencias a las fuentes consultadas.
- Utilización de contenidos sin permiso o sin justificación.
- Apropiación individual de autoría colectiva.
- Cambios de autoría.
- Conflicto de interés (CDI) no revelado o declarado.
- Otras que pudieran surgir en el proceso de investigación y publicación.

La fabricación de resultados se genera al mostrar datos inventados por los autores; la falsificación resulta cuando los datos son manipulados y cambiados a capricho de los autores; la omisión se origina cuando los autores ocultan deliberadamente un hecho o dato. El plagio se da cuando un autor presenta como ideas propias datos creados por otros. Los casos de plagio son los siguientes: copia directa de un texto sin entrecomillar o citar la fuente, modificación de algunas palabras del texto, paráfrasis y falta de agradecimientos; el autoplagio se da cuando el mismo autor reutiliza material propio que ya fue publicado, pero sin indicar la referencia al trabajo anterior. La revista se apoya en herramientas digitales que detectan cualquiera de estos casos en los artículos postulados, y es labor de los editores y revisores velar por la originalidad y fidelidad en la citación. La publicación redundante o duplicada se refiere a la copia total, parcial o alterada de un trabajo ya publicado por el mismo autor.

En caso de sospechar de alguna mala conducta se recomienda seguir los *diagramas de flujo elaborados por COPE (2008)*, con el fin de determinar las acciones correspondientes.

La *Revista de Arquitectura* se reserva el derecho de retractación de publicación de aquellos artículos que, posterior a su publicación, se demuestre que presentan errores de buena fe, o cometieron fraudes o malas prácticas científicas. Esta decisión se apoyará en “Retraction Guidelines” (COPE, 2009). Si el error es menor, este se podrá rectificar mediante una nota editorial de corrección o una fe de erratas. Los autores también tienen la posibilidad de solicitar la retractación de publicación cuando descubran que su trabajo presenta errores graves. En todos los casos se conservará la versión electrónica y se harán las advertencias de forma clara e inequívoca.

A Privacidad y manejo de la información. Habeas Data

Para dar cumplimiento a lo previsto en el artículo 10 del Decreto 1377 de 2013, reglamentario de la Ley 1581 de 2012, y según el Acuerdo 002 del 4 de septiembre de 2013 de la Universidad Católica de Colombia, “por el cual se aprueba el manual de políticas de tratamiento de datos personales”:

La *Universidad Católica de Colombia*, considerada como responsable o encargada del tratamiento de datos personales, manifiesta que los datos personales de los autores, integrantes de los comités y pares revisores, se encuentran incluidos en nuestras bases de datos; por lo anterior, y en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, la Universidad solicitará siempre su autorización, para que en desarrollo de sus funciones propias como Institución de Educación Superior, en especial las relacionadas con la docencia, la extensión y la investigación, la *Universidad Católica de Colombia* pueda recolectar, recaudar, almacenar, usar, circular, suprimir, procesar, intercambiar, compilar, dar tratamiento, actualizar, transmitir o transferir a terceros países y disponer de los datos que le han suministrado y que han sido incorporados en las bases de datos de todo tipo que reposan en la Universidad.

La *Universidad Católica de Colombia* queda autorizada, de manera expresa e inequívoca, en los términos señalados por el Decreto 1377 de 2013, para mantener y manejar la información de nuestros colaboradores (autores, integrantes de los diferentes comités y pares revisores); así mismo, los colaboradores podrán ejercer sus derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir sus datos personales, para lo cual se han dispuesto las siguientes cuentas de correo electrónico:

contacto@ucatolica.edu.co y revistadearquitectura@ucatolica.edu.co

A Directrices para autores

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* recibe artículos de manera permanente. Los artículos se procesan a medida que se postulan, dependiendo el flujo editorial de cada sección.

El idioma principal es el español, y como opcionales están definidos el inglés, el portugués y el francés; los textos pueden ser escritos y presentados en cualquiera de estos.

Los artículos postulados deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Como punto de referencia se pueden tomar las tipologías y definiciones del Índice Bibliográfico Nacional, Publindex (2010) que se describen la continuación:

1. *Artículo de revisión*: documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

2. *Artículo de investigación científica y tecnológica*: documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

3. *Artículo de reflexión*: documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Adicional a estas tipologías, se pueden presentar otro tipo de artículos asociados a procesos de investigación-creación y/o investigación proyectual. En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas y sea evidente el aporte a la disciplina.

En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas.

