

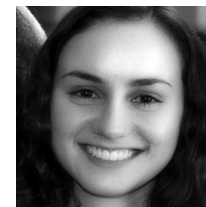
Parametric Modeling as an Alternative Tool for Planning and Management of the Urban Landscape in Brazil – Case Study of Balneario Camboriu

Modelagem Paramétrica como Ferramenta Alternativa de Planejamento e Gestão da Paisagem Urbana no Brasil - Estudo de Caso de Balneário Camboriú

In Brazil, urban morphometric parameterization has become the main instrument of urban planning. Parametric Modeling of the Urban Landscape presents itself, therefore, as an important methodological tool to the landscape planning and construction. It emerges as a possibility to aggregate the different dimensions that compose the urban landscape which are capable of measurement. Moreover, it enables the planning of large areas according to specific aspects, which can be then developed into macro-solutions and projects at the local level. In this work, a dynamic cartography based on the Parametric Modeling of the Urban Landscape methodology is used to represent the landscape proposed by Balneario Camboriu's urban laws.

A parametrização urbana tornou-se o principal instrumento de planejamento urbano no Brasil. A Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana representa, portanto, uma importante ferramenta metodológica para o planejamento da paisagem e construção. Ela surge como uma possibilidade de agregar as diferentes dimensões que compõe a paisagem urbana e que são mensuráveis. Além disso, ela também possibilita o planejamento de grandes áreas de acordo com aspectos específicos, que podem ser posteriormente desenvolvidos em macrossoluções e projetos em nível local. Neste trabalho, é feita uma cartografia dinâmica com base na metodologia de Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana para representar a paisagem proposta pela legislação urbanística de Balneário Camboriú.

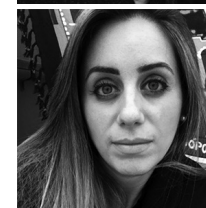
<http://disegnarecon.univaq.it>



Marina Magalhães de Castro
Graduated in Mathematics from Westminster College, MO, United States, with a minor in Physics. Currently an undergraduate student in Architecture and Urban Planning at School of Architecture, from the Federal University of Minas Gerais.



Renata Nogueira Herculano
Graduated in Architecture and Urban Planning from Itaúna University Foundation and in Civil Production Engineering from FUMEC University, Specialization in Cities Management and Urban Planning from Cândido Mendes University, Master in Architecture and Urban Planning UFMG. Associate architect at MUMA Urbanism.



Tatiana de Aguiar
Graduated in Environmental Engineering from the University of Southern Santa Catarina, Master in Socio-Environmental Planning from the State University of Santa Catarina. Coordinator of Research and Innovation Projects at the Foundation for Research and Innovation Support of the State of Santa Catarina.



Ana Clara Mourão Moura
Graduated in Architecture and Urban Planning, Specialization in Territorial and Urban Planning from PUC-MG and University of Bologna, Master in Geography from UFMG and PhD in Geography from Federal University of Rio de Janeiro. Professor at UFMG, Department of Urban Planning, and coordinates Geoprocessing Laboratory.



Francisco Henrique de Oliveira
Mapping Engineer, professor at State University of Santa Catarina for Geography course and Postgraduate in Territorial Planning and Socio-environmental Development. Member of Santa Catarina State Cartography, of National Commission on Standards in Cadastral Cartography and Faculty of Lincoln Institute of Land Policy / USA.

Keywords:

Parametric modeling; Visualization; Urban planning

Palavras-chave:

Modelagem Paramétrica, Visualização, Planejamento urbano

1. STATE OF THE ART: URBAN PARAMETERIZATION IN BRAZIL

The understanding of the landscape as a place where men dwell inspires a more comprehensive and current approach on planning, building and management of cities, which diverts from the understanding that prevailed until the first half of the 20th century: the landscape as something external and distant to be contemplated that only works as a scenery for architecture. Since architecture is the materialization of man's existence in the world, the urban landscape is the materialization of the existence of a civilization, which, as a collective expression, must be known and recognized by every citizen.

The urban landscape, therefore, presents itself as the structure for collective living, being concomitantly cause and effect of the practices that underlie urban phenomena at different scales, in which individual acts can escalate to global impacts. To imagine the city as a complex network of relationships and interdependencies is crucial to understand these actions, which, in the modern urban planning model, are based on the parameterization applied to the essential unit of urban land: the lot. In urbanism, the parameters are related to the principle through which it is possible to establish a comparison between a desired reality and the construction of it.

It adopts the mathematical understanding that the parameter is the physical quantity that, being able to be measured, allows presenting the main qualities of a statistical set. Therefore, the discrimination of a set (reality), according to its intrinsic properties, occurs through the establishment of parameters that characterize this set, arriving at a model, which is always the simplification of reality (Moura, 2014). Thus, the urbanistic norm emerges, which, over time, has been gaining robustness and dictating increasingly detailed patterns.

The urban parameterization has become the main instrument of urban planning in the early 20th century. On the one hand, the parameter appears as the possibility of making explicit a model that has, as principle, the rule and not the exception, and to ensure a comprehensive planning and conflict management.

On the other hand, the built urban landscape is a product of what is done in the lot, individually and segmented, and can create monotonous, reclusive, repetitive and limited landscapes with regard to spatial arrangements and urban, social and environmental quality. This type of instrument incites ambiguity, since it is a means of decoding interests, which can express collective or individual desires and interests. As an instrument, it is appropriated by different agents acting in the urban sphere. Additionally, containing a certain degree of abstraction, the process of defining and instituting urban parameters can be manipulated according to specific interests, since what is proposed is not previously visualized, tested and criticized.

Furthermore, the evolution of parameters in Brazil and the excess categorization have increased impacts on the landscape, diminishing its importance as a set. At the beginning of the urban formations, urban parameters were limited in their scope and aimed at guaranteeing salubrious and uniform conditions to the urban fabric. The construction of the landscape was based on normative postures, legal acts that reflected people's daily life inclinations, and that acted in the collective behavior. The urban landscape was built as a direct expression of this behavior, ensuring a proper and publicly recognized quality to the urban space. Over time, urban consolidation induced the preeminence of market influence in city matters, and the specialization of the law distanced the social behavior from the practice.

The parameters began to act essentially in the discipline of the form (morphometric parameters), in an ever increasingly detailed fashion, losing their connection with the whole. Even as a product of qualitative reflections, the parameters became emptied of the notions of content, responsible for qualifying the constructed object. Thus, the urban landscape has been shaped as a result of the application of complex rules in isolated territorial entities, in the form of lots. As a result, it further weakens the overall notion of the landscape and highlights the difference between "the landscape socially constructed, and the landscape technically produced" (Leite, 1994, p. 10). This tangle of laws and projects results in an urban fabric dotted with patchwork. Even though the city landscape is the result of a planning process, in practice, it emerges as

a compilation of surprise objects, not recognized and understood by the collective. There is clearly a distance between the urban landscape modeled by the urban parameters and the collective values and interests.

For this reason, speculations emerge that call for the disruption of urban planning, project and management tools, supported by the belief that we do not reside only in a lot unit but in a landscape (Zyngier, 2016). Rather than dealing with a lot and parameters that generate uncoordinated individual actions, the discussion with the collectivity should be: which landscape do we want and, consequently, how shall our individual lots comply with it?

Against this scenery, many theories, tools and methodologies emerge as alternatives to the planning and collective building of the landscape, relying on the dissemination of technologies. With such technological support, the modeling of the lot as the sole unit of planning can be replaced by the modeling of the entire urban fabric, thus, replacing the generalist paradigm of the urban planning.