A Instrucciones para postular artículos

Postular el artículo en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y adjuntar comunicación escrita dirigida al editor RevArq.FP00 Carta de originalidad (debidamente firmada por todos los autores en original); de igual manera, se debe diligenciar el formato de hoja de vida RevArq.FP01 Hoja de Vida (una por cada autor).

En la comunicación escrita el autor expresa que conoce y acepta la política editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, que el artículo no está postulado para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales y que no existe conflicto de intereses (ver modelo RevArq.FP06 CDI) y que, de ser aceptado, concederá permiso de primera publicación, no exclusiva a nombre de la Universidad Católica de Colombia como editora de la revista.

Los artículos deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En la primera página del documento se debe incluir:

Título: no exceder 15 palabras.

Subtítulo: opcional, complementa el título o indica las principales subdivisiones del texto.

Nombre del autor o autores: nombres y apellidos completos o según modelo de citación adoptado por el autor para la normalización de los nombres del investigador. Como nota al pie (máximo 100 palabras): formación académica, experiencia profesional e investigativa, código ORCID <https://orcid.org/>, e información de contacto, correo electrónico.

Filiación institucional: debajo del nombre se debe declarar la institución en la cual se desarrolló el producto, de la cual recibió apoyo o aquella que respalda el trabajo investigativo.

Resumen: debe ser analítico, se redacta en un solo párrafo, da cuenta del tema, el objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones; no debe exceder las 150 palabras.

Palabras clave: cinco palabras o grupo de palabras, ordenadas alfabéticamente y que no se encuentren en el título o subtítulo; estas sirven para clasificar temáticamente al artículo. Se recomienda emplear principalmente palabras definidas en el tesoro de la Unesco (<http://databases.unesco.org/thessp/>), en el tesoro de Arte & Arquitectura © (www.aatespanol.cl/), o Vitruvio (<http://vocabularyserver.com/vitruvio/>)

También se recomienda incluir título, resumen y palabras clave en segundo idioma.

- La segunda página y siguientes deben tener en cuenta:

El cuerpo del artículo se divide en: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión de resultados; posteriormente se presentan las Conclusiones, y luego las Referencias bibliográficas y los Anexos (modelo IMRYD). Las tablas y figuras se deben incorporar en el texto.

Descripción del proyecto de investigación: en la introducción se debe describir el tipo de artículo y brevemente el marco investigativo del cual es resultado y diligenciar el formato (RevArq.FP02 Info Proyectos de Investigación).

TEXTO: todas las páginas deben venir numeradas y con el título de artículo en la parte superior de la página. Márgenes de 3 cm por todos los lados, interlineado doble, fuente Arial o Times New Roman de 12 puntos, texto justificado (Ver plantilla para presentación de artículos). La extensión de los artículos debe ser de alrededor de 5.000 palabras ($\pm$ 20 páginas, incluyendo gráficos, tablas, referencias, etc.); como mínimo 3.500 y máximo 8.000 palabras. Se debe seguir el estilo vigente y recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA). (Para mayor información véase <http://www.apastyle.org/>)

Citas y notas al pie: las notas aclaratorias o notas al pie no deben exceder cinco líneas o 40 palabras, de lo contrario estas deben ser incorporadas al texto general.

* Todos los formatos, las ayudas e instrucciones detalladas se encuentran disponibles en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticola/revistas_ucatolica/index.php/RevArq.
** Para consultar estas instrucciones en otro idioma por favor acceder a la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

Las citas pueden ser:

Corta: (con menos de 40 palabras) se incorporan al texto y pueden ser: textuales (se encierran entre dobles comillas), parafraseo o resumen (se escriben en palabras del autor dentro del texto).

Cita textual extensa: (mayor de 40 palabras) debe ser dispuesta en un renglón y un bloque independiente con sangrías y omitiendo las comillas, no olvidar en ningún caso la referencia del autor (Apellido, año, página).

Referencias: como modelo para la construcción de referencias se emplea el estilo recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA) (<http://www.apastyle.org/>).

Siglas: en caso de emplear siglas en el texto, las figuras o las tablas, se debe proporcionar la equivalencia completa la primera vez que se empleen y encerrarlas entre paréntesis. En el caso de citar personajes reconocidos se deben colocar nombres o apellidos completos, nunca emplear abreviaturas.

Figuras y tablas: las figuras (gráficos, diagramas, ilustraciones, planos, mapas o fotografías) y las tablas deben ir numeradas y contener título o leyenda explicativa relacionada con el tema del artículo, que no exceda las 15 palabras (Figura 1. xxxxx, Tabla 1. xxxx, etc.) y la procedencia (fuente: autor o fuente, año, página). Estas se deben referenciar en el texto de forma directa o entre paréntesis; se recomienda hacerlo con referencias cruzadas.