Parametric Modeling of the Urban Landscape presents itself, therefore, as an important methodological tool to the landscape planning and construction. It emerges as a possibility to aggregate and categorize the different dimensions that compose the urban landscape capable of measurement. Also, it enables the planning of large areas according to specific aspects, which can be then developed into macro-solutions and projects at the local level. This would be something inconceivable with the existing planning tools since current urban management discusses specific parameters at only the lot level.

According to Moura (2015), in brief, Parametric Modeling of the Urban Landscape is the use of geotechnologies to simulate the results of urban parameters in the city as a whole, both to promote the visualization of the numerical and geometric values proposed in the legislation, as well as, to simulate possible changes in these values and realize, in real time, the landscape being proposed.

Despite the surge in usage of parameterization in the architecture practice, at the urban scale, parameterization modeling is mostly employed as

a tool for urban design, not as a spatial visualization and cartographic tool for urban planning. At the urban scale, Zaha Hadid Architects, with especial attention to Patrick Schumacher's Parametricist Manifesto, stands as a reference for parameterization as a tool for form manipulation in both architecture and urban design (Schumacher, 2009). Parametric Modeling of the Urban Landscape as used in this article is different from Hadid and Schumacher's approach to architectural or urban form manipulation.

Further, in urban planning, the term parametric modeling is employed as a visualization tool mainly by those working with Planning Participatory GIS (PPGIS), using 3D blocks to symbolize future landscape scenarios based on zoning and density analysis (Leach, 2009). Again, this article approach to parameterization is nothing alike PPGIS density symbolization approach. Thus, the use of parameterization here differs from that used in architecture and urban design and by others urban planning studies.

The term Parametric Modeling of the Urban Landscape has been used by the GeoProcessing laboratory at the Federal University of Minas Gerais (UFMG) as a dynamic cartography mechanism to better visualize and understand the morphometric Brazilian urban law, in which a compilation of building parameters determines the maximum building envelope allowed per unit of terrain (Moura, 2012).

Since what is visualized and represented here are basic 3D maximum building envelopes, one could understand that the massing study generated by this parametric modeling approach falls into the LoD-1 category in Kolbe et al's 3D city modeling Level-of-Detail specification, since it only represents the envelopes of the buildings, not caring to represent any further detail. However, the Parametric Modeling of the Urban Landscape is not cadastral oriented, thus diverging from Kolbe's initial interest in categorizing different 3D cadastral database accordingly to the level of detail represented in a given urban model. (Kolbe, Nagel & Stadler, 2009).

In addition, the work of Eduardo Dias and Azarakhsh Rafiee from Vrije Universiteit, in Amsterdam, most closely articulate with the use of ESRI's

software CityEngine® for the purpose of urban planning visualization, for they use the software to symbolize possible future landscapes scenarios, although not parametric in their scope. Dias and Rafiee use CityEngine® as a 3D visualization tool that enables realistic symbolization of urban areas. Therefore, for their studies, CityEngine functions for purposes other than the visualization of maximum envelopes generated by morphometric parameters. ((Rafiee et al., 2016; Lee, Dias, & Scholten, 2014)

Although other research groups have been working with parameterization and 3D visualization tools, their research methodology and goals differ from those here introduced, especially because of the unique Brazilian urban normative and cultural necessities.

Based on the suggested methodological tool, the Parametric Modeling of the Urban Landscape research group, in cooperation with the Geo-Processing Laboratory group from the State University of Santa Catarina, among other collaborators, seeks to analyze and graphically decode the urban landscape proposed by different, but converging, Brazilian municipalities' urban laws. Throughout the years, the former research group has concentrated its interests and research efforts into applying parametric modeling to simulate the impact of the urban laws in multiple Brazilian cityscapes using ESRI's software CityEngine®. Considering this, in this article we chose to focus our analysis in the municipality of Balneário Camboriú.

Balneário Camboriú was chosen for its local and regional relevance and for the rapid changes currently unfolding in its coastal skylines. Furthermore, the presence of group representatives in direct contact with the urban reality in this municipality and the ease in acquiring geo-referenced data for analysis were also taken into consideration when choosing it.

The case study that follows demonstrates among other things that the parameterization of the urban law could be, and it is, in this case, misinterpreted and misrepresented. The parameter which should describe a morphometric urban logic is marked by exceptions to the rule. The lack of consistency could lead to noncompliance and

further misinterpretations of the law, hindering its use as an urban regulatory and management tool.

2. BALNEÁRIO CAMBORIÚ'S CITY CONTEXT

The municipality, at stake, is located at the northern shore of the state of Santa Catarina and 80km from Florianópolis, the capital and most preeminent city in the state (Figure 1). Recognized nationally and internationally as a touristic hub in the region, Balneário Camboriú has seen a surge in demand for vacation housing, which in turn has increased real estate speculation. In combination with a perfunctory and complacent urban planning to market demands, the central coastal cityscape of Balneário Camboriú is rapidly verticalizing, imposing a burden on the local inhabitants and on the municipality's natural environment; the latter is the major responsible for the touristic allure of the place. One of the direct consequences of this increase in verticalization can be felt by tourists and locals alike when the clock ticks 14 o'clock and the tall buildings cast their invasive shade upon the beachfront and beachgoers.



Figure 1 - Location of Balneário Camboriú, state of Santa Catarina, south of Brazil (by João Daniel Martins, 2017)

The municipality is known for its diverse nightlife, different cuisines, direct access to beach fronts, and broad recreational opportunities. Additionally, the local real estate market accounts for a considerable portion of the municipality's economic vigor, reflecting in Balneario Camboriu's high Human Development Index (HDI), at 0.845. Due to its high human development index, the municipality occupies the seventh place in the Brazilian rank of municipalities and the second place in its state rank (PNUD, 2013).

The first urban occupations in the municipality were small bungalows and fishing cottages. This urban arrangement endured until 1926. The physical conformation of the site resulted in the initial settlement's geographical isolation from nearby urban centralities. This geographical isolation was only interrupted by a river bound passage through the Camboriu River, linking the central portion of the municipality to the seafront. Only in the 70's, with the construction of a major federal road along the coast of Brazil and the unprecedented real estate growth, known as "2008's real estate boom," this geographic isolation was overcome. Following the regional integration of the place, between 2003 and 2008, approximately 6,069,562 m2 were approved for construction in Balneario Camboriu – the 6th in the rank of building permit issued based on average area in the state of Santa Catarina (Aguiar, 2017).

According to research ran by EMPORIS, Balneario Camboriu is the most verticalized municipality in the state of Santa Catarina, and the second most in the country, only behind Santos, a port city in the coast of the state of Sao Paulo. In the global context, Balneario Camboriu is ranked 99th among the municipalities with the highest number of high-rise buildings. On the one hand, real estate buyers, and tourists aside, arrive in large numbers to the city seeking beautiful and permanent views of Balneario Camboriu's unique vistas and natural environment. On the other hand, local residents and frequent visitors complain about the permanent shadows those high towers cast over the beachfront on a daily basis, hindering its major touristic allure. LATAM airline, in its 2017's December electronic magazine issue, depicted a graphic rank with the highest buildings under construction in Latin American. A new high rise in Balneario Camboriu,

named One Tower, will soon be the second highest in the region. The new building will reach 280m high and will cast permanent shadow in its surrounding.

The shadow effect is currently a major problem in Balneario Camboriu's beachfront, a reflection of a lack of a comprehensive urban and touristic planning. The uncontrolled urban expansion that followed in such a short time span hampered the urban landscape and daily activities. The great number of high-rises built in the meager coastal stretch impacted negatively the local population, because the buildings obstruct the view to Cabras Island and it makes sunbathing in the central stretch of beach difficult due to the shadows casts after 2 pm. Figure 3 displays the artificial shadow cast by the beachfront high-rises.

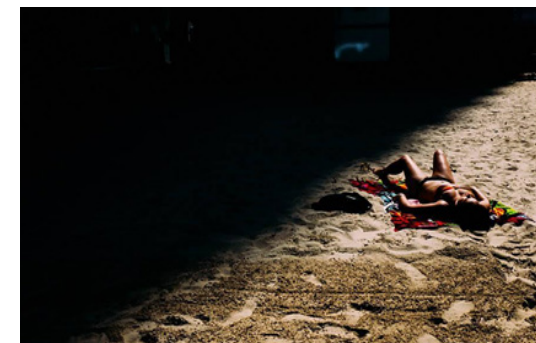


Figure 3 - Shadow cast by the high rises in the coast of Balneario Camboriu. Source: Folha UOL, 2016



Figure 2 - The highest buildings in Latin America. Source LATAM's electronic magazine – VAMOS

Local urban laws, despite the troubling evidence in the increase verticalization of the municipality, grant permissive urbanistic parameters, securing high coefficients and parameters which stimulate the construction of high rises. City representatives and the real estate development section benefit from breaches in the urban and environmental state and federal laws, which allow them to pressure for modifications in the municipality's laws in favor of market demands. The new Master Plan drafted and regulated in June 2017 granted even more permissive urban parameters.

Considering this alarming situation, a rule for CityEngine was developed with the purpose of aiding locals to better visualize and comprehend the future impacts the new developments will bring to their cityscape and shoreline if Balneario Camboriu's urban laws are not changed.

3. PARAMETRIC MODELING OF BALNEARIO CAMBORIU

The urban region chosen for analysis is located two blocks inland from Praia Central, the main stretch of beachfront in this touristic city, between Atlantica Avenue and Brasil Avenue, extending across the following secondary streets: 2200 St, 2018 St, 2206 St., 2300 St, 2308 Str, 2400 St., 2450 St., 2480 St., 2414 St., 2412 St. And 2500 St. The selection of this parcel of land was motivated by its rapid redeveloped and verticalization, which is impacting natural ventilation, saturating its street network and permanently shading large portions of the beach right across from it.

Before simulating the cityscape being encouraged by the current urban laws, it was necessary to grasp the nuances of the existing built environment. For that, local parcel data, as well as the projected shape of the already built superstructures, were collected with city authorities. An algorithm was developed which primary read the height for each building feature from its attribute table in order to generate the built landscape. Therefore, the rule to graphically recreate this built environment is relatively simple and straightforward, making it easy to replicate for other municipalities with up-to-date cadastral registry (Figure 4).

Red color up to 3 floors
Blue color up to 3 floors

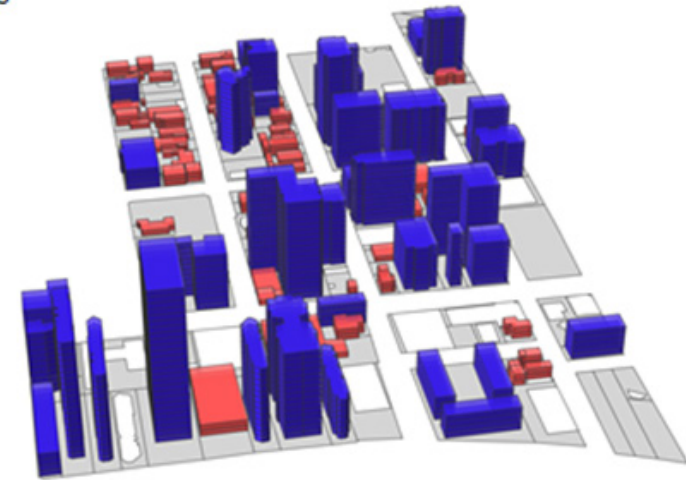


Figure 4 - Simulation of the built environment according to data from 2010 (Balneario Camboriu, Santa Catarina, Brazil). Source: the authors.

In order, however, to visualize the future cityscape proposed for the aforementioned seafont, it was paramount to first comprehend the local urban law and its legal tools and parameters. Once the intricate zoning and urban parameters in place were mastered, a more complex algorithm was developed.

The aim with this CityEngine© rule was to once again be effortlessly replicable in other case studies, given that one broad research goal is to explore mechanisms upon which ordinary citizens can rely to visualize the diverse cityscapes being proposed around the country. With those mechanisms the group hopes to facilitate ordinary people's comprehension of these intricate urban laws to be able to critically and politically evaluate them.

Nevertheless, interpreting the law and its parameters was anything but simple, which hindered, at first, the translation of the scope of the law to an all-encompassing CityEngine© rule. The difficulty emerged from the lack of a parametric logic in the city's defined parameters – a sorrowful oxymoron.

As an example, instead of basing its front setbacks on a street hierarchy, the municipality chose, against all odds, to base those setbacks according to the specific street, or streets, a lot is facing. In other words, the city has compiled a list of all the streets comprising its urban area to which it has assigned varying degrees of setbacks without a formal logic to it. Thus, it is not possible to deduce a correlation between street sections, or for that matter, any other street characteristic, and the setbacks required.

Since the frontal setback varies according to the street facing the plot, it was necessary to adjust the data acquired with the municipality in order to proceed with the case study; the changes made allowed CityEngine© to be able to apply different frontal setbacks to different street facing sides, in each plot of land.

Because the decoding of the law proceeded that way, some generalizations were required, which not only rendered the rule more replicable, but also reduced the high number of street cases to just three. Thus, the streets were reclassified in three categories,

with the two major roads (Atlantica Av. and Brasil Av.) retaining its significance, and the rest being categorized into the broad category of local roads.

With the parameterization of frontal setbacks dealt with, the next step consisted of defining the plots of land suitable for building. According to the law, the lots must have areas bigger or equal to 250m² to meet that criterion (Figure 5).

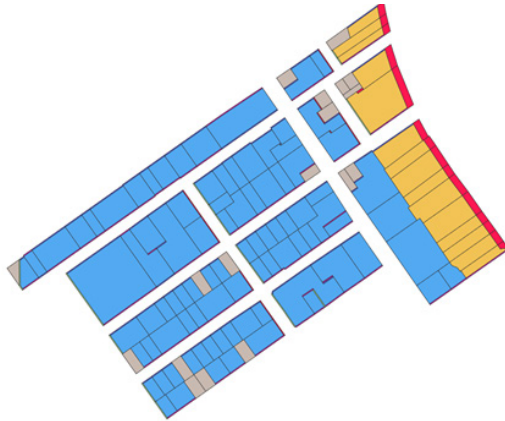


Figure 5 - Areas suitable for building represented in gold (Zone ZACC_L_A) and (Zone ZACC_L_B). Areas not suitable for building in grey (plots with area less than 250m²). Source: the authors.

While Balneario Camboriu also defines multiple land uses in the area – among them single-unit residential use, multi-unit vertical semi-isolate residential use, mixed use development and so one –, each with its respective urban parameters, it was necessary to universalize the land use in the analyzed area, for the final goal was to represent the maximum built envelop allowed by law in each plot.

Multi-unit vertical semi-isolate residential was the land use selected for this analysis since it enables the construction of twenty-floor residential towers – urban parameter in place until 2016 – with a basic volumetric coefficient of 3.5. Here it is worth mentioning that the 16m-height plinth the law allows developers to build is not computed in the total constructed built volume defined by multiplying the lot area by the aforesaid basic volumetric coefficient.