También se deben entregar en medio digital, independiente del texto, en formatos editables o abiertos. La marcación de los archivos debe corresponder a la incluida en el texto. Según la extensión del artículo se deben incluir de 5 a 10 gráficos. Ver guía para la búsqueda de imágenes de dominio público o bajo licencias Creative Commons (CC).

El autor es el responsable de *adquirir los derechos o las autorizaciones* de reproducción a que haya lugar para imágenes o gráficos tomados de otras fuentes, así como de entrevistas o material generado por colaboradores diferentes a los autores; de igual manera, se debe garantizar la protección de datos e identidades para los casos que sea necesario.

FOTOGRAFÍA: pueden ser entregadas en original para ser digitalizadas, de lo contrario se deben digitalizar con una resolución igual o superior a 300 dpi para imágenes a color y 600 para escala de grises. Los formatos de las imágenes pueden ser TIFF, PSD o JPG, y deben cumplir con las características expresadas en el punto anterior (figuras).

PLANIMETRÍA: se debe entregar la planimetría original en medio digital, en lo posible en formato CAD, y sus respectivos archivos de plumas o en PDF; de no ser posible, se deben hacer impresiones en tamaño carta con las referencias de los espacios mediante numeración y lista adjunta. Deben tener escala gráfica, escala numérica, norte, coordenadas y localización. En lo posible, no deben contener textos, achurados o tramas.

Para más detalles, consultar el documento *RevArq. Parámetros para Autores Descripción* en el portal web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

Beneficios

Como reconocimiento a los autores, se les hará envío postal de dos ejemplares de la edición impresa sin ningún costo y entregada en la dirección consignada en el formato de hoja de vida (RevArq.FP01); adicionalmente, se enviará el vínculo para la descarga de la versión digital.

También se enviará una constancia informativa en la que se relaciona la publicación del artículo y, de manera opcional, se pueden detallar las fechas del proceso editorial y el arbitraje realizado.

La selección de revisores se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:

- Afinidad temática.
- Formación académica.
- Experiencia investigativa y profesional.
- Producción editorial en revistas similares o en libros resultado de investigación.

El proceso de arbitraje se basa en los principios de equidad e imparcialidad, y en los criterios de calidad y pertinencia.

El desarrollo de la revisión se realiza según el formato (**RevArq FP10 Evaluación de artículos**) y las observaciones que el revisor considere necesarias en el cuerpo del artículo. En cualquiera de los conceptos que emita el revisor (Aceptar, Publicable con modificaciones, Reevaluable o No publicable), y como parte de la labor formativa y de comunidad académica, el revisor hará sugerencias para mejorar el documento. El revisor podrá solicitar una nueva relectura del artículo después de los ajustes realizados por el autor.

El revisor también deberá diligenciar el formato RevArq FP01 Hoja de Vida, con el fin de certificar y soportar el proceso de revisión ante los SIR que así lo soliciten.

En el proceso de arbitraje se emplea el método doble ciego, los nombres del revisor no serán conocidos por el autor y viceversa. Con el fin de garantizar el anonimato del autor, el artículo postulado se le han podido suprimir nombres, instituciones o imágenes que puedan ser asociadas de manera directa al autor.

Aunque se procura el anonimato, una vez recibida la invitación como par revisor del artículo, el revisor debe cercionarse de que no exista conflicto de intereses (CDI) o alguna limitante que afecte la revisión o que pueda ser vista como tal (lazos familiares, amistad o enemistad, vínculos contractuales o laborales, posiciones éticas, etc.), de presentarse esta situación se notificará al editor. (Ver modelo RevArq FP06 CDI).

Dada la confidencialidad del proceso de revisión, y considerando los derechos de autor y de propiedad intelectual que pueda haber sobre el material que se entrega, el revisor se compromete a mantener en absoluta reserva su labor, a limitar el uso de la obra entregada solo para el propósito designado y a devolver la documentación remitida una vez concluya la actividad.

El tiempo establecido para las revisiones de pares es de máximo un mes a partir de la confirmación de la recepción de la documentación. Ese plazo podrá ser modificado de mutuo acuerdo entre el editor y el revisor, siempre y cuando no afecte la periodicidad de la revista, la impresión o el tiempo para emitir una respuesta al autor.

Los revisores se acogerán a “COPE Ethical Guidelines for Peer Reviewers” de COPE.