With the necessary generalizations already considered and the exclusion of the plots not suitable for building, the following step was to comprehend how to model the stepped slabs to represent the towers. In addition, those stepped were to be present only on the facade facing the back and sides of the plot.

According to the laws, the back and side setbacks were to start at 1.5m and increase by 20cm for each additional floor above the ground floor, until it reaches a maximum distance of 5m. From there, all the additional floors are to be set back 5m. The frontal setback, however, is uniform and changes according to the road facing the plot. Thus, when dealing with a corner plot, this one could have up to three different frontal setbacks, thus, three uniform facades and only one-stepped facade.

Although the local urban laws call for stepped facades, the built environment that proceeded never reflected that standard. Nonetheless, since the intent is to simulate the cityscape proposed by the legal acts, we opted to graphically produce the built landscape intended and not the one actually disseminated by the market.

In order to generate this volume, each floor had to be regarded individually and an iterative algorithm applied. Despite Balneario Camboriu's singularities and complexities, the decoding of the urban law was once again done considering the convenience in reusing the bulk of this rule for other municipalities with similar urban parameters.

Still, given that the law also discriminates between two groups of plots in order to assign different land quota, which will result in difference in density – 50% of land quota for plots with area up to 750m², and 40% for plots with area above 750m² –, the research has yet to explore how to include the usable area of the plot in relation to the land quota without leaving behind the rule for the stepped facade iteration already created.

For that, we must guarantee that the floor area of the first and biggest allowed floor does not extend beyond the maximum percentage that it can occupy of the plot, which is given by the land quota. Every attempt made so far did not prove successful in presenting within the scope of CityEngine© an adequate graphical solution to the problem here introduced (Figure 6)

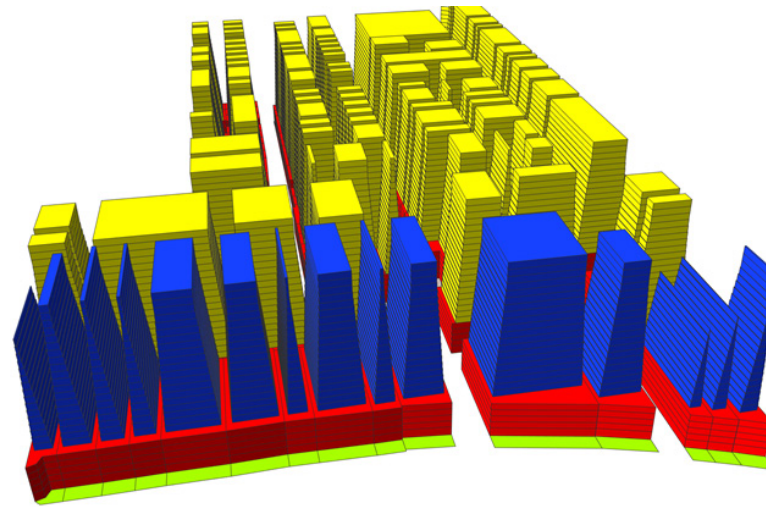


Figure 6 - Lateral and back stepped facades. Source: the authors

urban parameters, and considering that the buildings in the analyzed region did not follow explicitly the morphometric parameters in place, another analysis was made. This time a simple and replicable rule was planned, which only compared the real height of the buildings to the legal allowed height in two different years: 2010 and 2017.

This time, the building setback and other variables were not taken into consideration once our goal was to demonstrate how the flexibility in maximum height for individual buildings can drastically reconfigure the landscape. According to Figure 7, in 2010, only one building exceeded the common legal height permitted. In contrast, in 2017, Figure 8, this number increased to 11.

Furthermore, according to analysis done by Tatiana Aguiar (2017), 100% of the buildings in this area do not currently comply with Balneario Camboriu's two major urban parameters: volumetric coefficient and floor area ratio (Table 1).

4. FINAL CONSIDERATIONS

The first modeling presented in the experiment of this study was applied just to a part of the city and simulated the situation about very high buildings allowed in the law. Despite non-completion of the visual model, the case study shows that Balneario Camboriu's urban laws, and extrapolating to other Brazilian municipality's, are very permissive, and flexible on individual basis, which results in urban landscape deprived of collective values. Further, the built environment encouraged leads to environmental, cultural and heritage problems.

Urban laws drawn without the aid of visual and simulation tools cannot tackle the complexity of urban reality and everyday circumstances. Instead, the built environment encouraged arranges the cityscape based on exceptions, distanced from the collective desires and understanding of the place. The difficulty in mentally visualizing the urban parameters proposed hinders the understanding and the critical judgment of the local inhabitants when comes the opportunity to appreciate and discuss new parameters.

At the same time, other agents, with market interests, appropriate the haziness in the process to

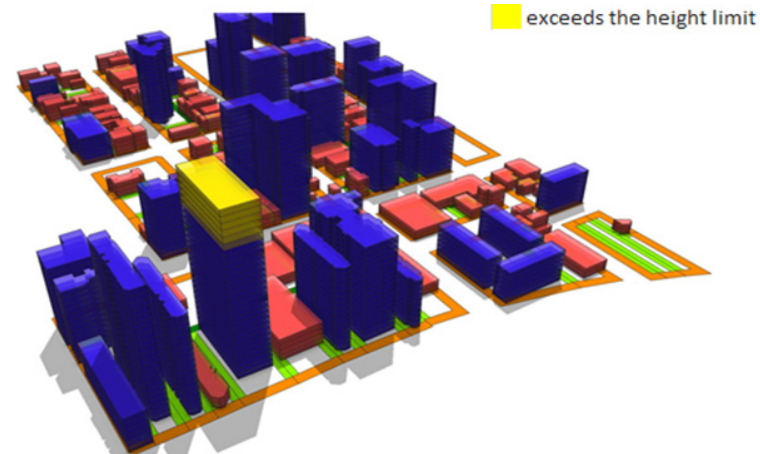


Figure 7 - Balneario Camboriu's Landscape in 2010. In yellow the floors that exceeded the height limit. Source: Aguiar, 2017.

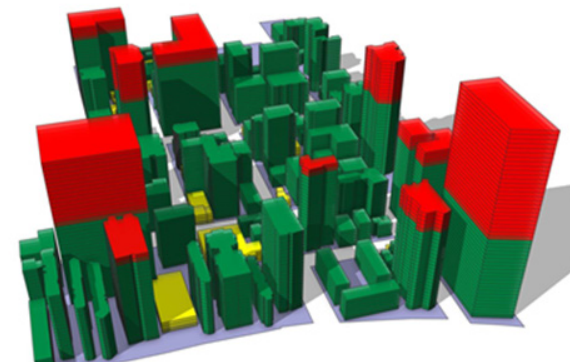
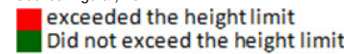


Figure 8 - Balneario Camboriu's Landscape in 2017. In red the floors that exceeded the height limit. Source: Aguiar, 2017.

YEAR	QUANTITY OF OBJECTS	Not in compliance with the VOLUMETRIC COEFFICIENT	Not in compliance with the VOLUMETRIC COEFFICIENT and FLOOR-AREA-RATIO
2010	106	36 BUILDINGS	69 BUILDINGS
2017	144	48 BUILDINGS	86 BUILDINGS

Table 1 - Analysis of Urban parameters. Source: Aguiar, 2017.

skew public decisions in favor of market interests.

It is not our goal to defend the use of Parametric Modeling of the Urban Landscape as a unique and exclusive method for developing and obtaining quality urban studies. As an alternative methodology, or even complementary to existing urban planning and urban design methodologies, the Parametric Modeling of the Urban Landscape enables an advanced visualization of the proposed landscape. In turn, this pre-visualization of the future urban landscape at stake opens an opportunity for a qualified discussion among all the parties involved, including the people of the place.

Additionally, new urban parameters can be proposed based on the scenario visualized, while others may be discarded. Finally, this methodology should be regarded as an ally in the process of urban perception and landscape management, not necessarily a tool responsible for drafting the urban parameters themselves.

The impact of a tool that intervenes in all these aspects is invaluable, including for urban management and social engagement with the landscape, establishing the foundations for the perception of the urban landscape as a collective property.

Even though initially the application of the tool is hampered by the heterogeneous Brazilian parametric reality, the Parametric Modeling of the prevailing normative in Brazil is the first step towards the construction of a criticism.

To demonstrate that the morphometric form of landscape management needs to be reviewed, it is necessary to highlight its fragility. Only then new processes and references can be subsequently proposed.

REFERENCES:

- Aguiar, T. (2017). *Geodesign como teoria de planejamento: A verticalização de Balneario Camboriu* (Master's thesis, UDESC, 2017). Florianópolis.
- EMPORIS. (n.d.). *EMPORIS*. Retrieved April, 2018, from <https://www.emporis.com/city/102068/balneario-camboriu-brazil>
- Kolbe, T. H., Nagel, C., & Stadler, A. (2009, September). CityGML-OGC Standard for Photogrammetry. In *Photogrammetric Week* (Vol. 9, pp. 265-277).
- Leach, N. (2009). Digital Cities. *Architectural Design*, 79(4), 6-13. doi:10.1002/ad.911
- Lee, D. J., Dias, E., Scholten H. J. (Eds.) (2014). *Geodesign by Integrating Design and Geospatial Sciences*. London, Springer.
- Leite, M. (1994). *Destruição ou desconstrução? Questões da paisagem e tendências de regionalização*. Hucitec.
- Moura, A. (2014). *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Moura, A. C. (2012). Learning topics in urban planning at UFMG: Geoprocessing to support analysis, planning and proposal of the urban landscape at neighborhood scale. *Paranoá: Cadernos De Arquitetura E Urbanismo*, (7). doi:10.18830/issn.1679-0944.n7.2012.12313
- Moura, A. C. (2015). Geodesign in Parametric Modeling of urban landscape. *Cartography and Geographic Information Science*, 42(4), 323-332. doi:10.1080/15230406.2015.1053527
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2013). *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013*. Retrieved from <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>
- Rafiee, A., Kroese, K., Anders, N., Paardekoooper, M., Spectjens N. J., Scholten, B. & Lindie, M. (2016). 3D geodesign approach for bottom-up urban planning. *Proceedings of Geodesign Europe 2016*, Esri.
- Schumacher, P. (2009). Parametricism: A new global style for architecture and urban design. *Architectural Design*, 79(4), 14-23.
- Vamos LATAM. (n.d.). Retrieved December, 2017, from https://issuu.com/spafax/docs/vamos_dic_2017_web
- Zyngier, C. (2016). *Paisagens urbanas possíveis: Códigos compartilhados através dos Sistemas de Suporte ao Planejamento e do Geodesign* (Master's thesis, UFMG, 2016). Belo Horizonte: UFMG.

Modelagem Paramétrica como Ferramenta Alternativa de Planejamento e Gestão da Paisagem Urbana no Brasil - Estudo de Caso de Balneário Camboriú

1. ESTADO DA ARTE: PARAMETRIZAÇÃO URBANA NO BRASIL

A compreensão da paisagem como lugar em que o homem habita inspira uma abordagem mais abrangente e atual sobre o planejamento, a construção e a gestão das cidades, que se afasta do entendimento que prevaleceu até a primeira metade do século XX: a paisagem é algo externo e distante a ser contemplado e que funciona como cenário para arquitetura. Como a arquitetura é a materialização da existência do homem no mundo, a paisagem urbana é a materialização da existência de uma civilização que, como expressão coletiva, deve ser conhecida e reconhecida por todos os cidadãos.

A paisagem urbana, portanto, apresenta-se como estrutura para a convivência coletiva, sendo concomitantemente causa e efeito das práticas que fundamentam os fenômenos urbanos em

diferentes escalas, nas quais os atos individuais podem escalar para impactos globais. Pensar a cidade como uma rede complexa de relações e interdependências torna essencial o entendimento dessas ações, que no modelo de planejamento urbano moderno, têm como base a parametrização aplicada à unidade essencial do solo urbano: o lote.

No urbanismo, os parâmetros estão relacionados ao princípio através do qual é possível estabelecer uma comparação entre uma realidade desejada e a construção dela. Adota-se o entendimento matemático de que o parâmetro é a grandeza física que, podendo ser medida, permite apresentar as principais qualidades de um conjunto estatístico. Assim, a discriminação de um conjunto (realidade), de acordo com suas propriedades intrínsecas, ocorre por meio do estabelecimento de parâmetros que caracterizam esse conjunto, chegando a um modelo, que é sempre a simplificação da realidade (Moura, 2014). Surge, assim, a norma

urbanística que, ao longo do tempo, vem ganhando robustez e ditando padrões cada vez mais detalhados.

A parametrização urbana tornou-se o principal instrumento de planejamento urbano no início do século XX. Por um lado, o parâmetro aparece como a possibilidade de tornar explícito um modelo que tenha, como princípio, a regra e não a exceção, e garantir um planejamento abrangente e o gerenciamento de conflitos. Por outro lado, a paisagem urbana construída é um produto do que é feito no lote, isoladamente de maneira individual e segmentada, e pode criar paisagens monótonas, reclusas, repetitivas e limitadas no que diz respeito a arranjos espaciais e qualidade urbana, social e ambiental. Esse tipo de instrumento incita a ambiguidade, pois é um meio de decodificar interesses, que podem expressar desejos e interesses coletivos ou individuais. Como instrumento, é apropriado por diferentes agentes que atuam na esfera urbana. Adicionalmente, contendo um certo grau de

abstração, o processo de definição e instituição de parâmetros urbanos pode ser manipulado de acordo com interesses específicos, uma vez que o proposto não é previamente visualizado, testado e criticado.

Além disso, a evolução dos parâmetros no Brasil e o excesso de categorização aumentaram os impactos na paisagem, diminuindo sua importância como um conjunto. No início das formações urbanas, os parâmetros urbanos eram limitados em seu escopo e visavam garantir condições salubres e uniformes ao tecido urbano. A construção da paisagem foi baseada em posturas normativas, atos legais que refletiam as inclinações da vida cotidiana das pessoas e que atuavam no comportamento coletivo. A paisagem urbana foi construída como expressão direta desse comportamento, garantindo uma qualidade própria e reconhecida publicamente ao espaço urbano. Com o tempo, a consolidação urbana induziu a preeminência do caráter de mercado em questões da cidade, e a especialização da lei distanciou o comportamento social da prática.