Beneficios

Como retribución a los revisores se les hará envío postal de un ejemplar de la edición impresa sin ningún costo y entregada en la dirección consignada en el formato de hoja de vida. También, si es de interés para el revisor, podrá hacer la solicitud de alguna de las publicaciones editadas y presentes en el **catálogo de publicaciones** de la Universidad Católica de Colombia, previa aprobación de la Editorial y sujeto a la disponibilidad.

Si lo desea tendrá derecho a una constancia de la colaboración en la revisión de artículos, la cual solo contendrá el periodo en el cual se realizó la actividad. También tendrá la posibilidad de aceptar o no la publicación de su nombre, nacionalidad y nivel máximo de formación en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en su calidad de colaborador.

A Proceso de revisión por pares

Luego de la postulación del artículo, el editor de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* selecciona y clasifica los artículos que cumplen con los requisitos establecidos en las **directrices para los autores**. El editor podrá rechazar en primera instancia artículos, sin recurrir a un proceso de revisión, si los considera de baja calidad o por presentar evidencias de faltas éticas o documentación incompleta.

Los artículos se someterán a un primer dictamen del editor, de los editores de sección y del Comité Editorial, teniendo en cuenta:

- Afinidad temática, relevancia del tema y correspondencia con las secciones definidas.
- Respaldo investigativo.
- Coherencia en el desarrollo del artículo, así como una correcta redacción y ortografía.
- Relación entre las figuras y tablas con el texto del artículo.

En esta revisión se verificará el nivel de originalidad mediante el uso

de software especializado (iThenticate o similar) y recursos digitales existentes para tal fin, también se observará la coherencia y claridad en los apartados del documento (modelo IMRYD), la calidad de las fuentes y la adecuada citación, esto quedará consignado en el formato (**RevArq FP09 Revisión de artículos**); esta información será cargada a la plataforma de gestión editorial y estará a disposición del autor.

En caso de que el artículo requiera ajustes preliminares, será devuelto al autor antes de ser remitido a revisores. En este caso, el autor tendrá veinte días para remitir nuevamente el texto con los ajustes solicitados.

Después de la preselección se asignan mínimo dos revisores especializados, quienes emitirán su concepto utilizando el formato (**RevArq FP10 Evaluación de artículos**) y las anotaciones que consideren oportunas en el texto; en esta etapa se garantizará la confidencialidad y el anonimato de autores y revisores (modalidad doble ciego).

Del proceso de revisión se emite uno de los siguientes conceptos que será reportado al autor:

- **Aceptar el envío:** con o sin observaciones.
- **Publicable con modificaciones:** se podrá sugerir la forma más adecuada para una nueva presentación, el autor puede o no aceptar las observaciones según sus argumentos. Si las acepta, cuenta con quince días para realizar los ajustes pertinentes.
- **Reevaluable:** cumple con algunos criterios y debe ser corregido. Es necesario hacer modificaciones puntuales y estructurales al artículo. En este caso, el revisor puede aceptar o rechazar hacer una nueva lectura del artículo luego de ajustado.
- **No publicable:** el autor puede volver a postular el artículo e iniciar nuevamente el proceso de arbitraje, siempre y cuando se evidencien los ajustes correspondientes.

En el caso de presentarse diferencias sustanciales y contradictorias en los conceptos sobre la recomendación del revisor, el editor remitirá el artículo a un revisor más o a un miembro del Comité Editorial quien podrá actuar como tercer árbitro, con el fin de tomar una decisión editorial sobre la publicación del artículo.

Los autores deberán considerar las observaciones de los revisores o de los editores, y cada corrección incorporada u omitida debe quedar justificada en el texto o en una comunicación adjunta. En el caso que los autores omitan las indicaciones realizadas sin una argumentación adecuada, el artículo será devuelto y no se dará por recibido hasta que no exista claridad al respecto.

El editor respetará la independencia intelectual de los autores y a estos se les brindará el derecho de réplica en caso de que los artículos hayan sido evaluados negativamente y rechazados.

Los autores, con su usuario y contraseña, podrán ingresar a la plataforma de Gestión Editorial, donde encontrarán los conceptos emitidos y la decisión sobre el artículo.

El editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de aceptar o no la publicación del material recibido. También se reservan el derecho de sugerir modificaciones de forma, ajustar las palabras clave o el resumen y de realizar la corrección de estilo. El autor conocerá la versión final del texto antes de la publicación oficial del mismo.

Cuando un artículo es aceptado para su publicación, el autor debe firmar la autorización de reproducción (**RevArq FP03 Autorización reproducción**). Para más información ver: **Política de derechos de autor**

Notas aclaratorias:

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* busca el equilibrio entre las secciones, motivo por el cual, aunque un artículo sea aceptado o continúe en proceso de revisión, podrá quedar aplazado para ser publicado en un próximo número; en este caso, el autor estará en la posibilidad de retirar la postulación del artículo o de incluirlo en el banco de artículos del próximo número.