Os parâmetros começaram a atuar essencialmente na disciplina da forma (parâmetros morfométricos), de modo cada vez mais detalhado, perdendo sua conexão com o todo. Mesmo como produto de reflexões qualitativas, os parâmetros esvaziaram-se das noções de conteúdo, responsáveis pela qualificação do objeto construído. Assim, a paisagem urbana tem sido conformada como resultado da aplicação de regras complexas em entidades territoriais isoladas, sob a forma de lotes. Como resultado, enfraquece ainda mais a noção geral da paisagem e destaca a diferença entre “a paisagem socialmente” construída e a paisagem tecnicamente produzida” (LEITE, 1994, p. 10). Esse emaranhado de leis e projetos resulta em um tecido urbano com retalhos. Embora a paisagem da cidade seja o resultado de um processo de planejamento, na prática, ela surge como uma compilação de objetos-surpresa, não reconhecidos e compreendidos pelo coletivo. Há claramente um distanciamento entre a paisagem urbana modelada pelos parâmetros urbanísticos e os valores e interesses coletivos.

Com isso, emergem questões que passam a vislumbrar uma desconstrução das ferramentas de planejamento, projeto e gestão do urbano,

apoiadas pela crença de que nós não habitamos um lote e sim uma paisagem (Zyngier, 2016). Em vez de lidar com o lote e os parâmetros que geram ações individuais descoordenadas, a discussão com a coletividade deve ser: qual paisagem queremos e, conseqüentemente, como o lote deve se adequar a ela?

Diante deste cenário, muitas teorias, ferramentas e metodologias surgem como alternativas ao planejamento e construção coletiva da paisagem, contando com a disseminação de tecnologias. Com tal apoio tecnológico, a modelagem do lote como única unidade de planejamento pode ser substituída pela modelagem de todo o tecido urbano, avançando, assim, dentro do paradigma generalista do planejamento urbano.

A Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana apresenta-se, portanto, como uma importante ferramenta metodológica para o planejamento e a construção da paisagem. Surge como uma possibilidade de agregar e categorizar as diferentes dimensões que compõem a paisagem urbana e que são mensuráveis. Além disso, permite o planejamento de grandes áreas de acordo com aspectos específicos, que podem ser desenvolvidos em macro-soluções e projetos no nível local. Isso seria algo inconcebível com as ferramentas de planejamento existentes, já que a gestão urbana atual discute parâmetros específicos apenas no nível do lote. Segundo Moura (2015), em síntese, a Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana é o emprego de geotecnologias para simular os resultados dos parâmetros urbanísticos na cidade, tanto para promover a visualização dos valores numéricos e geométricos propostos na legislação, como para simular possíveis mudanças nesses valores e receber, em tempo real, a nova visualização dos resultados que podem ser obtidos.

Apesar do uso da parametrização na prática arquitetônica ter ganhado força nos últimos anos, na escala urbana a modelagem paramétrica ainda é empregada quase que exclusivamente como uma ferramenta de desenho urbano, e não como uma ferramenta de visualização espacial e cartográfica para planejamento urbano. Na escala urbana, o escritório Zaha Hadid Architects, especialmente por meio do Manifesto Parametricista escrito por um de seus

sócios, Patrik Schumacher, destaca-se como referência para a prática da parametrização como ferramenta de manipulação de formas construtivas mais plásticas tanto no âmbito arquitetônico quanto para desenho urbano (Schumacher, 2009). No entanto, o termo Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana usado neste artigo é diferente da abordagem paramétrica de Hadid e Schumacher, pois não envolve a manipulação formal arquitetônica e urbanística como aplicada por estes.

No que tange o planejamento urbano, a modelagem paramétrica é costumeiramente empregada por aqueles que desenvolvem o Planejamento por SIG Participativo (PPGIS), utilizando blocos 3D para simbolizar diferentes paisagens futuras, tendo como base a figura do zoneamento e estudos de densidades (Leach, 2009). Mais uma vez, a modelagem paramétrica abordada neste artigo não pode ser comparada a esta abordagem generalista e simbólica proposta por grupos de PPGIS, que são voltadas para análises de densidade. Deste modo, a aplicação paramétrica retratada neste artigo diferencia-se daquela empregada na prática arquitetônica e de desenho urbano, assim como daquela empregada em outras análises voltadas para o planejamento urbano, mencionadas anteriormente.

Portanto, o termo Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana vem sendo usado pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) como uma metodologia de cartografia dinâmica para melhor visualizar e compreender as diferentes legislações urbanísticas brasileiras, todas elas morfométricas em sua essência, uma vez que se apoiam em uma combinação de diferentes parâmetros urbanísticos para estabelecer o máximo potencial construtivo por unidade territorial (Moura, 2012).

Visto que a modelagem visualizada e representada na abordagem morfométrica proposta não passa da representação do potencial construtivo máximo, pode-se entender que o estudo de massas gerado por essa abordagem paramétrica se enquadra na categoria LoD-1 desenvolvida por Kolbe et al. (2009) para representação de níveis de detalhes em modelos 3D voltados para compartilhamento de dados cadastrais, visto que trata-se somente da representação de envelopes máximos possíveis de

serem edificados, sem especificar demais detalhes construtivos e de uso. Como a abordagem dada pela Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana não tem natureza cadastral diverge do interesse inicial de Kolbe, Nagel e Stadler (op. cit.) em categorizar as diferentes bases cadastrais tridimensionais de acordo com o nível de detalhe representado no modelo.

No mais, os trabalhos de Eduardo Dias e Azarakhsh Rafiee da Vrije Universiteit, em Amsterdã, são os que melhor se aproximam no que tange o uso do software CityEngine da ESRI® para fins de visualização do planejamento urbano, pois também usam o software com o intuito de simbolizar possíveis paisagens futuras, embora o trabalho não tenha base paramétrica em seu escopo. Dias e Rafiee usam o CityEngine como uma ferramenta de visualização 3D que permite a representação realista das áreas urbanas. Portanto, para seus estudos, o CityEngine funciona para outros fins que não a visualização de envelopes máximos gerados por parâmetros morfométricos. Logo, não se pode dizer que realizam Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana do ponto de vista apresentado no presente artigo. (Rafiee et al., 2016; Lee, Dias, & Scholten, 2014)

Embora outros grupos de pesquisa tenham trabalhado com ferramentas de parametrização e visualização 3D, suas metodologias e objetivos de pesquisa diferem daqueles aqui introduzidos, especialmente por causa da peculiar normativa urbanística brasileira.

Com base na ferramenta metodológica proposta, o grupo de pesquisa em Modelagem Paramétrica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em cooperação com o grupo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade do Estado de Santa Catarina, busca analisar e decodificar graficamente a paisagem urbana brasileira proposta pelas legislações urbanísticas vigentes em diferentes municípios. Ao longo dos anos, o grupo de pesquisa tem concentrado seu interesse em aplicar parametrização para simular o impacto dos parâmetros urbanísticos na paisagem urbana brasileira utilizando o software CityEngine da ESRI®. Considerando o exposto, escolhemos, neste artigo, o município de Balneário Camboriú para um exame minucioso. Balneário Camboriú foi escolhido por sua relevância local e regional e, também pelas rápidas mudanças que estão ocorrendo atualmente

em seus horizontes costeiros. Além disso, a presença de representantes do grupo em contato direto com a realidade urbana neste município e a facilidade em adquirir dados de georreferenciamento para análise também foram levados em consideração na escolha deste município. O estudo de caso que se segue demonstra, entre outras coisas, que a parametrização da lei urbana poderia e é, neste caso, mal interpretada e deturpada. O parâmetro que deve representar uma lógica morfométrica urbana, por sua vez, é marcado por exceções à regra. A falta de consistência pode levar ao descumprimento e a interpretações errôneas da lei, dificultando seu uso como ferramenta de regulamentação e gestão urbana.

2. CONTEXTO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

O município em questão está situado no litoral norte do estado de Santa Catarina, a 80km da capital, Florianópolis, e é reconhecido nacional e internacionalmente como um polo turístico. Devido à alta procura por apartamentos de veraneio, o município passou a ser local de especulação imobiliária de grandes construtoras locais. Em decorrência dessa crescente demanda externa e de um planejamento urbano displicente e condizente às demandas de mercado, a paisagem costeira da zona central de Balneário Camboriú está sendo rapidamente verticalizada, gerando um ônus para a população nativa e ao meio ambiente natural, este último, responsável pela atratividade turística local. Uma das consequências diretas no impacto da verticalização é sentida com o sombreamento da faixa de areia da orla a partir das 14h (Figura 1).

Figura 1 - Localização do Balneário Camboriú, estado de Santa Catarina, sul do Brasil (por João Daniel Martins, 2017).

A cidade é reconhecida pelas opções de lazer, com restaurantes, bares, casas noturnas e praias, e também pelo setor imobiliário, com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,845, ou seja, trata-se de um município com alto desenvolvimento humano, que ocupa a 7ª posição se comparado aos demais municípios do país e a

2ª posição se comparado aos demais municípios do Estado de Santa Catarina (PNUD, 2013).

As primeiras construções na orla se tratavam de casebres e ranchos de pescadores, mantendo-se assim até 1926. O isolamento geográfico era quebrado por uma única comunicação que se dava entre a sede do município e a praia, navegando pelo Rio Camboriú. Porém na década de 70 com a construção da BR 101 e com o extraordinário crescimento imobiliário, chamado “boom imobiliário” em 2008, essa realidade é totalmente invertida. Calcula-se que, entre 2008 e 2013, a área liberada para construção atinge os 6.069.562 metros quadrados, mantendo Balneário Camboriú em 6º lugar na média acumulada do ranking das cidades com maior participação de áreas expeditas em SC para este período. (Aguiar, 2017).

Segundo a pesquisa EMPORIS a cidade de Balneário Camboriú é a mais vertical do Estado de Santa Catarina e encontra-se em segundo lugar no ranking das cidades mais verticalizadas do país, atrás apenas de Santos (SP), e no contexto mundial sua posição é a 99ª cidade com mais prédios. Este é um dos marcos mais comentados na atualidade nesta temática, de acordo com a revista Veja, de setembro de 2017, a reportagem abordou os problemas da falta de planejamento urbano, por meio da manchete “A praia dos espigões” apresentando a contrariedade na barreira dos prédios, as skyline, onde os apartamentos de luxo atraem os turistas, mas os moradores reclamam da sombra. A companhia aérea, LATAM, em dezembro de 2017, divulgou em sua revista eletrônica, representada na Figura 2, os maiores prédios a serem construídos na atualidade, onde Balneário Camboriú - SC encontra-se em quarto lugar, abrigando, a partir de 2016, o segundo maior edifício da América do Sul, o One Tower, da construtora FG Empreendimentos, que conta com um projeto com 63 andares com 280 metros deixando os outros prédios a sombra (Figura 2).

Figura 2 - Os edifícios mais altos na América Latina. Fonte: Revista eletrônica LATAM – VAMOS (2017).

O efeito da sombra é um problema marcante na praia de Balneário Camboriú - SC por falta de planejamento

urbano e turístico. De fato, a expansão ocorreu de modo desenfreado em período de tempo reduzido, afetando a paisagem urbana e a vida cotidiana. Verifica-se que a grande quantidade de edifícios construídos na exígua área territorial e litorânea trouxe consequências negativas à população nativa, uma vez que a verticalização não mais permite contemplar a Ilha das Cabras e nem mesmo tomar banho de sol na praia central, devido ao sombreamento na faixa de areia tão logo a tarde se inicia. Representa o sombreamento na praia de Balneário Camboriú no estado de Santa Catarina. A Figura 3, demonstra o sombreamento na orla após às 15h.

Figura 3 – Sombras feitas pelas grandes alturas dos edifícios na costa de Balneário Camboriú. Fonte: Folha UOL, 2016.

A legislação municipal possui parâmetros urbanísticos muito altos para Balneário Camboriú, permitindo a altura de edificações na orla, novos espigões estão projetados e outros já em fase de construção. A cidade tem aproveitado brechas nas legislações urbanas e ambientais federais, estaduais, enquanto modifica legislação municipal para adequar melhor ao mercado do espaço. O novo Plano Diretor foi discutido por dois anos sendo este aprovado em julho de 2017 com seus parâmetros urbanísticos ainda mais permissivos.

Considerando essa situação alarmante, foi desenvolvida uma regra para no CityEngine, com o objetivo de ajudar os moradores locais a visualizar e compreender melhor os impactos futuros que os novos desenvolvimentos trarão à sua paisagem urbana e à beira-mar se as leis urbanas de Balneário Camboriú não forem alteradas.

3. MODELAGEM PARAMÉTRICA DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

O trecho escolhido para análise fica a dois quarteirões da Praia Central, permeando a Avenida Atlântica, Avenida Brasil, e as ruas 2200, 2018, 2206, 2300, 2308, 2400, 2450, 2480, 2414, 2412 e 2500, onde a construção civil é mais atuante, e a situação do sombreamento, ventilação e transporte já se demonstram saturada, agravando-se na temporada de verão.

No entanto, antes de trabalhar a paisagem estimulada pelos instrumentos urbanísticos do município, começou-se por entender a paisagem já edificada do lugar. Foram coletados junto com a prefeitura local dados do parcelamento da área urbanizada, assim como as projeções das edificações já construídas. Para gerar a paisagem atual desse trecho da orla de Balneário Camboriú, foi desenvolvido um algoritmo que foca em identificar na tabela de atributos de cada feição o gabarito da edificação, ou seja, o número de pavimentos construídos. A regra para gerar essa volumetria é, portanto, simples e fácil de ser replicada para outros municípios com base cadastral atualizada (Figura 4).

Figura 4 – Simulação do ambiente edificado de acordo com dados de 2010. Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brasil). Fonte: os autores.

Para visualizar a futura paisagem construída da orla balneário-camboriuense foi preciso primeiro entender a legislação urbanística local. Uma vez compreendido o zoneamento e os parâmetros urbanísticos vigentes nessa área, foi elaborado um algoritmo levando em consideração a sua replicabilidade para outros estudos de casos, uma vez que um dos objetivos do grupo de pesquisa não é somente descrever a paisagem futura de um município, mas sim criar mecanismos para facilitar que a comunidade civil como um todo possa visualizar os futuros cenários urbanos propostos no país e melhor compreendê-los e julgá-los.

Contudo, a primeira dificuldade enfrentada deu-se justamente na interpretação, e posterior decodificação da legislação urbanística do município, posto que a lógica de parametrização não é usada pelo município ao definir, por exemplo, os afastamentos das edificações. Em vez de basear-se em uma hierarquização viária para estabelecer seus recuos frontais, laterais e de fundos, o município institui esses afastamentos segundo cada via específica, não sendo possível encontrar uma correlação entre seção viária, ou qualquer outro parâmetro, com o afastamento preconizado.

Como o afastamento frontal varia de acordo com a via lindeira ao lote, foi necessário manipular os dados do parcelamento obtido com a prefeitura para possibilitar

que o CityEngine aplicasse diferentes recuos frontais para um mesmo lote. Elegendo decodificar a legislação desse modo, foi necessário generalizar esse aspecto da lei, de forma a torná-la mais replicável, especialmente dado que somente no trecho selecionado, havia mais de dez vias diferentes, cada qual com seu respectivo afastamento frontal. Optou-se por classificar as vias em três categorias: Av. Atlântica, Av. Brasil e Via Local.