El editor y los editores de sección de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son los encargados de establecer contacto entre los autores y revisores, ya que estos procesos se realizan de manera anónima.

PÁG. 3	●	Revisión del buen uso de las palabras clave en las revistas de arquitectura iberoamericanas, en cuanto a frecuencia y tendencia Review of the good use of keywords in Ibero-American architecture magazines in terms of frequency and trend Anna Maria Cereghino-Fedrico
PÁG. 10	●	Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo Infrastructure and provision of the urban public transport service in the city of Portoviejo Luisa Moreira-Villavicencio.
PÁG. 17	●	Impactos en la movilidad como resultado del proyecto Transmicable en la localidad de Ciudad Bolívar. Accesibilidad, infraestructura y cambios para los habitantes en torno a la estación Mirador del Paraíso Impacts on mobility as a result of the Transmicable project in Ciudad Bolívar Accessibility, infrastructure and changes for residents around Mirador del Paraíso station Milton Mauricio Moreno- Miranda
PÁG. 27	●	Incidencias del arte urbano en la configuración de la ciudad. El caso de Medellín, Colombia Incidents of urban art in the configuration of the city. The case of Medellín, Colombia Nino Gaviria-Puerta
PÁG. 37	●	Renovación urbana y derecho a la ciudad: discursos y actores en torno a la renovación del espacio público en el centro histórico de Medellín Urban renewal and right to the city: discourses and actors around the renewal of public space in the historic center of Medellín Yurany Andrea Serna
PÁG. 50	●	El arte callejero como herramienta transformadora para una nueva ciudadanía en Manizales, Colombia Street art as a transforming tool for a new citizenship. Muralism in Manizales, Colombia Andrea Marulanda-Montes, Valentina Mejía-Amézquita y Tania Giraldo-Ospina
PÁG. 72	●	Análisis estético y urbano del pasaje Cervantes: conexiones simbólicas para propuestas de intervención creativa 61 Aesthetic and urban analysis of Pasaje Cervantes: Symbolic connections for creative intervention proposals Juan-Alejandro López-Carmona, y Mónica-Lucía Molina-Saldarriaga
PÁG. 84	●	La intervención y la planificación de la vivienda en la formalidad o la informalidad The intervention and planning of housing in formality or informality Mishell Echeverría
PÁG. 84	●	Morfologías y patrones urbanos en conjunto de vivienda palafítica. Vivienda vernácula en el corregimiento de El Morro (Nueva Venecia), en el municipio de Sitionuevo, Magdalena, Colombia Morphologies and urban patterns in a palafitic housing complex Vernacular housing in the village of El Morro (Nueva Venecia), in the municipality of Sitionuevo, Magdalena, Colombia Harold Medina-Garzón, Gustavo Adolfo Arteaga-Botero y Cecilia López-Pérez
PÁG. 94	●	Adaptaciones geográficas de la casa moderna en Colombia. Cuatro casos de estudio en el litoral, el valle, la montaña y el altiplano Geographical adaptations of the modern house in Colombia Four case studies on the coast, the valley, the mountains and the highlands Isabel Llanos-Chaparro, Édison Henao-Carvajal y Daniel Bárcenas-Duque
PÁG. 106	●	Análisis de la distribución del arbolado urbano de alineación en La Plata, Argentina Analysis of the distribution of urban street trees in La Plata, Argentina Mariana Birche
PÁG. 116	●	Urban climate adaptation: an interdisciplinary research experience empowering architecture and urbanism education La adaptación al cambio climático: una experiencia de investigación interdisciplinar que potencia la formación en arquitectura y urbanismo Denise Helena Silva Duarte y Fábio Luiz Teixeira Gonçalves
PÁG. 126	●	El campus de la Universidad del Valle: un laboratorio de diseño del paisaje moderno en Colombia The campus of the Universidad del Valle: a laboratory of modern landscape design in Colombia Verónica Iglesias-García



CONEXOTOS
CONTEXTS

CULTURA Y ESPACIO URBANO
CULTURE AND URBAN SPACE

PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO
ARCHITECTURAL AND URBAN PROJECT

TECNOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD
TECHNOLOGY, ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY

La Revista de Arquitectura es de acceso abierto, arbitrada e indexada y está presente en:



Revista de Arquitectura (Bogotá) Universidad Católica de Colombia @RevArqUCATOLICA

<https://www.mendeley.com/profiles/revista-de-arquitectura-bogot/>