Com esse aspecto parametrizado, o próximo passo foi definir, conforme a tabela de índices urbanísticos, os lotes edificáveis, dado que nesse trecho em análise os lotes precisam ter área mínima de 250m² (Figura 5).

Figura 5 – Áreas edificáveis - Zonas ZACC_I_A e ZACC_I_B (amarelo). Lotes não edificáveis por terem áreas menores de 250 m² (em cinza). Fonte: os autores.

Uma vez que Balneário Camboriú também define diversos usos – dentre eles uso residencial unifamiliar isolado por lote, uso residencial multifamiliar vertical semi-isolado, uso misto, entre outros –, cada qual com seus respectivos parâmetros urbanísticos, decidiu-se universalizar o uso do solo nesse trecho objetivando obter a máxima volumetria edificada permitida por lei. Optou-se, portanto, por trabalhar com os parâmetros do uso residencial multifamiliar vertical semi-isolado, que possibilita a construção de torres residenciais de vinte pavimentos tipo – parâmetro vigente até 2016 – e coeficiente de aproveitamento básico de 3,5. Cabe ressaltar que o embasamento de altura máxima de 16m permitido não é computado no cálculo de volume total construído.

Feita as generalizações necessárias e separado os lotes edificáveis dos não-edificáveis, restou compreender como modelar o escalonamento lateral e de fundos proposto na legislação. De acordo com a lei, o escalonamento lateral e de fundos, começa com um recuo mínimo de 1,5m a partir do primeiro pavimento tipo. São acrescidos a esse recuo inicial 20cm para cada pavimento adicional, até atingir o limite máximo de 5,0m de afastamento. O recuo frontal, entretanto, é uniforme e varia conforme a classificação da via. Portanto, quando se trata de uma edificação de esquina, essa pode ter até três de suas faces uniformes e

somente uma onde o escalonamento do recuo se aplica.

Apesar da legislação urbanística até 2016 impor um escalonamento dos recuos laterais e de fundo, a paisagem edificada da orla nunca refletiu essa medida. No entanto, como o intuito é simular a paisagem proposta pela legislação, fixou-se em refletir a volumetria pretendida pelos parâmetros urbanísticos e não a disseminada pelo mercado.

Para gerar esses diferentes volumes foi preciso tratar cada andar separadamente e desenvolver um algoritmo iterativo. Apesar das peculiaridades do município de Balneário Camboriú, as decodificações aqui realizadas levam, mais uma vez, em consideração a facilidade de reproduzir esse código para outros municípios com parâmetros parecidos.

Todavia, dado que a lei também discrimina os lotes em dois grupos para o cálculo de taxa de ocupação – sendo elas de 50% para lotes com área até 750m², e 40% para lotes com área acima de 750m² –, cabe agora ao grupo pesquisar como equacionar a área útil do lote em razão dessas taxas sem abrir mão do escalonamento seletivo já desenvolvido. É preciso garantir que a área de projeção do primeiro pavimento da torre não ultrapasse a porcentagem máxima que esta pode ocupar do lote. Todas as tentativas até então desenvolvidas não conseguiram solucionar graficamente o conflito entre esses dois parâmetros urbanísticos. (Figure 6).

Figura 6 - Fachadas laterais e de fundos. Fonte: os autores.

Depois de visualizado a paisagem construída proposta pelos parâmetros urbanísticos, e considerando que as edificações na região de análise não se adequam ao envelope máximo proposto pelos parâmetros morfométricos do município, outra análise foi desenvolvida. Um algoritmo simples e replicável foi desenvolvido que compara o gabarito real das edificações com o gabarito autorizado pela legislação urbanística em dois anos, 2010 e 2017, já que houve modificação nos parâmetros. Não foram considerados os afastamentos e outros parâmetros urbanísticos, uma vez que o objetivo dessa última análise era

entender como a flexibilização individual de gabarito para cada edificação impacta a paisagem urbana como um todo. De acordo com dados da Figura 7, em 2010 somente um prédio excedia a altura máxima permitida por lei. Em 2017, já eram onze as edificações irregulares nesse quesito, como pode ser visualizado na Figura 8. (Figura 7 e Figura 8).

Figura 7 – Paisagem de Balneário Camboriú em 2010. Em amarelo os andares que excederam os limites de altura. Fonte: Aguiar, 2017.

Figura 8 - Paisagem de Balneário Camboriú em 2017. Em vermelho os andares que excederam os limites de altura. Fonte: Aguiar, 2017.

Ademais, de acordo com levantamento feito por Tatiana Aguiar (2017), 100% das edificações nessa área não se adequam aos dois parâmetros urbanísticos chaves de Balneário Camboriú, são eles: coeficiente volumétrico e taxa de ocupação (vide Tabela 1).

Tabela 1 – Análises de parâmetros urbanísticos. Fonte: Aguiar, 2017.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do modelo visual de representação do envelope máximo permitido na região central de Balneário Camboriú não estar completo, o estudo de caso demonstra que as legislações urbanísticas do município, e extrapolando para outros municípios brasileiros, são muito permissivas e flexíveis, resultando em paisagens urbanas carentes de valores coletivos. Não obstante, o ambiente construído incentivado pelos parâmetros urbanísticos vigentes gera problemas não somente ambientais, mas também culturais e de patrimônio. A concepção das legislações urbanísticas sem o auxílio de mecanismos de visualização e simulação da paisagem não é suficiente para abordar criticamente a complexidade da realidade urbana e suas circunstâncias. Assim, o ambiente construído conforma uma paisagem urbana baseada em exceções às regras, distanciada dos desejos coletivos e da compreensão do local. A dificuldade em visualizar

abstratamente os parâmetros urbanísticos propostos compromete o entendimento e o julgamento crítico da população local quando precisam opinar e discutir os novos parâmetros. Ao mesmo tempo, outros agentes, com interesses de mercado, apropriam-se da complexidade dos parâmetros urbanísticos e dos processos decisórios enviesar as decisões públicas em favor dos interesses de mercado.

Não é objetivo deste artigo defender o uso da Modelagem Paramétrica da Paisagem Urbana como o único e exclusivo método para o desenvolvimento e análise de estudos urbanos qualificados. Essa modelagem é antes de tudo vista como uma metodologia alternativa, até mesmo complementar às outras metodologias predominantes para estudos de planejamento e desenho urbano, pois permite visualizar previamente a paisagem urbana que é proposta.

Essa pré-visualização da paisagem urbana futura pode ser uma oportunidade para discussões qualificadas entre os agentes envolvidos, inclusive pelos habitantes do lugar. Complementarmente, novos parâmetros urbanísticos podem ser propostos com base na visualização da paisagem futura, ao passo que outros parâmetros podem ser descartados. Finalmente, essa metodologia deve ser considerada uma aliada no processo de percepção urbana e de gestão da paisagem, e não necessariamente um instrumento responsável pela elaboração dos parâmetros urbanísticos em si.

O impacto de uma ferramenta que auxilia em todos esses aspectos já mencionados é inestimável, inclusive para a gestão e engajamento social com o ambiente construído, estabelecendo as bases para a percepção da paisagem urbana como um bem coletivo.

Embora inicialmente a aplicação da ferramenta seja dificultada dada a heterogênea base paramétrica brasileira, a modelagem paramétrica da normativa prevalente no país já é um primeiro passo para a construção de uma crítica referente às nossas escolhas de concepção de paisagem morfométrica. Para demonstrar que a gestão da paisagem feita morfometricamente precisa ser revista, é necessário, antes, ressaltar suas fragilidades. Somente depois novos processos e referências podem ser propostos.